

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA ARQUITETURA E URBANISMO**  
**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DE REQUISITOS PARA  
CONTROLE E MONITORAMENTO DE PROCESSOS ESPECIAIS EM  
UMA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA**

**CAROLINE KÜHL GENNARO**

ORIENTADOR: PROFA. DRA. MARIA CÉLIA DE OLIVEIRA

SANTA BÁRBARA D'OESTE

2016

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA ARQUITETURA E URBANISMO**  
**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DE REQUISITOS PARA  
CONTROLE E MONITORAMENTO DE PROCESSOS ESPECIAIS EM  
UMA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA**

**CAROLINE KUHL GENNARO**

ORIENTADOR: PROFA. DRA. MARIA CÉLIA DE OLIVEIRA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Faculdade de Engenharia Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP, como requisito para obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Produção.

SANTA BÁRBARA D'OESTE

2016

# **AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DE REQUISITOS PARA CONTROLE E MONITORAMENTO DE PROCESSOS ESPECIAIS EM UMA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA**

CAROLINE KUHL GENNARO

Dissertação apresentada em Dezembro de 2015, para a banca examinadora constituída pelos professores:

Profa. Dra. Maria Célia de Oliveira (Presidente e Orientador)  
(PPGEP - UNIMEP)

Prof. Dr. Maria Rita Pontes Assumpção (PPGEP - UNIMEP)

Prof. Dr. Felipe Araújo Calarge (UNINOVE)

Dedico esta dissertação primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, autor de meu destino, meu guia, socorro presente na hora da angústia. À Santa Maria mãe de Deus por estar sempre intercedendo por mim junto a Deus e confortando meu coração.

Dedico ao meu marido Fábio por me apoiar em todas as decisões que fiz durante toda minha jornada destes 2 anos e ter toda a paciência nos momentos que mais precisei.

Aos meus pais Walchírio e Edna e à minha irmã Amanda por me apoiarem e estarem sempre à disposição para me ajudar quando precisei.

Dedico também à minha orientadora Profa. Dra. Maria Célia de Oliveira, por acreditar que eu era capaz de chegar até o fim e pela paciência, incentivo, amizade e excelente orientação.

A todos os Amigos da Pós, em especial aos companheiros diários, Ana Carolina Melega Duarte de Oliveira e Anderson Prado que tornaram esta fase mais fácil.

Sem o apoio de todos, este trabalho não teria sido realizado. A eles, meu muito obrigado.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, por me permitir o dom da saúde, prosperidade e perseverança para realizar mais esta jornada.

Aos meus pais, Walchírio e Edna, por acreditarem e investir em mim. Mãe sua preocupação e carinho foi que me deram a esperança de sempre seguir. Pai, sem sua força de vontade e dedicação para me espelhar não teria chegado onde cheguei.

Obrigada Pai e Mãe por me mostrarem que a honestidade e a fé em Deus é capaz de superar todas as dificuldades da vida e por não medirem esforços para minha educação.

À minha irmã Amanda que com muito carinho e apoio sempre acalmou meu coração e me fez ver o lado positivo de tudo. Obrigada por esse companheirismo diário e eterno.

Ao meu maior amor e esposo Fábio Eduardo Gennaro, com quem eu amo compartilhar a vida. Com você a vida é mais simples, mais feliz e mais linda. Obrigada pelo carinho, a paciência e por sua capacidade de me trazer paz na correria desta jornada. Obrigada por acreditar em mim e estar sempre ao meu lado.

Ao meu padrinho Prof. Dr. Milton Vieira Junior por ser meu espelho profissional e o primeiro a me incentivar a seguir essa carreira maravilhosa que é a academia.

À minha Orientadora Prof. Dra. Maria Célia de Oliveira, pela paciência e orientação para tornar possível meu título. Obrigada pela confiança e amizade, por sempre me incentivar e me ajudar a me tornar uma pessoa melhor. Sem sua orientação jamais teria conseguido alcançar meus objetivos. Obrigada por me acalmar quando o desespero me tomava. Espero um dia retribuir tamanha dedicação e comprometimento.

E também ao meu professor Prof. Dr. André Luís Helleno por sempre me incentivar a dar o melhor de mim e pela amizade e colaboração no meu trabalho.

Ao corpo docente, colaboradores, colegas e comissão de bolsa do Programa de Pós-Graduação que fizeram parte deste trabalho, em especial à Marta Helena T. Bragágliã, por toda a sua amizade e companheirismo de sempre.

À Instituição de Ensino, UNIMEP por toda disponibilidade de estrutura e infraestrutura e pelo apoio.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pelo apoio fornecido em forma de bolsa de fomento para o desenvolvimento deste trabalho.

“Alguns homens vêem as coisas como são, e dizem ‘Por  
quê?’ Eu sonho com as coisas que nunca foram e digo ‘Por  
que não?’”

George Bernard Shaw

GENNARO, Caroline Kuhl. **Avaliação da implementação de requisitos para controle e monitoramento de processos especiais em uma indústria automobilística**. 2016. 89f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia Arquitetura e Urbanismo, Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara d'Oeste.

## **RESUMO**

As normas ISO 9001 e ISO/TS 16949 não possuem requisitos que asseguram a qualidade do produto. Apesar de adotar inspeções e controles em seus processos, a indústria automotiva possui atualmente a oportunidade de aplicar um manual específico para um grupo de processos, denominados processos especiais. Os processos especiais são processo que sua verificação e alteração não podem ser alteradas quando a peça já está em contato com o mesmo. O processo de galvanização de cromo duro de uma empresa localizada no interior de São Paulo implementou os requisitos deste manual. O objetivo deste trabalho é analisar se os controles e monitoramentos determinados nestes requisitos contribuem para a melhoria e estabilização do processo, bem como os benefícios e dificuldades de uma empresa do setor automotivo em atendê-los. Os dados foram coletados por meio do método de estudo de caso e as análises foram realizadas em comparação de informações da teoria e da coleta de dados. A aplicação deste manual no processo de galvanização permitiu a redução de 2,55% de refugo mensal para 0,93% e uma economia de aproximadamente R\$ 930 mil no ano. Quanto os fatores que contribuíram para a melhoria do processo destacam-se os referentes a mão de obra e método que permitiram a readequação gerencial no processo.

**PALAVRAS-CHAVE:** processos especiais, controle do processo, qualidade.

GENNARO, Caroline Kuhl. **Evaluation of the requirements for implementation to Control and Monitoring Special Process in a Automotive Industry.** 2016. 88p. Dissertation (Master in Production Engineering) – Faculdade de Engenharia Arquitetura e Urbanismo, Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara d'Oeste.

### **ABSTRACT**

ISO 9001 and ISO / TS 16949 does not have requirements to ensure product quality. Although adopting inspections and controls in its processes, the automotive industry currently has the opportunity to apply a specific guide to a group of processes, known as special processes. Special processes are process that check and change cannot be changed when the part is already in contact with it. The hard chrome plating process of a company located in São Paulo has implemented the requirements of this manual. The purpose of this paper is to analyze if specific controls and monitoring of these requirements contribute to the improvement and stabilization of the process, and the benefits and difficulties of an automotive company to serve them. Data were collected through the case study method and analyzes were performed comparing information of theory and data collection. Application of this manual in the galvanizing process permitted a reduction from 2.55% monthly to 0.93% of refuse and savings of approximately R\$ 930 thousand in the year. The factors that contributed to the improvement of the highlights are those relating to labor and management method that allowed the readjustment in the process.

**KEYWORDS:** *special process, process control, quality*

## SUMÁRIO

<b>ABSTRACT</b>	<b>9</b>
<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES</b>	<b>I</b>
<b>LISTA DE QUADROS</b>	<b>II</b>
<b>LISTA DE GRÁFICOS</b>	<b>III</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS</b>	<b>IV</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>6</b>
1.1. OBJETIVO	9
1.2. ESTRUTURA DO TRABALHO	9
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>11</b>
2.1. PROCESSO DE GALVANIZAÇÃO DE CROMO DURO	11
2.2. CONTROLE DE PROCESSOS ESPECIAIS	22
<b>3. ASPECTOS METODOLÓGICOS</b>	<b>42</b>
<b>4. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA</b>	<b>49</b>
4.1. DEFINIÇÃO E PLANEJAMENTO	49
4.2. PREPARAÇÃO, COLETA E ANÁLISE	51
4.3. ANÁLISE E CONCLUSÃO	54
<b>5. CONCLUSÃO</b>	<b>72</b>
5.1. PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS	73
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>75</b>

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1: VISÃO MACRO DA PESQUISA. FONTE: ELABORADO PELA AUTORA .....	9
FIGURA 2: REPRESENTAÇÃO DA CORROSÃO NO METAL. FONTE: ELABORADO PELA AUTORA .....	12
FIGURA 3: FASES DO TRATAMENTO SUPERFICIAL. FONTE: ADAPTADO DE FUKUI; GOUVEIA (2014).....	13
FIGURA 4: EXEMPLO DO SISTEMA DE ELETRODEPOSIÇÃO. FONTE: ELABORADO PELA AUTORA .....	18
FIGURA 5: MODELO DE UM PROCESSO. FONTE: ADAPTADO DE ROTONDARO (2012).....	23
FIGURA 6: PROCESSO DE FABRICAÇÃO. FONTE: ELABORADO PELA AUTORA .....	23
FIGURA 7: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO CICLO PDCA. FONTE: ADAPTADO DE WERKEMA (1995) .....	24
FIGURA 8: MODELO DE GESTÃO ISO 9001: 2015. FONTE: ADAPTADO DE ABNT (2015).....	26
FIGURA 9: DEFINIÇÃO DE PROCESSO ESPECIAL. FONTE ELABORADO PELA AUTORA .....	33
FIGURA 11: ESTRUTURA DE ADOÇÃO DE NORMAS PARA AS ORGANIZAÇÕES. FONTE: ELABORADO PELA AUTORA.....	35
FIGURA 12: CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA. FONTE: ELABORADO PELA AUTORA .....	42
FIGURA 13: ATIVIDADES PROPOSTAS PARA O DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO DE CASO. FONTE: ADAPTADO DE YIN (2010).....	44
FIGURA 14: ILUSTRAÇÃO DO PROCESSO DE GALVANIZAÇÃO DE CROMO DURO DESTE ESTUDO. FONTE: ELABORADO PELA AUTORA .....	50
FIGURA 15: ILUSTRAÇÃO DO CARREGAMENTO DA PEÇA A SER GALVANIZADA NO PROCESSO DESTE TRABALHO. FONTE: ELABORADO PELA AUTORA.....	51
FIGURA 16: ISHIKAWA PARA DESOBRAMENTO DOS POSSÍVEIS FATORES QUE PODEM INFLUENCIAR A IMPLEMENTAÇÃO DO MANUAL CQI 11 NO PROCESSO DE GALVANIZAÇÃO DE CROMO DURO. FONTE: ELABORADO PELA AUTORA.....	54

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: TÉCNICAS MAIS FREQUENTES UTILIZADAS NA GALVANIZAÇÃO. FONTE: GENTIL (2012).....	16
QUADRO 2: PRINCÍPIOS DA ISO 9001. FONTE: ADAPTADO DA ABNT (2015).....	27
QUADRO 3: TABELA DE PROCESSO DE CROMO DURO. FONTE: ADAPTADO DE AIAG (2007) .....	40
QUADRO 4: PROCESSOS ESPECIAIS DA EMPRESA DE ESTUDO. FONTE: ELABORADO PELA AUTORA.....	47
QUADRO 5: ANÁLISE DO DESDOBRAMENTO DE MÃO DE OBRA. FONTE: ELABORADO PELA AUTORA.....	55
QUADRO 6: ANÁLISE DO DESDOBRAMENTO DA CATEGORIA MÁQUINA. FONTE: ELABORADO PELA AUTORA.....	59
QUADRO 7: ANÁLISE DO DESDOBRAMENTO DA CATEGORIA MEIO AMBIENTE. FONTE: ELABORADO PELA AUTORA.....	61
QUADRO 8: ANÁLISE DO DESDOBRAMENTO DA CATEGORIA DE MEDIÇÃO. FONTE: ELABORADO PELA AUTORA.....	62
QUADRO 9: ANÁLISE DO DESDOBRAMENTO DA CATEGORIA DE MÉTODO. FONTE: ELABORADO PELA AUTORA.....	63
QUADRO 10: ANÁLISE DO DESDOBRAMENTO DE MATERIAL. FONTE: ELABORADO PELA AUTORA .....	66

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: FALHAS QUE OCORRIAM NO PROCESSO DE GALVANIZAÇÃO DE CROMO DURO.....	67
GRÁFICO 2: CAUSALIDADE DAS FALHAS DE CROMO DURO ANTES DA IMPLEMENTAÇÃO AO MANUAL CQI 11 .....	68
GRÁFICO 3: FALHAS QUE OCORRIAM NO PROCESSO DE GALVANIZAÇÃO DE CROMO DURO .....	69
GRÁFICO 4: CAUSALIDADE DAS FALHAS DE CROMO DURO DEPOIS DA IMPLEMENTAÇÃO AO MANUAL CQI 11 .....	70
GRÁFICO 5: AUTO AVALIAÇÕES REALIZADAS NO PROCESSO DE GALVANIZAÇÃO DE CROMO DURO.....	71

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

NR – Norma Regulamentadora

ISO – International Organization for Standardization

VDA – Verband der Automobilindustrie

IATF – International Automotive Task Force

FIEV – Federation der Industries des Équipements pour véhicules

SMMT – Society of Manufacturers and traders

ANFIA – Associazione Nazionale Fra Industrie Automobilistiche

FMEA – Failure Mode and Effect Analysis

AVSQ – ANFIA Valutazione Sistemi Qualità

QS – Quality System

TS – Technique Specific

AIAG – Automotive Industry Action Group

CQI – Continuous Quality Improvement

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia

CETESB – Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Básico

PDCA – Plan, Do, Check, Act

IATF – International Automotive Task Force

FIEV – Fédération des Industries des Équipements pour véhicules

ANFIA – Associazione Nazionale Fra Industrie Automobilistiche

## 1. INTRODUÇÃO

Desenvolvida em 1946, com o intuito de facilitar a coordenação internacional e unificação dos padrões industriais, a ISO (*International Organization for Standardization*) é uma organização internacional independente, não governamental que por meio de seus membros, reúne especialistas para compartilhar conhecimentos, e por meio de consenso de mercado fornecer soluções para os desafios globais com a implantação de normas (ABNT, 2015).

A ISO publicou mais de 20500 normas internacionais e documentos relacionados, abrangendo quase todos os setores, da tecnologia, à segurança alimentar, à agricultura e à saúde (ABNT, 2015).

Dentre essas normas está a ISO 9001 (2015), um sistema de gestão de qualidade tomado por uma abordagem de processo. Os proponentes alegam que os programas de qualidade, como ISO 9001 (2015) melhoram as práticas de gestão e processos de produção, e que essas melhorias se traduzem em aumento de vendas e emprego (LEVINE; TOFFEL, 2010).

A série tornou-se uma tendência mundial, que empresas independentemente de seus segmentos utilizam-se das normas para se beneficiar (TSIM; YEUNG; LEUNG, 2002). Todos os requisitos da ISO 9001 (2015) são genéricos e se destinam a ser aplicável a qualquer organização, independentemente da sua natureza ou dimensão e do tipo de produtos ou serviços que ela produz (ABNT, 2015).

A ISO 9001 (2015) especifica requisitos para um sistema de gestão da qualidade quando uma organização necessita demonstrar sua capacidade de fornecer produtos e serviços que atendam ao cliente e estatutárias aplicáveis e requisitos regulamentares (ABNT, 2015).

Um sistema de gestão da qualidade ajuda as organizações em aspectos importantes, tais como a redução de produtos defeituosos, a melhoria das

relações internas, aumento da satisfação do cliente, aumento de quota de mercado, criação de oportunidades para influenciar novos mercados e a oportunidade de se tornar referência de classe mundial (NABAVI; AZIZI; FAEZIPOUR, 2014).

Além disto, a certificação ISO 9001 (2015) pode sinalizar aos clientes que o fornecedor possui alta qualidade (LEVINE; TOFFEL, 2010). Pretende aumentar a satisfação do cliente por meio da aplicação eficaz do sistema de gestão da qualidade (ABNT, 2015).

Para o setor automotivo a ISO 9001 (2015) se complementa com a ISO/TS 16949 (2013), que juntas definem os requisitos do sistema de gestão da qualidade para produtos automotivos, no que se refere ao desenvolvimento, produção, instalação e manutenção deste segmento (ABNT, 2015).

O setor automotivo possui alta exigência no que diz respeito à qualidade do produto e garantia da qualidade que os fornecedores devem apresentar a fim de que contratos se firmem e sejam mantidos.

Segundo Silva Junior (2014) esta exigência é devido ao seu elevado alcance econômico e a padrões normativos. A busca do estabelecimento desses padrões normativos culminou em normas específicas, como a VDA06 alemã (Volkswagen e BMW), a AVSQ italiana (Fiat e Iveco), WAQF francesa (Renault e Peugeot) e a QS 9000 americana (General Motors, Ford e Daimler Chrysler).

Com o objetivo de impulsionar a melhoria na cadeia de fornecimento e uniformizar as normas específicas, a ISO/TS 16949 foi criada em 1999. A ISO TS não substituindo totalmente as normas específicas das montadoras, mas tornando-se padrão internacional e ajudando os fornecedores a atender os diferentes clientes que possuem. Obter certificados como ISO/TS 16949 (2013) é uma exigência contratual para os fornecedores deste ramo (GONZALES, 2006).

As especificações da ISO/TS 16949 (2013) são requisitos de sistemas de qualidade automotivos com base na ISO 9001 (2015) pelo qual adicionado requisitos específicos do setor automotivo; englobando desde o requisito do cliente até sua satisfação com entrega do produto e/ou serviço final passando pela responsabilidade da Administração, Gestão de recursos, Realização do produto, Medição, análise e melhoria de processo.

Porém, como estes requisitos são genéricos, as empresas não sabem exatamente como atender a maior parte deles. Os requisitos que empresas sentem mais dificuldade de atenderem são referentes a realização do produto ou serviço.

As normas ISO 9001 e ISO/TS 16949 não possuem requisitos referentes a monitoramento e controle de processos, e com esta dificuldade, o AIAG (2007) (*Automotive Industry Action Group*) propõe a utilização dos manuais CQIs (*Continuous Quality Improvement*), os quais possuem controles, monitoramentos e frequência de controles direcionados especificamente para cada tipo de processo, de acordo com sua publicação.

Os manuais CQIs contribuem para que empresas que os utilizam tenha o direcionamento para a implementação de frequências de monitoramentos, especificações de controles no processo, de tal forma que seja possível obter as vantagens como a redução de defeitos em processos que são aplicados e, portanto, tornaram-se um pacote de exigências requeridas na cadeia de suprimentos automotivo (AIAG, 2007).

Estes manuais são aplicados em processos que sofrem transformações físicas ou químicas e sendo assim, seus estados não podem ser revertidos. Portanto, precisam que todos seus parâmetros sejam controlados e monitorados com frequência e limites corretos antes mesmo que a peça entre em contato com o mesmo.

Baseados em especialistas de processos deste tipo, os manuais CQIs determinam quais os limites e frequências que devem ser aplicados nestes

parâmetros com o objetivo de estabilizar o processo e garantir a qualidade do produto final.

Além disso, os manuais também fornecem orientação quanto a gestão da empresa que possui processos deste gênero, com seções de responsabilidade da direção e planejamento da qualidade, e responsabilidade de chão de fábrica e manuseio de material.

### 1.1. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é avaliar se os controles e monitoramentos determinados no Manual CQI para os parâmetros de um processo de Galvanização de cromo duro contribuem para a melhoria e estabilização do processo, bem como os benefícios e dificuldades de uma empresa do setor automotivo em atendê-los.

### 1.2. ESTRUTURA DO TRABALHO

A partir das definições do problema e dos objetivos deste trabalho, o método de pesquisa seguirá conforme apresentado na Figura 1:

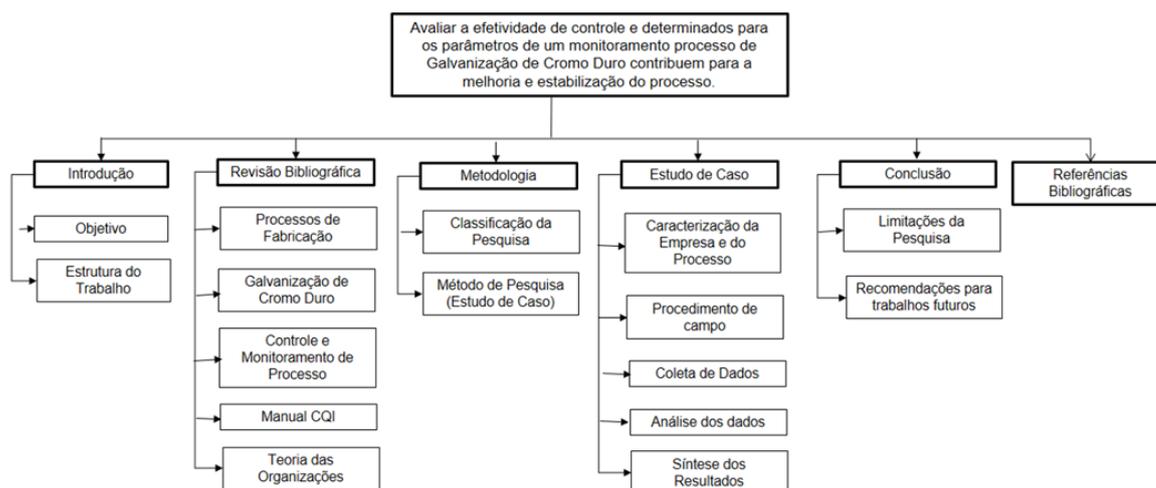


FIGURA 1: VISÃO MACRO DA PESQUISA. FONTE: ELABORADO PELA AUTORA

Conforme mostra a figura 1 este trabalho divide-se em seis capítulos.

O Capítulo 1 é composto pela introdução, objetivo e estrutura do trabalho.

O Capítulo 2 é designado a revisão bibliográfica sobre os temas que sustentam o desenvolvimento deste estudo: O processo de galvanização de cromo duro; Controle de processos especiais.

O Capítulo 3 descreve os Aspectos Metodológicos, apresentando a classificação da pesquisa e detalhamento do método de pesquisa adotado.

O Capítulo 4 apresenta todos as etapas do desenvolvimento do estudo de caso proposto como método de pesquisa, além da descrição e discussão de todos os resultados obtidos.

No Capítulo 5 estão apresentadas as conclusões obtidas no desenvolvimento do estudo de caso e as sugestões de trabalhos futuros.

O Capítulo 6 apresenta as referências bibliográficas que foram usadas no desenvolvimento desta pesquisa.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

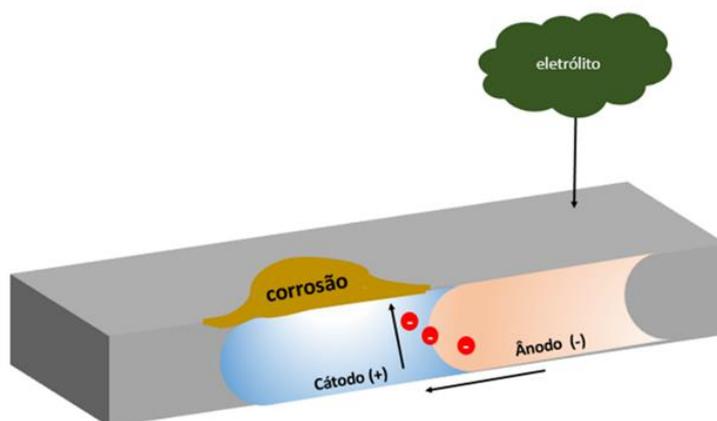
Este estudo tem como objetivo deste trabalho é avaliar se os controles e monitoramentos determinados no Manual CQI para os parâmetros de um processo de Galvanização de cromo duro contribuem para a melhoria e estabilização do processo, bem como os benefícios e dificuldades de uma empresa do setor automotivo em atendê-los. Portanto, o referencial teórico necessário para o desenvolvimento deste estudo e para atender a este objetivo foi desenvolvido à partir de dois conceitos principais: (i) O processo de galvanização de cromo duro; (ii) Controle de processos especiais.

### **2.1. PROCESSO DE GALVANIZAÇÃO DE CROMO DURO**

Dentre as matérias primas mais utilizadas pelas indústrias de transformação em geral, os metais são utilizados há muitos anos para a fabricação de diferentes tipos de produtos, como, por exemplo, ferragens para a construção civil, máquinas de produção em geral; meios de transporte, etc.

Apesar da sua vasta aplicação, produtos fabricados com metais enfrentam desde sempre problemas de corrosão. A corrosão ocorre por alguma interação do metal com o meio ambiente, ocasionando a deterioração das suas propriedades físicas ou de aparência do metal (MORAIS; GUIMARÃES; ELIAS, 2007).

Segundo Gentil (1996), a corrosão é a deterioração dos metais, por meio de reações químicas ou eletroquímicas no meio corrosivo. A corrosão é decorrente de reações de oxidação dos metais, que age como redutor, cedendo elétrons que são recebidos pelo oxidante existente no meio corrosivo, conforme ilustra a Figura 2.



*FIGURA 2: REPRESENTAÇÃO DA CORROSÃO NO METAL. FONTE: ELABORADO PELA AUTORA*

Conforme mostra a Figura 2, o metal contém regiões com cargas negativas, conhecidas como ânodos e também regiões com cargas positivas, conhecidas como cátodos. Quando o metal entra em contato com alguma solução que conduza corrente elétrica (eletrólito) as cargas negativas (ânodos) se oxidam e as cargas positivas recebem os elétrons, causando assim as reações de corrosão (BARBOSA, 2004).

Existem diversas soluções que são consideradas como eletrólitos e podem ser encontrados em toda parte, como por exemplo, no solo, na atmosfera ou até mesmo na água. Considerando a água como um solvente, adquire-se como eletrólitos elementos, como por exemplo, sais (cloreto de sódio), ácidos (ácido sulfúrico) e bases (hidróxidos de sódio) (AGOSTINHO; VILLAMIL, 2004).

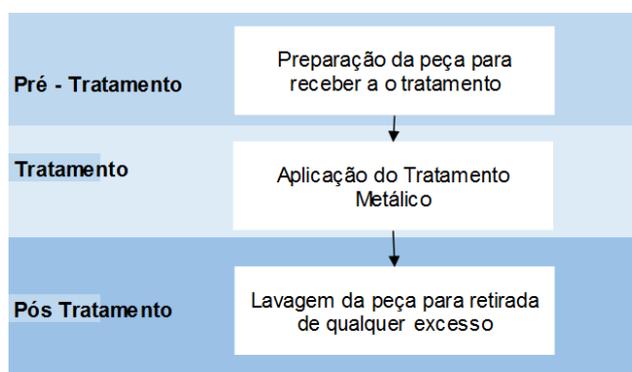
Para evitar a corrosão no metal é necessário evitar o contato da superfície do metal com o eletrólito. Para isso, pode ser aplicado um revestimento metálico sobre a peça, que é definido como tratamento superficial.

Um processo de tratamento consiste em tratar superfícies metálicas por meio de processos químicos ou eletrolíticos (NOGUEIRA; PASQUALETTO, 2008). Este processo consiste em revestir a superfície de uma peça, protegendo-a contra a corrosão para aumentar a sua durabilidade e estética (FUKUI; GOUVEIA, 2014).

Existem diferentes tipos de metais utilizados para esta finalidade, sendo os mais utilizados alumínio, cromo, níquel, zinco, chumbo e o cádmio.

Segundo Pugas (2007), o cobre, é bastante usado pois, em pouco tempo propõe uma deposição de camadas dúcteis com bom nivelamento de superfícies irregulares. As aplicações mais comuns de revestimentos de cobre são na fabricação de tubos, chapas e moldes com grande intensidade de correntes elétricas. Já o cromo é amplamente utilizado, pois proporciona alta dureza e resistência ao desgaste da peça. Além de ser utilizado para fins estéticos, devido seu aspecto prateado e brilhante. Já o níquel é amplamente utilizado, pois permite maior condutividade elétrica, proporcionando melhor distribuição do metal sobre a peça.

Um processo genérico de tratamento superficial compreende desde a preparação das peças até o recobrimento metálico, é composto por três etapas principais: (i) pré-tratamento; (ii) tratamento; (iii) pós-tratamento (INTEC, 2000 apud TOCCETTO, 2004, p.6), conforme mostra a Figura 3.



*FIGURA 3: FASES DO TRATAMENTO SUPERFICIAL. FONTE: ADAPTADO DE FUKUI; GOUVEIA (2014)*

Conforme mostra a Figura 3, o processo de tratamento superficial possui três grandes etapas principais, a primeira etapa corresponde ao pré-tatamento. Quando o metal (peça) que irá receber o tratamento chega nesta etapa do processo, na maioria das vezes, ela já passou por algum outro processo de transformação, como por exemplo, corte, fundição, forjamento, usinagem,

dentre outros. Estes processos pelos quais a peça já passou deixam resíduos de óleo, graxa e riscos na superfície da peça. Por isso, independentemente do tratamento de superfície que a peça metálica irá receber ela deve receber o pré-tratamento, que consiste na limpeza destes resíduos, garantindo que a peça estará limpa para receber a camada de revestimento (NOGUEIRA; PASQUALETTO, 2008).

O pré-tratamento pode ser um processo químico ou mecânico. O processo químico é utilizado para retirar óleos e graxas da peça metálica, por meio de produtos químicos como o desengraxamento e a decapagem.

Existem diversos métodos de desengraxamento, e a decisão de qual tipo utilizar depende de vários fatores, como por exemplo, o tipo de metal da peça que será usado e até mesmo tamanho da peça. Segundo Chiaverini (1986) podem ser considerados os seguintes desengraxamentos:

- Detergência: utiliza substâncias ou reativos químicos, que são misturados à água para facilitar a retirada do óleo do metal
- Solubilização: remoção das impurezas por meio de solventes, como por exemplo derivados do carvão ou petróleo. Neste caso, a peça é colocada diretamente no solvente ou no seu vapor.

Existem ainda mais dois tipos de desengraxamento: por imersão, no qual a peça metálica fica mergulhada em soluções até a remoção por completa de impurezas em sua superfície; eletrolítico, que ocorre por meio de uma corrente elétrica que passa na solução e limpa a superfície da peça (PEDRO, 2010).

A decapagem é realizada para remover óxidos dos metais e deixar a superfície quimicamente limpa. A decapagem remove a casca de fundição ou laminação, camadas de óxido e ferrugem por meio de ativações ácidas (CETESB, 1984). Os ácidos mais utilizados neste processo são clorídrico, sulfúrico e nítrico e a escolha por qual utilizar depende do tipo de material e de suas condições físicas. Este processo é utilizado quando não se consegue limpar a peça por meio de processos mecânicos.

O pré-tratamento também pode ser mecânico, que é usado para corrigir imperfeições menores da peça, como os riscos e outras imperfeições.

O pré-tratamento mecânico consiste na utilização de ferramentas mecânicas e/ou manuais para preparação de superfícies metálicas, no qual as ferramentas mais utilizadas são lixas, escovas de aço, raspadeiras e martelo de impacto.

No processo de polimento o metal entra em contato com a máquina politriz girando, que resulta em um metal mais liso e uniforme.

Outro processo de pré tratamento mecânico de superfície é o jateamento, que é usado em grandes estruturas metálicas o abrasivo é projetado por ar comprimido contra o metal a ser limpo de maneira que a força de aplicação remova as sujeiras e ferrugem. Neste processo, os abrasivos mais utilizados são: areai, granalha de ferro e carbetto de silício.

Quando as peças metálicas possuem formatos difíceis de serem limpos ou são pequenas demais elas recebem o pré-tratamento por meio do processo de tamboreamento ou vibração. No tamboreamento, as peças são colocadas dentro de um tambor, que por meio de movimentos rotacionais o atrito do abrasivo elimina as imperfeições da superfície do metal. Já na vibração, as peças são colocadas em um recipiente com sistema vibracional, junto com o abrasivo. Esta vibração ocasiona o atrito do abrasivo e das peças metálicas para que as superfícies sejam limpas e uniformizadas.

No tratamento de superfícies metálicas a limpeza e a preparação da peça é uma das etapas mais importantes para que um revestimento apresente o desempenho esperado, pois a presença de óleos, graxas e de outros materiais não só prejudicam a aderência dos revestimentos, como também pode acarretar o aparecimento de defeitos no mesmo (Gentil, 2012).

Portanto é necessário que se garanta que o pré-tratamento foi realmente realizado adequadamente. Pois para uma peça ser considerada limpa é necessário que o material esteja em condições de satisfazer a etapa seguinte do processo (BELKIND, 1996). Esta condição é fundamental para se conseguir

um revestimento de boa aderência, uniformidade e aparência (LIMA-NETO et al, 2008).

A galvanização é o método que se utiliza de outro metal para proteger o outro. As técnicas mais utilizadas para a Galvanização são apresentadas no Quadro 1.

Tipos de Processo de Revestimento Metálico		
Tipo	definição	Aplicação
Cladização ou Clandeamento	Por meio do processo de explosão, ocorre o aquecimento do revestimento e então uma forte prensagem do mesmo sobre a chapa do metal	Utilizado geralmente em vasos de pressão, reatores e tanques de armazenamento
Imersão a quente	O material metálico fica imerso em um banho do metal fundido	Mais utilizado para revestimento de aço com estanho, cobre, alumínio e zinco.
Cementação	O material metálico é aplicado no interior de tambores rotativos em contato com a mistura de pó metálico e fluxo adequado. Este conjunto é aquecido a altas temperaturas, o que permite a difusão do metal no material metálico	É utilizado para revestimento de alumínio, zinco, silício.
Aspersão térmica	Processo que por meio de uma pistola de aspersão aplica um revestimento metálico ou não metálico e então por meio de ar comprimido chega ao material e forma-se a camada de revestimento	é utilizada para recuperação de peças gastas, aplicação de revestimentos duros e também para proteção de corrosão
Eletrodeposição	o material a ser protegido é colocado num tanque com água que contém sal do metal a ser revestido e por meio da ionização o material é coberto pelo metal	utilizado quando a intenção é um revestimento muito fino e relativamente livre de poros

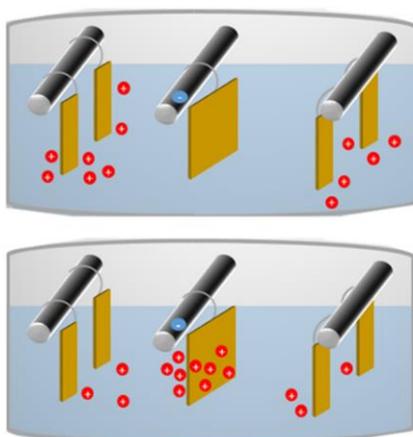
**QUADRO 1: TÉCNICAS MAIS FREQUENTES UTILIZADAS NA GALVANIZAÇÃO. FONTE: GENTIL (2012).**

Apesar de várias técnicas que podem ser usadas em um processo de Galvanização, este estudo aborda a técnica de eletrodeposição, pois é a técnica usada pela empresa que será estudada neste trabalho.

O processo de galvanização por eletrodeposição consiste na deposição de uma camada metálica sobre uma superfície geralmente metálica também, por meios eletrolíticos, conhecido por eletrodeposição. A partir de uma solução diluída de sais do metal correspondente, a fim de conferir um efeito maior de proteção superficial ou para fins estéticos (CABRAL & MANNHEIMER, 1979; NOGUEIRA; PASQUALETTO, 2008; NASCIMENTO et al, 2012).

Para realizar o processo de eletrodeposição é necessário um tanque. Os tanques são construídos de vários materiais tais como chapa de chumbo, borracha, plástico e ladrilhos, para resistirem ao processo de solução (DOYLE, 1978). Na maioria dos casos, estes tanques são de ferro, neste caso, eles precisam ser revestidos com polipropileno ou cloreto de polivinila para evitar a corrosão (Pugas, 2007). Se as peças que estão sendo submetidas ao tratamento de galvanização forem pequenas elas ficam dentro de cestas ou barris perfurados, ou presas em suporte, as grandes ficam presas apenas em ganchos suspensas. Todos estes suportes devem servir de condutor de eletricidade entre a peça e o polo negativo do retificador, que é responsável por conduzir a corrente elétrica externa para a eletrodeposição.

Na ilustração da Figura 4: Exemplo do sistema de eletrodeposição. Fonte: elaborado pela autora a peça está suspensa em um gancho que liga a mesma ao retificador que contém carga negativa. Dentro do tanque são diluídos uma solução conhecida como sais de metais, que contém íons de carga positiva.



*FIGURA 4: EXEMPLO DO SISTEMA DE ELETRODEPOSIÇÃO. FONTE: ELABORADO PELA AUTORA*

Como apresentado na Figura 4, os íons positivos estão diluídos na água e a peça está presa numa gancheira com polo negativo, portanto a peça está carregada negativamente. Como a gancheira está ligada a um retificador externo que envia corrente elétrica para a peça, ela atrai as cargas positivas da solução para ela. As cargas opostas se atraem, os íons metálicos de carga positiva são atraídos para a peça a fim de formarem o depósito sobre a peça (DOYLE, 1978).

No processo de Galvanização por eletrodeposição a corrente elétrica é um fator importante, pois ela pode interferir na espessura que a peça é galvanizada. Se conduzida em baixa densidade pode não ocorrer o depósito suficiente do metal na peça e se for alta densidade, pode ocorrer degradação de revestimento metálico.

Santana et al (2003) realizou um estudo sobre a influência da densidade da corrente elétrica e da temperatura no processo de eletrodeposição de tungstênio. Os resultados mostraram que a alta densidade da corrente e da temperatura do banho resulta no aumento de percentual de tungstênio no revestimento, o que proporcionou mais resistência do material. Porém os autores ressaltam que ultrapassar os limites ideais de densidade elétrica e temperatura, pode provocar o surgimento trincas na peça.

Em estudo feito Nascimento; Diacenco; Bezerra (2012) sobre o aperfeiçoamento da Camada de Cromo Duro em processos de galvanização, descobriu-se que tanto a temperatura quanto a densidade da corrente podem afetar a quantidade de fissuras na camada de cromo, ou seja defeitos na superfície da peça.

Nascimento; Diacenco; Bezerra (2012) relatam outros parâmetros que devem ser controlados para evitar problemas de qualidade da galvanização por eletrodeposição. Os parâmetros relatados pelos autores são:

- Tempo: o tempo que a peça fica dentro do tanque durante a galvanização pode interferir, de maneira que se o tempo for menor, a eletrodeposição pode não ser suficiente e a peça não estar bem protegida, já se exceder o tempo, a espessura da camada metálica pode ficar mais grossa, causando para a empresa um desperdício de material.
- Nível do banho: este parâmetro pode prejudicar a galvanização por eletrodeposição se o nível estiver baixo ele pode não cromar toda a peça.

A concentração do banho também pode alterar a finalidade do banho de galvanização. No banho de níquel, por exemplo, quando a concentração do banho se aproxima de 15 a 23gL<sup>-1</sup> o metal pode ficar com aspecto queimado e rachado, pois é um nível de concentração alto (Silva, 2002).

O último fator para controle do processo aqui avaliado é a limpeza e organização de todo o local do processo. O chão de fábrica necessita estar livre de qualquer contaminante, para que nenhuma impureza se junte ao processo, e ocasione problemas, como por exemplo, como má cromação da peça.

Se um destes controles não forem executados problemas de qualidade podem vir a acontecer no processo de Galvanização por eletrodeposição. Impurezas podem ocasionar manchas, nuvens e bolhas na peça (SURTEC, 2012).

Para Controle destes parâmetros empresas precisam investir em instrumentos de controle e medição como, por exemplo:

- Termômetros: é um dos instrumentos mais comumente usados para medir a temperatura. Os materiais mais utilizados para construção de termômetros industriais são metais líquidos como o mercúrio, gases e vapores (SOISSON, 2002).
- Sistemas flutuantes de indicação de nível: instrumento utilizado quando é necessário a apresentação ou registro da indicação de nível, pode ser feito com fita ou boia que são inseridos dentro do tanque, no qual a densidade da boia deve ser menor que o material onde se imerge (SOISSON, 2002).

Estes instrumentos devem ser calibrados conforme frequência determinada pelos seus fabricantes, para que seus valores sempre sejam corretos e não prejudiquem o processo.

A calibração é uma operação que verifica os valores indicados por um instrumento de medição e realiza a padronização para os valores correspondentes aos padrões utilizados e recomendados (INMETRO, 2010).

Pode ser comum a aplicação combinada de mais de um metal, quando existem mais do que uma finalidade do recobrimento metálico. Por isso é importante conhecer os diferentes tipos de recobrimentos metálicos e escolher o que melhor se enquadra na finalidade do processo em questão.

Além de todas as influências que os parâmetros causam no resultado final da galvanização, a escolha do metal também altera tanto a definição dos limites dos parâmetros quanto as finalidades da galvanização por eletrodeposição.

Para esta escolha é necessário realizar ensaios em laboratórios e em campo. Os ensaios em laboratórios são úteis para indicar o material metálico mais adequado para o processo de galvanização desejado; determinar se um material metálico satisfaz as necessidades desejadas para sua aplicação; além

de determinar os controles para que a aplicação do material na peça seja eficiente (Gentil, 2012).

Segundo Gentil (2012), a decisão sobre o tipo de metal que deve ser utilizado na aplicação metálica depende do objetivo da aplicação, que podem ser divididos da seguinte forma,

- Decorativa – ouro, prata, níquel, cromo;
- Resistência ao atrito – índio, cobre;
- Resistência à oxidação em contatos elétricos – estanho, prata, ouro, ródio;
- Endurecimento superficial – cromo;
- Resistência à corrosão – cromo, níquel, alumínio, zinco, cádmio, estanho;
- Recuperação de peças desgastadas – cromo.

Neste estudo, o cromo será o metal a ser utilizado. Quando o cromo é utilizado com a finalidade de proporcionar maior resistência da peça à corrosão e endurecimento superficial, é aplicado com uma camada mais grossa, conhecida como cromo duro.

Inicialmente o cromo era utilizado para fins decorativos, devido suas camadas muito finas e pela sua excelente capacidade refletora. Porém com o desenvolvimento da eletrodeposição foram sendo descobertas as excelentes propriedades mecânicas do cromo, tais como dureza e resistência ao desgaste, obtidas por meio de camadas de cromo mais expressas, conhecida por Cromo Duro (CETESB, 1984).

Portanto, para fins decorativos é aplicada uma camada fina de cromo sobre a peça. Já para o objetivo de proteção à corrosão ou para aumentar a durabilidade da peça é realizada a aplicação de Cromo Duro.

Dentre as aplicações da Galvanização de Cromo Duro em aço, destaca-se a proteção e melhoria das características de superfície de vários elementos de máquinas, ferramentas, componentes automotivos, aeronaves e indústria em geral (MENTHE, 1999; KIM et al, 2003, NAM et al, 2004).

Para finalizar o processo de galvanização é necessário que a peça passe por um processo de limpeza, conhecida como pós tratamento. Este processo, apesar de simples é parte indispensável do processo, pois é por meio dele, que são retirados os excessos da aplicação do metal e também realizados os controles de qualidade final para avaliar a qualidade do processo de galvanização.

## **2.2. CONTROLE DE PROCESSOS ESPECIAIS**

Na visão mais clássica, um processo pode ser definido como um conjunto de atividades interligadas e realizadas numa sequência lógica, com o objetivo de produzir um bem ou um serviço que tem valor para um grupo específico de clientes (TOLEDO et al, 2014).

Segundo Rotondaro (2012), processo pode ser definido como uma atividade repetitiva ou uma série de atividades que transformam um conjunto definido de entradas em saídas mensuráveis, o qual a empresa tem a necessidade de gerenciar e medir sua execução, conforme Figura 5.



FIGURA 5: MODELO DE UM PROCESSO. FONTE: ADAPTADO DE ROTONDARO (2012)

A Figura 5 ilustra o modelo de processo que pode ter vários tipos de entradas e por meio do processo ter vários tipos de saídas. No caso deste estudo, ele trata-se de um processo de transformação da matéria prima em um produto, ilustrado na Figura 6. Essa transformação pode modificar as propriedades físicas da matéria prima, como por exemplo, a sua forma, composição ou características (PEINADO; GRAEML, 2007, SLACK et al, 2008; TOLEDO, 2014).



FIGURA 6: PROCESSO DE FABRICAÇÃO. FONTE: ELABORADO PELA AUTORA

A Figura 6 ilustra o processo de fabricação, que entra a matéria prima, ela passa pelas fases do processo para ser transformada no produto final.

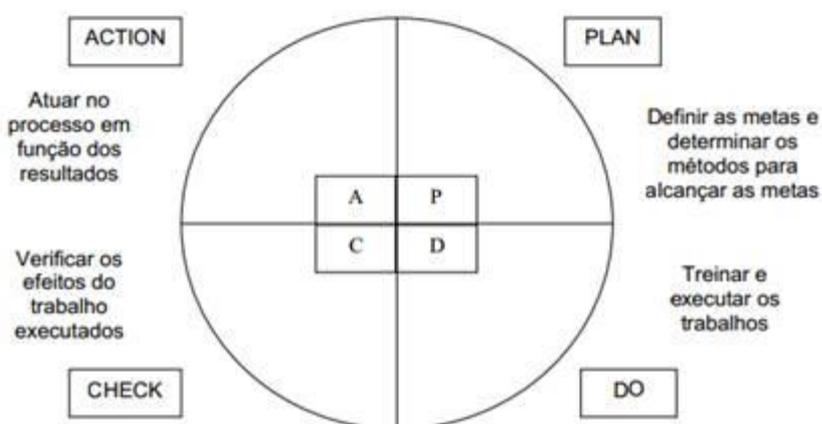
Para que o produto final seja entregue ao cliente, ele precisa atender a determinados requisitos que advém de requisitos do cliente e normas. Os requisitos dos clientes são especificações sobre a qualidade do produto. Já as normas devem levar à empresa a cumprir as exigências referentes aos cuidados com o meio ambiente, saúde e segurança, além da padronização global de produtos, com relação aos requisitos do produto.

Para Crosby (1986) qualidade é a conformidade do produto às suas especificações. Para Juran (1992) qualidade são as características do produto

que atendem as necessidades dos clientes e, portanto, promovem satisfação com o produto.

Para garantir a qualidade de seus produtos, as empresas que possuem processos de fabricação apoiam-se na gestão da qualidade, que oferecem meios para atender todos os requisitos de melhoria em seus processos e de seus produtos.

Para garantir a qualidade dos produtos e processos existem metodologias e ferramentas específicas. Dentre as metodologias existentes, destaca-se o Ciclo PDCA. O ciclo PDCA é um método gerencial que auxilia na busca da estabilização, bem como da melhoria dos processos em geral, no qual Planejar (Plan), Executar (Do), verificar os resultados (Check) e executar as ações para promover continuamente a melhoria de desempenho do processo (Act) (Deming, 1990; Toledo et al, 2014), conforme mostra a Figura 7.



*FIGURA 7: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO CICLO PDCA. FONTE: ADAPTADO DE WERKEMA (1995)*

A Figura 7 apresenta o modelo do ciclo PDCA. Segundo Campos (1994), o PDCA é um método para a prática do controle gerencial dentro de uma empresa, que utilizado em vários níveis pode possibilitar melhoria no processo, se seguido suas fases corretamente.

Porém, não adianta a organização utilizar ferramentas de qualidade se a alta administração não estiver comprometida com o sistema de gestão da

qualidade. A motivação para alterações referentes à estrutura e comportamento da empresa deve partir e ser apoiada pela alta direção, pois segundo Juran (1997) é o grau de liderança da alta administração que determina o sucesso dentro da organização.

O envolvimento da alta administração pode facilitar o engajamento das pessoas nas atividades referentes à gestão da qualidade, que é um fator determinante para o sucesso de gestão da qualidade. Este envolvimento é importante para evitar que as pessoas reajam insatisfatoriamente com propostas de mudanças, que são necessárias à melhoria dos processos e produtos (Oliveira, 1997).

Desta forma, a alta direção não pode apenas delegar ou apoiar as atividades, mas é preciso agir e saber o motivo das ações que serão tomadas para a nova gestão da qualidade e assim motivar seus funcionários (Deming, 1990).

Para motivar os seus funcionários, as organizações podem mostrar a eles a importância do papel desempenhado por cada funcionário e que outras pessoas contam com ele. Como resultado disso, espera-se do funcionário, que ao mesmo tempo em que ele eleva seu nível de satisfação, ele também melhora a produtividade no seu trabalho (MORETTI, 2008).

Chiavenatto (2009) acredita que ao motivar os funcionários e ao satisfazer as suas necessidades com recompensas, remuneração e benefícios, pode-se melhorar diretamente a qualidade do processo de fabricação.

Além de motivar os funcionários, quando a organização pensa em melhoria e garantia de qualidade do processo é indicado que ela invista em treinamentos adequados para cada nível de funcionários. Da mesma maneira que a falta de capacidade ou habilidade do funcionário prejudica os resultados do processo no qual ele atua (MORETTI, 2008).

Em busca de alcançar melhoria na organização e também por pressões do cliente empresas adotam a certificação ISO 9001 (SAMPALHO; SARAIVA;



<b>Princípios</b>	<b>Definição</b>
1. Foco no cliente	Entender as necessidades atuais e futuras dos clientes
2. Liderança	Líderes de todos os níveis devem estabelecer unidade de propósito; Estabelecer a direção; Criar ambiente interno para atender os objetivos da qualidade
3. Competência e comprometimento das pessoas	As pessoas de todos os níveis pela criação de valor do indivíduo para a organização A competência e conhecimento facilitam a participação das pessoas na realização dos objetivos da organização
4. Abordagem por processos	Os resultados são obtidos com maior eficiência quando os recursos e as atividades são gerenciados como um processo
5. Melhoria	Ter foco contínuo de melhoria, com análise de riscos e oportunidades baseado no ambiente externo e internos
6. Decisão baseada em informações	Análises lógicas ou intuitivas, baseadas em fatos e dados, são a base para a tomada de decisão efetiva
7. Gestão de relacionamento	Buscar maior ênfase das partes interessadas

*QUADRO 2: PRINCÍPIOS DA ISO 9001. FONTE: ADAPTADO DA ABNT (2015)*

O Quadro 2 apresenta os 7 princípios da ISO 9001. A série ISO 9001 estabelece requisitos para o Sistema de Gestão da Qualidade de uma organização, o que não significa conformidade do produto às suas respectivas especificações (ABNT, 2005). Desta forma, a implantação da Norma não garante que os produtos fabricados pela empresa atenderão às especificações definidas para o produto.

O setor automotivo, segmento abordado neste trabalho, abrange tanto as normas de gestão da qualidade definidas pela ISO 9001 (2015), quanto a ISO/TS 16949 (2013), que corresponde à uma especificação técnica da ISO

específica para o setor automotivo, cujos requisitos buscam garantir a qualidade dos processos, segurança dos usuários de automóveis e melhor qualidade do produto fornecido para as montadoras.

A ISO/TS 16949 foi desenvolvida pela International Automotive Task Force (IATF). O IATF é uma comissão técnica da ABNT formada pelas montadoras BMW, Chrysler, Daimler, Fiat, Ford, General Motors, PSA, Peugeot, Renault e Volkswagen, além de mais cinco associações de fabricantes:

- ANFIA (*Associazione Nazionale Fra Industrie Automobilistiche*) italiana;
- AIAG (*Automotive Industry Action Group*) americano;
- FIEV (*Fédération des Industries des Équipements pour Véhicules*) francesa;
- SMMT (*Society of Motor Manufacturers and Traders*) britânica;
- VDA (*Verband der Automobilindustrie*) alemã.

A ISO/TS 16949 é utilizada em conjunto com a ISO 9001 (2015) e contém requisitos para padronizar as exigências das montadoras mundiais. A ISO/TS 16949 (2013) junto com a ISO 9001 (2015) definem os requisitos do sistema de gestão da qualidade para projeto e desenvolvimento, produção e, quando pertinente instalações e serviço relacionados aos produtos automotivos (ABNT, 2010).

Para que a organização se certifique com a ISO/TS 16949 (2013) é necessário primeiramente, a certificação ISO 9001 (2015) em sua versão corrente, e atualmente toda empresa que pretende fornecer os produtos para o segmento automotivo necessita de ambas as certificações.

Assim, considerando a necessidade de ambas as certificações, existe um conjunto de requisitos que devem ser atendidos para isso. A principal diferença entre a ISO 9001 (2015) e a ISO/TS 16949 (2013) é que a ISO 9001 (2015) é generalizada para todos os segmentos de organizações, já a ISO TS contém

requisitos específicos para o segmento automotivo, o que permite à ela maior detalhamento e direcionamento.

Com relação à competência dos recursos humanos, a ISO 9001:2015 determina que a organização deve prover o desenvolvimento dos funcionários. Já a ISO/TS 16949 (2013) define que a organização deve identificar as necessidades dos seus funcionários, prover treinamento específico para pessoal da engenharia e treinamento no posto de trabalho de cada operador.

Para o Planejamento do processo de fabricação do produto, a ISO TS 16949 (2013) se preocupa em coletar informações de experiências anteriores ou produtos similares para utilizarem como exemplos no momento do desenvolvimento de um novo produto ou processo. Também no planejamento é solicitado a elaboração do FMEA Failure Mode and Effect Analysis (Análise do tipo e Efeito do Modo de Falha). A análise FMEA tem como objetivo identificar as falhas potenciais no processo, identificar a severidade destas falhas, determinar a probabilidade de ocorrência, propondo a realização de ações que reduzam ou eliminem os fatores e/ou riscos que promovam a ocorrência das falhas (PINHO et al, 2009).

Após identificar as potências falhas, por meio do FMEA, a equipe elabora um plano com todos os controles para se evitar as potências falhas encontradas. Este plano é conhecido como Plano de Controle. O Plano de Controle é uma planilha com todos os controles e suas frequências que devem existir durante o processo.

Para a elaborar o FMEA é indispensável uma equipe capacitada que conheça tanto a ferramenta FMEA quanto o processo e o produto em questão, por isso a ISO/TS 16949 (2013) requer habilidades para o pessoal responsável de desenvolvimento.

Quanto à manutenção, a ISO 9001:2015 solicita apenas a utilização de equipamentos adequados, portanto a ISO/TS 16949 (2013) detalha os cuidados com os equipamentos do processo de fabricação, solicitando também

a prática de manutenção preventiva e preditiva para os equipamentos, embalagens, ferramental e dispositivos de controles.

Destaca-se que a manutenção é toda ação realizada em um equipamento, conjunto de peças, componentes, dispositivos, circuito ou estrutura que se esteja controlando, mantendo ou restaurando, a fim de que o mesmo permaneça em operação ou retorne a sua função requerida (GIACOMET, 2001).

Porém a gestão de manutenção necessita de muita atenção e conhecimento por parte do funcionário. Quando a manutenção é bem realizada ela melhora a produtividade e qualidade dos produtos, em decorrência a empresa se torna mais competitiva no mercado (BOLGENHAGEN et al, 2011).

Portanto a empresa deve avaliar e definir a melhor estratégia de manutenção para cada um de seus equipamentos como corretiva, preventiva e preditiva. Dentre as estratégias de manutenção, a mais comumente usada pelas empresas é a manutenção preditiva, contudo, se seus custos são proibitivos ou se um método para monitoramento da condição do equipamento ainda não foi desenvolvido, é indicada a manutenção preventiva baseada no tempo (ME MENDES; RIBEIRO, 2014).

A manutenção preditiva tem o objetivo de prevenir falhas nos equipamentos ou sistemas por meio de acompanhamento de diversos parâmetros, permitindo a operação contínua do equipamento pelo maior tempo possível (KARDEC, NASCIF, 2013).

O método da manutenção preditiva baseia-se no monitoramento de certos parâmetros das máquinas durante o processo produtivo, identificando anomalias e controlando suas evoluções para dar ao equipamento o máximo de vida útil, sem que haja gastos desnecessários com trocas de peças que podem custar um pouco mais. (QUADROS; MARRANGHELLO, 2011).

A manutenção preditiva é considerada uma das manutenções de maior custo devido aos equipamentos necessários para fazer uma análise sistemática de

vários itens do equipamento avaliado (BOLGENHAGEN et al, 2011). Segundo Kardec e Nascif (2013), os custos envolvidos na Manutenção preditiva devem ser analisados por dois ângulos:

- O acompanhamento periódico por meio de instrumentos/aparelhos de medição e análise é baixo e quanto maior o progresso na área de microeletrônica, maior a redução de preços. A mão de obra envolvida não apresenta custo significativo, haja vista a possibilidade de acompanhamento, também pelos operadores.
- Em relação aos custos envolvidos na instalação de sistemas de monitoramento contínuo online, estima-se que o nível inicial de investimentos é de 1% do capital do equipamento a ser monitorado e que um programa de acompanhamento de equipamento bem gerenciado apresenta uma relação de custo baixo com benefício satisfatório.

Independentemente dos custos, Kardec e Nascif (2013) afirmam que a Manutenção preditiva é a que oferece melhores resultados, pois intervém o mínimo possível no processo. Já a manutenção preventiva procura obstinadamente evitar a ocorrência de falhas, ou seja, procura prevenir (KARDEC, NASCIF, 2013).

Apesar da ISO/TS 16949 (2013) ser uma norma de gestão da qualidade que apresenta maiores detalhamentos de seus requisitos em relação à norma ISO 9001:2015, ela ainda não tem requisitos específicos para cada tipo de processo. Pois eles são definidos para processos em geral.

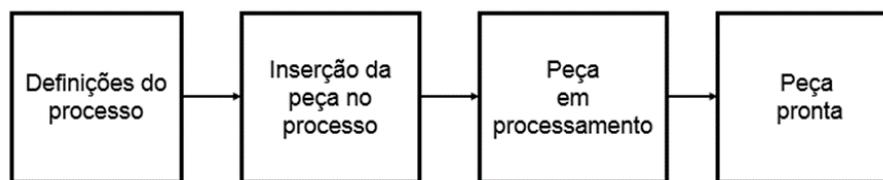
Para garantir que um determinado produto atenda às suas especificações, ele deve ser realizado num processo com especificações e qualidade adequadas para produzi-lo. Em um processo convencional, as especificações e qualidades do mesmo podem ser verificadas e alteradas antes que a peça entre em contato com o processo. Porém, alguns processos não permitem este tipo de verificação ou alteração, pois, caso a peça entre em contato com a peça antes

do mesmo estar adequado para recebe-la a mesma pode ser danificada. Um exemplo deste tipo de processo é o Tratamento térmico, que por meio de aquecimento seguido de resfriamento tem a finalidade de alterar as propriedades físicas e mecânicas dos metais. Porém se o grau de temperatura do forno estiver incorreto pode não alcançar as propriedades ideais da peça. A aplicação incorreta deste processo pode resultar em custos inesperados e a peça precisará ser retrabalhada ou até mesmo ser descartada.

Para fins de apresentação deste conceito, este estudo adotou a definição de processo convencional e processo especial, para estar de acordo com o Manual CQI Um processo convencional é todo processo que permite a definição de seus parâmetros quando o produto está pronto para ser processado. Neste processo, as características críticas para a qualidade que devem ser avaliadas e controladas, como por exemplo, as dimensões e formas são definidas no início do processo, e podem ser modificados caso seja necessário.

No processo convencional, os seus parâmetros (temperatura, espessura, tempo, dentre outros) podem ser redefinidos durante o processamento da peça. As definições do processo como os parâmetros (temperatura, espessura, tempo, entre outros) e as suas condições podem ser definidas após a peça já estar no processo. Desta forma, caso alguma alteração seja necessária, ela não interfere no resultado final do produto.

Já em um processo denominado especial, as definições dos parâmetros e as condições do processo precisam ser definidas antes do produto entrar no processo. As etapas de um processo especial estão ilustradas na **Erro! Fonte de referência não encontrada.9.**



*FIGURA 9: DEFINIÇÃO DE PROCESSO ESPECIAL. FONTE ELABORADO PELA AUTORA*

A Figura 9 ilustra a sequência de um processo especial. No processo especial, se a peça for inserida em momentos nos quais o processo não estiver em condições ideais para o processamento, pode ocasionar defeitos ou má qualidade no produto. Dentre os processos que podem ser considerados como especial, destacam-se:

- **Processo de Soldagem:** consiste em unir metais pela concentração de calor, pela pressão ou ambos para causar a união das áreas adjacentes (DOYLE, 1978). Este processo é considerado especial, pois todos os equipamentos devem estar em condições boas para uma boa soldagem e também o soldador deve ser capacitado para realizar uma soldagem na peça.
- **Processo de Tratamento Térmico:** modifica ou melhora as propriedades de um metal para alguma operação ou serviço posterior (DOYLE, 1978). Considerado especial pois tanto os parâmetros quanto os equipamentos precisam estar bem estabelecidos para que o processo de tratamento térmico atinja o objetivo na peça.
- **Processo de Tratamento superficial:** aplicado tanto para fins decorativos quanto para proteção da peça que geralmente é obtido por uma reação química com a superfície e metais. Além de motivos similares ao processo de soldagem e tratamento térmico, o processo de tratamento superficial possui fases que se não forem bem realizadas podem prejudicar o processo seguinte, o que o torna um processo denominado especial.

Como as normas ISO não possuem requisitos específicos para controle e processo de processos especiais, o órgão AIAG (Automotive Industry Action Group), formado pelas montadoras americanas Ford, General Motors e

Chrysler desenvolveu manuais denominados CQIs (Continuous Quality Improvement), que trazem estes requisitos.

O AIAG é uma organização globalmente reconhecida, onde fabricantes e fornecedores se reúnem para tratar e resolver problemas que afetam a cadeia de suprimentos automotiva; por todo o mundo (AIAG, 2007).

Segundo o AIAG (2007), o objetivo dos manuais CQIs é o desenvolvimento de sistemas de gerenciamento de processos especiais que permita aprimoramento contínuo, enfatizando a prevenção de defeitos e a redução de variações e perdas na cadeia de suprimento.

Os CQIs são manuais que possuem controles e monitoramentos direcionados especificamente para cada tipo de processo especial de acordo com sua publicação. Neles constam os controles e monitoramentos que devem ser feitos, além da frequência.

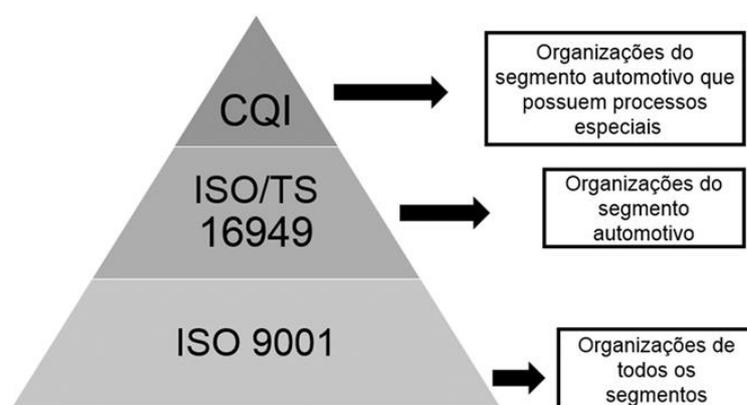
Além disso, estes manuais também determinam o nível técnico e gerencial para a execução das tarefas relacionadas aos dos processos especiais, como nível de formação, tempo de experiência na área de atuação e também documentação e treinamentos necessários para cada atividade.

Estes manuais tornaram-se um pacote de exigências requeridas na cadeia de suprimentos automotivo, que atualmente estão direcionados para cinco processos:

- CQI 9 - Special Process: Heat Treat System Assessment - Avaliação do Sistema de Tratamento Térmico;
- CQI 11 - Special Process: Plating System Assessment – Avaliação do Sistema de Deposição;
- CQI 12 - Special Process: Coating System Assessment – Avaliação do Sistema de Revestimento;

- CQI 15 – Special Process: Welding System Assessment – Avaliação do Sistema de Soldagem;
- CQI 17 – Special Process: Soldering System Assessment – Avaliação do Sistema de Solda Eletrônica.

Destaca-se que os manuais CQIs não substituem a utilização e certificação da ISO 9001 e da ISO/TS 16949, mas é um complemento obrigatório para os fornecedores de empresas automotivas que possuem processos especiais, conforme ilustra a Figura 10.



*FIGURA 10: ESTRUTURA DE ADOÇÃO DE NORMAS PARA AS ORGANIZAÇÕES. FONTE: ELABORADO PELA AUTORA*

A Figura 10 ilustra a diferença de adoção das normas ISO 9001 (2015) e ISO/TS 16949 (2013) e os manuais CQIs para processos especiais. Diferente da ISO/TS 16949 (2013) e da ISO 9001 (2015) que não detalham os requisitos em relação ao tipo de processo, os manuais CQIs detalham controles e monitoramentos específicos para cada um dos processos especiais da indústria automotiva.

Os manuais CQIs são divididos em duas partes: (i) Gerencial e (ii) Tabela de Processo. A parte Gerencial segundo Manual AIAG (2007) é dividido em Duas seções: Responsabilidade da Direção e Planejamento da Qualidade; a parte Tabela de Processo trata da Responsabilidade de Chão de Fábrica e do Manuseio de Material.

A primeira seção contém requisitos de implementação do processo com o manual CQI, onde se verifica a utilização do FMEA; de Plano de Controle; Capacitação dos funcionários; Estudo de capacidade do processo; entre outros.

A capacidade do processo fornece as tolerâncias naturais do processo, que são os valores por ele assumidos, quando o processo está sob controle estatístico, ou quando eles apresentam somente a variabilidade inerente ao processo (variabilidade aleatória) (PALADINI, 2012). Com isso é possível saber se o processo capaz de atender às especificações do produto e tomar ações, caso ele não seja.

Estes requisitos também são solicitados na ISO/TS 16949, mas para atender o manual CQI, independente do processo especial, a organização deve focar em cada uma das etapas do processo de fabricação, para que o processo esteja adequado para atender seu objetivo.

Nos requisitos referentes à capacitação dos funcionários, deve-se considerar, além da sua capacidade e habilidade para executar as suas atividades, como requer a ISO/TS 16949, devem ser realizados treinamentos específicos para o processo especial, para que o operador entenda claramente a finalidade do processo que ele atua, as suas especificações e características.

Uma singularidade dos Manuais CQIs é a exigência que a organização tenha um funcionário especialista e com atividades dedicadas no local, com experiências específicas de conhecimento no processo especial da empresa, com evidência que inclua um mínimo de 5 anos de experiência no processo especial que ele atua. Ou também pode ser a combinação de educação formal neste processo e experiência no processo, totalizando um mínimo de 5 anos também (AIAG, 2007).

Apesar da ISO/TS 16949 possuir requisitos referentes à manutenção preventiva aplicadas aos equipamentos da organização, os manuais CQIs têm uma ressalva, que requerem o desenvolvimento de uma lista de itens críticos

de reposição, para evitar a paralisação da produção decorrente da falta de manutenção ou manutenção inadequada.

As indisponibilidades destes itens, na maioria das vezes, provocam a paralisação de equipamentos e/ou de processos relevantes para a empresa (WANKE, 2012). No entanto, as empresas enfrentam um problema mais complexo: as peças de reposição são caras, a demanda é errática e de difícil previsão, os tempos de resposta são geralmente longos, decorrentes da necessidade de importação de determinadas peças (GOMES; WANKE, 2008).

Desta forma, além da disponibilidade dos itens de reposição, a empresa deve fazer a gestão dos mesmos. Esta gestão deve garantir a alocação adequada e coerente, quantidades mínimas definidas para cada tipo de material, além de regras de limpeza e armazenamento das mesmas.

Ainda na fase gerencial dos manuais CQIs, existe a preocupação com o chão de fábrica. Eles exigem conformação com o ambiente que o processo está localizado para que o mesmo não seja contaminado de impurezas. Portanto existem requisitos que requerem a fábrica limpa e em ordem e totalmente livre de contaminantes.

Os manuais CQIs também tratam das paradas inesperadas que podem prejudicar um processo especial, como por exemplo, uma parada de energia, incêndio, dentre outras. Para evitar e tratar estas paradas, os manuais solicitam que a organização tenha profissionais definidos e capacitados para ações que eventualmente devam ser tomadas, caso episódios destas paradas ocorram.

A segunda fase dos manuais CQIs são as Tabelas de Processo, que apresentam as especificações que o processo deve seguir, são desenvolvidas para cada processo especial. Dentre estas especificações estão os parâmetros definidos para cada um dos processos, com a respectiva frequência de monitoramento e o tipo de controle que deve ser feito para cada um dos processos especial.

Dentre os processos especiais definidos pelos manuais CQI, este estudo trata do processo de tratamento superficial por galvanização de cromo duro. Entre os cinco processos especiais, optou-se pelo processo de Tratamento Superficial devido a pesquisadora ter mais conhecimento deste processo do que com os demais. Desta forma, estão apresentadas e discutidas neste estudo, somente as especificações deste processo, conforme mostra a Tabela de Processo do Quadro 3. Conforme mostra o Quadro 3, estão apresentadas indicações de controle e monitoramento para as seguintes fases do processo: pré-tratamento (limpeza), tratamento (deposição metálica na peça), pós-tratamento (limpeza).

<b>Etapa do processo</b>	<b>Controle</b>	<b>Monitoramento</b>
<b>Limpeza do Metal</b>		
Temperatura	Automático	Monitoramento contínuo pelo controlador
Concentração	Manual	Uma vez ao dia
Tempo	Automático	Após qualquer alteração de programa
Agitação	Automático	Conforme Folha de processo
Nível de solução	Automático/Manual	Uma vez a cada 8 horas
Lavagem final	Automático	Uma vez a cada 8 horas
<b>Limpeza mecânica (se houver)</b>		
Polimento e buffing		
Rotação por minuto (rpm) da roda	Automático ou manual	Conforme Folha de processo
Material da roda de buffing	Manual	Conforme Folha de processo
Composto da roda de buffing	Automático ou manual	Conforme Folha de processo
Perfil da superfície é verificado após o processo (se aplicável)	Manual	A cada carga
Processo de jateamento abrasivo:		
Tipo de meio	Manual	A cada troca de peça
Tamanho do meio de jateamento: - Tamanho do meio esta sendo verificado dentro de uma programação regular para determinar a limpeza efetiva e a vida do mix de produto	Manual	Conforme cronograma de manutenção preventiva, no mínimo uma vez por semana
Fluxo do meio abrasivo ou pressão do ar do bocal: - A força de jateamento é determinada e mantida dentro dos limites de controle	Automático ou manual	Conforme Folha de processo
Tempo de permanência está claramente definido. - Se for necessário jateamento adicional é necessária a aprovação da gerência	Automático ou manual	Conforme Folha de processo
Nível do meio abrasivo	Manual	A cada carga
Limpeza da superfície é verificada após o processo. Teste do sulfato de cobre	Manual	A cada carga
Perfil da superfície é verificado após o processo (se aplicável)	Manual	A cada carga

Continuação

Etapa do processo	Controle	Monitoramento
<b>Decapagem (se houver)</b>		
Temperatura	Automático	Monitoramento contínuo pelo controlador. Verificar manualmente diariamente
Concentração	Automático ou Manual	Uma vez ao dia
Temperatura	Automático ou Manual	Conforme Folha de Processo
Agitação ou circulação (se aplicável)	Automático	Conforme Folha de Processo
Corrente/Voltagem (se aplicável)	Automático ou Manual	Uma vez a cada 8 horas
Nível de solução	Automático ou Manual	Uma vez a cada 8 horas
Lavagem final	Automático	Uma vez a cada 8 horas
<b>Tratamento Superficial de Cromo</b>		
Temperatura	Automático	Monitoramento contínuo pelo controlador. Verificar manualmente diariamente
Concentração de impurezas metálicas de Fe, Cr <sup>+3</sup> , Cu e Ni	Manual	Uma vez por semana
Tempo	Manual	Após qualquer alteração de programa
Agitação ou circulação	Automático	No início de cada turno
Corrente/Voltagem (se aplicável)	Automático ou Manual	Uma vez a cada 8 horas
Nível de solução	Automático ou Manual	Uma vez a cada 8 horas
Lavagem final	Automático	Uma vez a cada 8 horas

QUADRO 3: TABELA DE PROCESSO DE CROMO DURO. FONTE: ADAPTADO DE AIAG (2007)

O Quadro 3 apresenta a tabela de processo do manual CQI 11 para o processo de cromo duro. Nesta tabela o processo cada etapa do processo contém as variáveis para serem controladas e monitoradas. Neste trabalho serão consideradas os parâmetros das fases: limpeza do metal, decapagem e tratamento superficial de cromo, pois são as que contêm no processo em estudo. Os controles podem ser manuais ou automáticos, dependendo do que esta tabela exige. Além de determinar as variáveis a serem controladas, a Tabela de Processo também define o monitoramento para cada variável.

O monitoramento é feito com base em medições utilizando equipamentos ou instrumentos especiais, que segundo Kardec e Nascif (2013) tem os seguintes objetivos:

- Fornecer um valor de medição do parâmetro que está sendo acompanhado;
- Ser o valor medido independente do operador do instrumento, desde que utilizado o mesmo procedimento.

Já o monitoramento contínuo segundo Kardec e Nascif (2013) é adotado principalmente em situações que o tempo de desenvolvimento do defeito seja curto e em equipamentos de alta responsabilidade, porém é apropriado que o monitoramento contínuo venha acompanhado de dispositivos capazes de alarmarem e depois pararem o equipamento no momento que o valor limite seja atingido.

Como restrição o monitoramento pode ser considerado um modelo mais complexo de se implementar e também requer maiores investimentos e acarreta maiores custos de implementação (PALADINI, 2009).

### 3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

O presente Capítulo descreve os aspectos metodológicos considerados para o desenvolvimento deste estudo, que classifica esta pesquisa de acordo com o gênero; os objetivos; a abordagem e o método, conforme mostra a Figura 11.

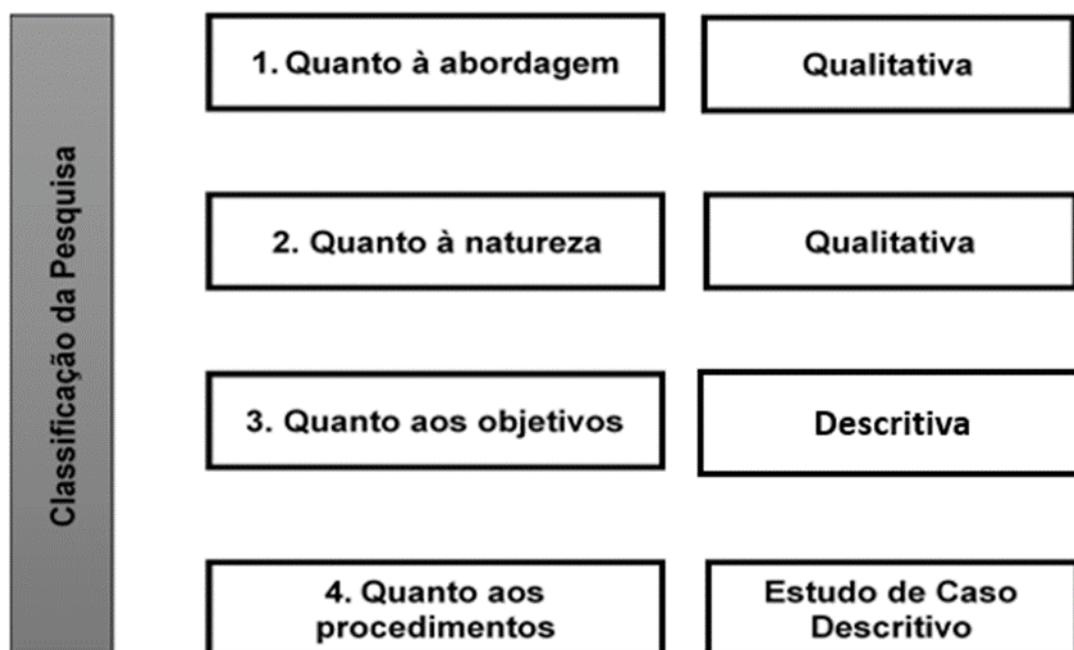


FIGURA 11: CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA. FONTE: ELABORADO PELA AUTORA

De acordo com a Figura 11, esta pesquisa está classificada de acordo com quatro aspectos. O primeiro aspecto é quanto à abordagem, na qual ela está classificada como qualitativa. Esta abordagem implica que o estudo não se preocupa com a representatividade numérica das informações coletadas e observadas, mas sim com o aprofundamento da compreensão do fenômeno avaliado na organização (GOLDENBERG, 1997).

Quanto à natureza, esta pesquisa foi classificada como aplicada, por visa gerar conhecimentos para a aplicação prática, buscando soluções de problemas específicos.

Quanto aos seus objetivos, esta pesquisa está classificada como descritiva e explicativa. A definição de descritiva foi definida, pois esta pesquisa exige que o pesquisador obtenha uma grande quantidade de informações sobre a avaliação e controle do processo avaliado. Além disso, esta pesquisa busca descrever os fatos e fenômenos referentes ao processo estudado (TRIVINOS, 1987). Esta pesquisa também foi classificada quanto aos objetivos, como explicativa, pois ela se preocupa em identificar fatores que determinam ou que contribuem para o fenômeno avaliado, neste caso, o processo de tratamento superficial e deve explicar este fenômeno por meio dos resultados obtidos no desenvolvimento do estudo (GIL, 2007).

Quanto aos procedimentos, este estudo foi classificado como um estudo de caso descritivo. Segundo Yin (2003) um estudo de caso é usado quando se deseja conhecer melhor um fenômeno que afeta um indivíduo, um grupo ou uma organização. O objetivo de um estudo de caso descritivo é mostrar uma realidade desconhecida, apenas descrevendo o evento, sem fazer generalizações. Este tipo de estudo não procura estabelecer as relações de causa e efeito, mas apenas mostra a realidade como ela é, embora os resultados observados possam ser usados para formulação de hipóteses de causa e efeito.

O desenvolvimento de um estudo de caso é baseado em várias fontes de evidências, considerando o desenvolvimento prévio de proposições teóricas para conduzir a coleta dos dados (YIN, 2003). Para o desenvolvimento de um estudo de caso, Yin (2003) sugere as atividades, conforme mostra em seu método, conforme Figura 11.

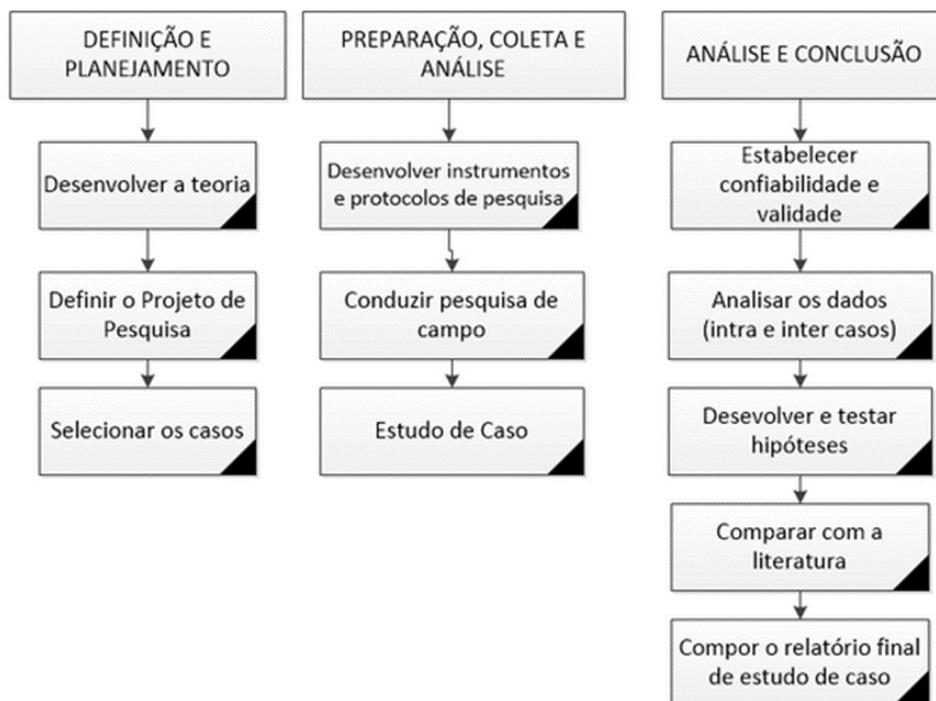


FIGURA 12: ATIVIDADES PROPOSTAS PARA O DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO DE CASO. FONTE: ADAPTADO DE YIN (2010)

Conforme mostra a Figura 12, as atividades que devem ser desenvolvidas em um estudo de caso estão divididas em três grupos. O primeiro grupo de atividades estão relacionadas com a definição e ao planejamento do estudo de caso. Para isso, Yin (2003), sugere que sejam especificados os seguintes componentes: (i) as questões de um estudo; (ii) sua (s) unidade (s) de análise; (ii) os critérios para interpretação das descobertas, que são apresentados a seguir:

- Questão do estudo: Os controles e monitoramentos determinados pelo Manual CQI 11 para parâmetros de um processo de galvanização de cromo contribuem para a melhoria e estabilização do processo?
- Unidade de análise: processo de galvanização de cromo em empresa do setor automotivo localizada no interior de São Paulo.
- Os critérios para interpretações descobertas: serão utilizados como critérios os requisitos gerenciais e técnicos do manual CQI 11 em

comparação com os resultados da coleta de dados realizada para esta pesquisa

Este estudo aborda um caso único, pela facilidade de acesso ao local de estudo, e também pelo fato do pesquisador possuir contatos pessoais, que devem facilitar a coleta dos dados e a possibilidade de dados mais completos.

O segundo grupo de atividades a serem desenvolvidas estão relacionadas com a preparação, coleta e análise dos dados. Para isso, primeiramente deve-se desenvolver procedimentos e instrumentos de pesquisa e estabelecer um protocolo de pesquisa.

De acordo com Miguel; Sousa (2012) para o estudo de caso podem ser empregadas múltiplas fontes de evidência. Nesta pesquisa serão utilizadas fontes de entrevistas estruturadas; análise documental e observações das rotinas do processo avaliado.

Em um estudo de caso, a entrevista tem como principal objetivo a obtenção da percepção dos envolvidos na adoção de determinado assunto ou problema (Marconi; Lakatos, 2013). Segundo estes autores existem diferentes tipos de entrevistas, que variam de acordo com o propósito do entrevistador: Padronizada ou estruturada; despadronizada ou não estruturada e Painel. A entrevista deste estudo será conduzido de maneira despadronizada, pois as perguntas não serão iguais para todos os entrevistados.

A definição dos respondentes é peça chave para que o estudo tenha consistência. Os entrevistados podem fornecer ao pesquisador percepções e interpretações sob um assunto, como também podem sugerir fontes nas quais se pode buscar evidências corroborativas – e pode-se iniciar a busca a essas evidências (YIN, 2001).

Para esta pesquisa os respondentes ocupam os seguintes funções do processo de galvanização de cromo duro:

- Responsável pela implementação do projeto na empresa;

- Diretor da produção;
- Tecnólogo do processo;
- Planejador da Qualidade do processo;
- Responsável pelo laboratório de testes e análises de produção do processo;
- Planejador de Manutenção do processo.

Definiu-se também a observação como outra técnica para a coleta de dados, com o objetivo de se obter informações e avaliar os sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade (MARCONI; LAKATOS, 2013). Para isso, serão realizadas visitas no chão de fábrica para verificar *in loco* e/ou *in modus operandis*, o fenômeno estudado (MIGUEL; SOUSA, 2012).

Com as técnicas para coletar dados definidas, elaborou-se um protocolo de pesquisa, com os procedimentos e regras gerais para sua condução, assim como a indicação da origem das fontes de informação (MIGUEL; SOUSA, 2012). Para Yin (2010), o protocolo de pesquisa é uma das táticas principais para se aumentar a confiabilidade dos resultados obtidos no estudo de caso.

Yin (2010) recomenda a aplicação de um protocolo de pesquisa, contendo as seguintes seções: (i) Visão geral do projeto, com objetivos, patrocínios, assunto do estudo e leituras relevantes; (ii) Procedimentos de campo; (iii) Questões de estudo de caso; (iv) Guia para o relatório final do estudo de caso.

Para este estudo, definiu-se o seguinte protocolo de pesquisa:

Visão Geral do projeto: analisar se o manual CQI 11 contribui para a melhoria do processo de galvanização de cromo duro em uma empresa do setor automotivo.

Quanto a Procedimento de Campo, uma das motivações para este estudo é a preocupação do cliente com aumento de número de recalls e sua exigência sobre a aplicação dos manuais do AIAG dos CQIs.

Os requisitos do manual CQI 11 solicitam muitos controles de parâmetros dos processos e a empresa precisa avaliar como atender todos eles e quais deles já atendem.

Esta empresa atende o mercado automotivo, fornecendo componentes para veículos de todo o mundo. No Brasil a empresa possui 8 plantas fabris no estado de São Paulo e Minas Gerais. A planta escolhida está localizada no interior de São Paulo na região de Campinas. Optou-se por essa planta pelo fácil acesso da pesquisadora dentro da mesma.

A planta possui 1547 colaboradores e produz oito tipos diferentes de produtos para montadoras como Fiat, Chrysler, General Motors, Ford entre outras. Os cinco processos especiais considerados atualmente pelo AIAG são encontrados no processo de fabricação em 60% dos produtos da empresa, apresentados no Quadro 4.

CQI	Processo Especial	Unidade Operativa	Tipo
9	Tratamento Térmico	Injetor	Têmpera
			Nitretação
			Normalização
11	Tratamento Superficial	Injetor	Cromo Duro
12	Tratamento Superficial	Serigrafia	Pintura
15	Soldagem	Injetor	Ultra-som
			Vibracional
			Solda Laser
		Plástico	Ultra-som
			Vibracional
		Montagem Eletrônica	Ultra-som
	Vibracional		
17	Solda Eletrônica	Placas	Todos os processos

**QUADRO 4: PROCESSOS ESPECIAIS DA EMPRESA DE ESTUDO. FONTE: ELABORADO PELA AUTORA**

Conforme apresentado no Quadro 4, cada CQI refere-se a um tipo de processo, e a organização possui todos estes processos em sua planta.

O terceiro grupo de atividades compreende a análise dos dados e a conclusão do estudo de caso. Para a análise dos dados devem ser desenvolvidos os seguintes itens: (i) desenvolver as etapas propostas no protocolo do estudo de caso; (ii) realizar as entrevistas estabelecidas para o estudo de caso; (iii) estudar o caso antes da implantação do controle do processo e após a sua implementação; (iv) analisar, de forma integrada, os resultados observados antes e depois da implementação do controle do processo.

A análise dos dados os requisitos do manual CQI 11 foi organizada utilizando a ferramenta Ishikawa. Convencionalmente, esta ferramenta é utilizada pelas empresas para análise dos processos de forma a identificar as possíveis causas de um problema (Moura, 2003; Slack 2009).

A organização da análise por meio do Ishikawa desdobrou os fatores que potencialmente influenciam na melhoria do processo de galvanização considerado neste estudo. Estes fatores foram desmembrados em seis categorias, conforme a proposta da ferramenta: mão de obra, máquina, material, método, medição e meio ambiente.

Por meio da coleta de dados, foi analisado cada um dos fatores encontrados nas categorias em comparação com os resultados encontrados na coleta de dados que serão apresentados no Capítulo 4.

## **4. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA**

Este estudo foi classificado segundo os seus procedimentos como um estudo de caso. Para o respectivo desenvolvimento, foram definidas, segundo Yin (2010), na Figura 13 do Capítulo 3, as atividades que devem ser desenvolvidas neste estudo. Para o seu desenvolvimento foram considerados cada uma destas atividades, cujos desenvolvimentos estão detalhadamente descritos neste Capítulo.

### **4.1. DEFINIÇÃO E PLANEJAMENTO**

De acordo com a Figura 13 (Capítulo 3), as primeiras atividades estão agrupadas na fase de Definição e Planejamento. A primeira etapa desta fase é o desenvolvimento da teoria, que foi desenvolvida a partir de pesquisas bibliográficas em livros, artigos científicos, e outros instrumentos. O resultado desta atividade resultou na construção do Referencial Teórico deste estudo, que está apresentado no Capítulo 2.

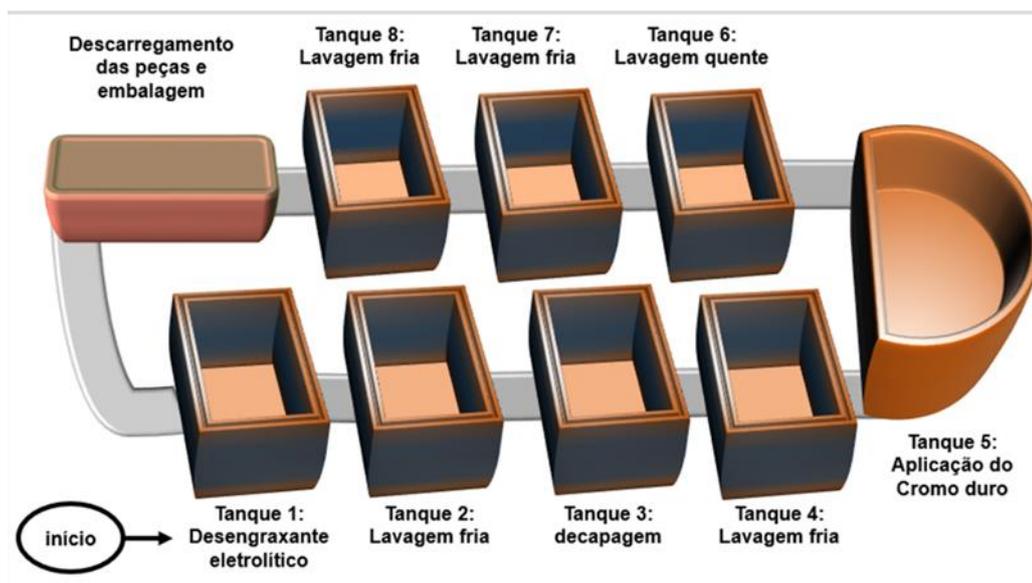
A segunda atividade corresponde a definição do projeto de pesquisa, seguida da definição do caso, que corresponde basicamente às questões relacionadas a descrição do caso e do problema avaliado. Este estudo foi motivado pela necessidade de adequar o processo de galvanização de cromo duro numa empresa do setor automotivo aos requisitos normativos da CQI.

A empresa aqui estudada atende ao mercado automotivo, fornecendo componentes para veículos de todo o mundo. No Brasil a empresa possui 8 plantas fabris no estado de São Paulo e de Minas Gerais. A planta aqui estudada está localizada no interior de São Paulo, na região de Campinas. Optou-se por essa planta pelo fácil acesso da pesquisadora dentro da mesma.

A planta possui 1547 colaboradores e produz oito tipos diferentes de produtos para montadoras como Fiat, Chrysler, General Motors, Ford entre outras. Os

cinco processos especiais considerados atualmente pelo AIAG são encontrados no processo de fabricação em 60% dos produtos da empresa.

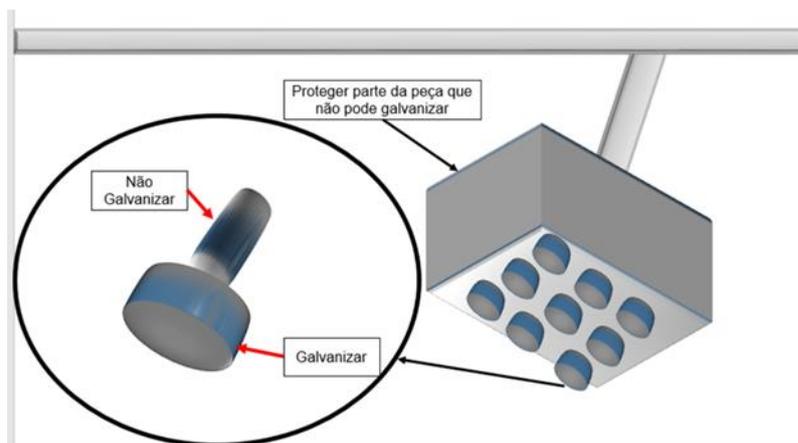
O processo considerado nesta pesquisa é o processo de galvanização de cromo duro, que está apresentado na Figura 13, tal como é definido na empresa avaliada.



*FIGURA 13: ILUSTRAÇÃO DO PROCESSO DE GALVANIZAÇÃO DE CROMO DURO DESTA ESTUDO. FONTE: ELABORADO PELA AUTORA*

Conforme ilustra a Figura 13, o processo de galvanização é realizado por uma sequência de 8 tanques, com atividades distintas e sequentes, da seguinte forma: desengraxante eletrolítico; lavagem fria; decapagem; lavagem fria, que são referentes ao pré-tratamento; aplicação do cromo-duro que é o tratamento de galvanização; lavagem quente; lavagem fria que são referentes ao pós-tratamento. Depois disto ainda é acoplado neste processo o descarregamento da peça e embalagem. Sempre depois de uma fase, a peça passa por um tanque de lavagem fria para que seja retirado qualquer excesso do processo anterior para que não prejudique o processo seguinte. A lavagem quente é realizada para retirar o excesso de cromo na peça e as duas últimas lavagens frias são para deixar a peça mais limpa.

As peças fabricadas pela empresa avaliada possuem 5 mm de diâmetro e 30 mm de altura cada, portanto, de acordo com a teoria aqui apresentada, elas são carregadas por gancheiras, que carregam várias peças ao mesmo tempo, conforme mostra a Figura 14.



*FIGURA 14: ILUSTRAÇÃO DO CARREGAMENTO DA PEÇA A SER GALVANIZADA NO PROCESSO DESTE TRABALHO. FONTE: ELABORADO PELA AUTORA*

A Figura 14 ilustra o carregamento das peças do processo em estudo. Por questões de características da finalidade do produto, a parte superior da peça não pode ser galvanizada, portanto esta parte fica protegida pela gancheira que a carrega durante todo o processo enquanto a parte inferior é galvanizada. Esta gancheira tem capacidade para carregar 20 peças ao mesmo tempo e neste processo é possível utilizar tem 14 gancheiras trabalhando simultaneamente.

#### **4.2. PREPARAÇÃO, COLETA E ANÁLISE**

Na Figura 12 do Capítulo 3 a segunda fase de um de um estudo de caso é a Preparação, Coleta e Análise. A primeira etapa nesta fase é desenvolver instrumentos e protocolos de pesquisa. Esta pesquisa os instrumentos foram entrevistas, observações e análise de dados.

Além das entrevistas, a pesquisadora participou de um treinamento sobre o processo estudado e sobre o manual CQI 11, referente a este processo, juntamente com os funcionários que atuam no processo. Os instrutores eram

especialistas no processo, contratados de uma empresa de Consultoria localizada na cidade de São Paulo. O treinamento teve duração de 16 horas e abordou todo o conteúdo dos manuais CQIs.

Também foram realizadas observações diretas do local, que permitiram conhecer a estrutura física e a cultura da empresa avaliada, o método de trabalho, além de participar de discussões em reuniões que dizem respeito ao respectivo processo.

Para o estudo de caso, foram avaliados os seguintes documentos como fonte de dados; descrição de função, relatório de indicador de refugo, relatório de auditoria no processo, apresentação sobre Implementação dos controles dos processos especiais apresentado a alta direção e material dos treinamentos.

A segunda etapa nesta fase é o procedimento de campo. Em relação a acessos na organização ou aos entrevistados - chave, inicialmente ocorreu por meio de contato telefônico, a partir do qual, a empresa se mostrou bastante interessada no estudo, pois considerou que este estudo poderá trazer benefícios para ela.

Para a coleta dos dados, a agenda de reuniões foi dividida em dois momentos: Antes da implementação do Manual CQI11 e após a sua aplicação, que foram coletadas 30 dias após a implementação. O objetivo de coletar dados antes da implementação foi para compreender como os parâmetros e resultados do processo se apresentavam, para posterior comparação com os parâmetros e resultados após a implementação, para avaliar resultados alcançados.

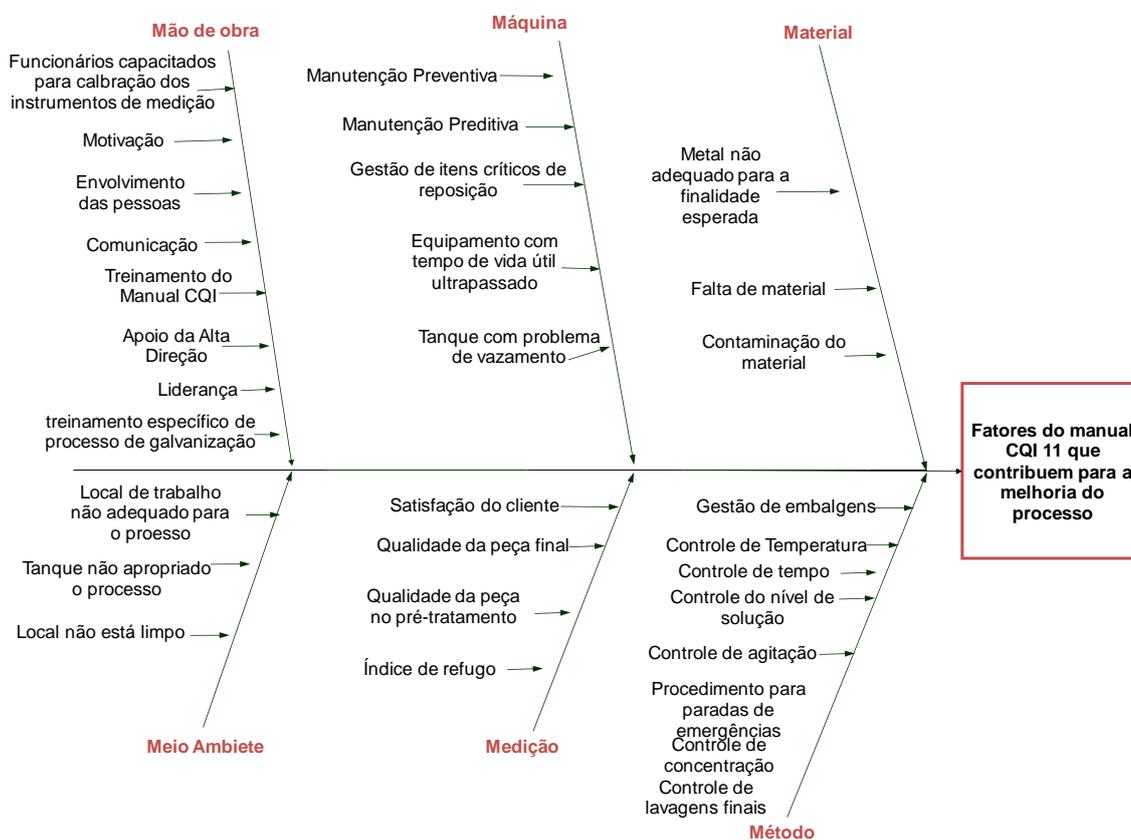
A última etapa desta fase é o desenvolvimento do estudo de caso. O caso estudado é um processo de galvanização de cromo duro. Já como resultado inicial deste estudo, destaca-se que, antes da implementação do Manual CQI 11, processo avaliado gerava uma perda anual de R\$1.811.409,61 por meio de cálculos não disponibilizados pela empresa para a pesquisa. Estas perdas eram derivadas de paradas de processo, refugos de peças, devolução de peças pelo cliente.



### 4.3. ANÁLISE E CONCLUSÃO

A última fase da pesquisa de estudo de caso é Análise e Conclusão. Para a análise dos dados elaborou-se um desdobramento dos fatores encontrados na literatura, que podem influenciar na qualidade do processo de uma organização e também os requisitos do manual CQI 11.

Estes fatores e requisitos foram divididos em seis categorias, com base nos 6 M's (mão de obra, máquina, método, meio ambiente, material e medição), conforme ilustra a Figura 15.



**FIGURA 15:** ISHIKAWA PARA DESOBRAMENTO DOS POSSÍVEIS FATORES QUE PODEM INFLUENCIAR A IMPLEMENTAÇÃO DO MANUAL CQI 11 NO PROCESSO DE GALVANIZAÇÃO DE CROMO DURO. FONTE: ELABORADO PELA AUTORA

A Figura 15 ilustra fatores encontrados no Manual CQI 11 e na literatura que eventualmente influenciam na melhoria do processo de galvanização, ao adequá-lo aos requisitos do manual CQI 11.

Cada uma das categorias consideradas foi analisada individualmente, para que fosse possível avaliar o seu status antes e depois da implementação. A primeira análise é referente a mão de obra e está apresentada no Quadro 5.

Desdobramento de Mão de Obra		
Categoria Teóricas	Antes da implementação do Manual CQI 11	Depois da Implementação do Manual CQI11
Treinamento do Manual CQI	Engenheiro do Sistema da Qualidade realizou treinamento antes de iniciar o processo de implementação do manual CQI na organização, pois foi o responsável pela gestão da Implementação	Todos os funcionários realizaram treinamento do Manual CQI, exceto o diretor da Qualidade
Apoio da Alta Direção	A Alta Direção apoiou a implementação do Manual CQI com o objetivo de melhorar a qualidade do processo	A Alta Direção não continuou com o apoio integral pois não ficou satisfeito com o tempo elevado que os funcionários dedicavam para a execução das atividades de implementação
Liderança	Antes da Implementação do Processo cada cargo tinha um líder para orientar as atividades a serem feitas	Foi estipulado um líder denominado Especialista. Este especialista atualmente é responsável por liderar todos os cargos envolvidos no processo de galvanização
Funcionário capacitado para Realizar Calibração dos equipamentos	Todos os funcionários que realizam a calibração dos equipamentos possuem capacitação para desempenhar esta atividade	Todos os funcionários que realizam a calibração dos equipamentos possuem capacitação para desempenhar esta atividade
Operador com treinamento para processo de Galvanização	Os operadores que trabalhavam com o processo de galvanização não tinham formação específica para este trabalho	Não foi disponibilizado treinamento externo dos operadores para o processo de Galvanização. Porém o líder desenvolveu um treinamento interno com conteúdos específicos deste processo
Motivação	Existe um programa dentro da organização que premia os colaboradores que melhor desempenham suas atividades dentro da empresa. Porém os únicos que participam deste programa são os operadores. Para cargos de engenheiro e tecnólogo não existe programa de motivação	O programa de motivação para os funcionários continua dedicado apenas para os operadores.
Envolvimento das pessoas	Os operadores são interessados em melhoria do processo, porém engenheiros e tecnólogos não demonstram envolvimento e interesse em melhoria da organização	A maioria dos envolvidos na implementação do manual CQI demonstraram interesse na melhoria do processo após o treinamento do Manual CQI, pois com o treinamento entenderam a importância de se controlar e monitorar processos especiais.
Comunicação	As informações do processo eram transmitidas por meio de e-mail para todos os envolvidos no processo. O local de armazenamento dos dados coletados era restrito dificultando conhecimento dos demais funcionários envolvidos no processo.	O líder do processo de galvanização, criou um local de compartilhamento de informações, onde todos os envolvidos no processo de galvanização têm acesso para verificar e incluir dados.

**QUADRO 5: ANÁLISE DO DESDOBRAMENTO DE MÃO DE OBRA. FONTE: ELABORADO PELA AUTORA**

O Quadro 5 apresenta no fator “Envolvimento das Pessoas”, que os funcionários demonstraram interesse na melhoria do processo com a implementação do manual CQI. Durante entrevista descobriu-se que o os

defeitos nas peças aconteciam frequentemente, porém os funcionários não tinham conhecimento de possíveis otimizações no processo que reduziriam estes defeitos. Porém após o treinamento, os funcionários identificaram melhorias a serem feitas no processo de galvanização de cromo, como por exemplo o controle de parâmetros e o monitoramento do mesmo.

Foi por meio do treinamento no manual CQI 11 que o time de funcionários envolvido nas atividades de implementação aprendeu a diferença de um processo convencional com um processo especial. Dentro da organização, todos os processos seguiam as mesmas atividades de controle e atenção. Após o treinamento do manual CQI 11, os funcionários foram designados para cuidar melhor do processo, em questão de limpeza, organização e principalmente em questões técnicas como frequência maior de análise do banho de cromo, controle dos parâmetros mais minucioso. Pois por ser um processo especial todos estes cuidados são importantes.

Conforme mostra o fator “Apoio da Alta Direção”, a Alta direção não se envolveu diretamente com o projeto de implementação ao manual CQI 11. Ela apenas autorizou o desenvolvimento do projeto e disponibilizou os funcionários necessários para realizar as atividades necessárias e, junto ao departamento de recursos humanos definiu o funcionário que assumiria o papel de especialista para o processo de galvanização de cromo duro.

Para a implantação do manual, o time de funcionários também encontrou problemas em investimentos financeiros por parte da Alta direção. Durante o projeto, identificou-se a necessidade de reformar o tanque, mas para isso era necessário a aquisição de novos equipamentos de medição. Porém, a Alta direção não disponibilizou recursos financeiros para este fim, alegando ser um custo alto em um momento em que a organização não estava com condições para realizar novos investimentos.

O tempo de duração do projeto de implementação ao manual CQI 11 foi estimado em um ano. Porém próximo faltando apenas 3 meses para tempo acabar, a alta direção se mostrou insatisfeita com o tempo elevado que os

funcionários dedicavam para este projeto. Isto causou dificuldades para que os funcionários envolvidos no projeto se dedicassem mais nos últimos meses, como por exemplo, o engenheiro de processo e o planejador da qualidade, não compareciam em reuniões de revisão do FMEA, pois tinham outras tarefas a serem cumpridas, que não estavam relacionadas ao processo de galvanização de cromo duro.

Quanto ao fator “Liderança”, após a implementação do manual CQI 11, a organização nomeou um líder para o processo, o que melhorou a comunicação entre os funcionários envolvidos no processo, pois o controle de todas as atividades foi centralizado neste líder. O líder nomeado possuía experiência de 18 anos de trabalho neste processo, o que ajudou no desenvolvimento de atividades como definição de controles, parâmetros, melhoria do processo.

O líder também foi responsável por proporcionar treinamentos internos para os colaboradores que atuavam no processo de galvanização de cromo duro. Neste treinamento foram abordados temas como corrosão de metal, fases do processo de galvanização de cromo duro, falhas no processo de galvanização, parâmetros importantes no processo de galvanização.

Quanto ao fator “Operador com treinamento para processo de galvanização”, durante visita da pesquisadora na empresa antes da implantação do manual CQI 11 os operadores sabiam apenas executar suas tarefas conforme instruções, porém não eram capazes de identificar anomalias, diferenças que ocorriam no processo.

Após o treinamento do manual CQI 11, os operadores passaram a identificar mais rapidamente as falhas na peça, além de controlar mais adequadamente os parâmetros do processo.

Com relação ao fator “Funcionários capacitados para realizar calibração dos equipamentos”, mesmo antes da implementação do manual, já existiam funcionários capacitados para a calibração dos instrumentos de medição. Portanto, não houve alterações nas atividades executadas por eles.

Sobre a categoria “motivação”, o programa de motivação que existia antes da implementação do manual CQI continua incentivando os funcionários a serem responsáveis na melhoria do processo, por meio de prêmios para as melhores ideias de melhorias, exposição em quadro de funcionário destaque no mês. Porém as funções como engenheiro, técnico e planejador não estão inclusas neste programa de motivação, o que durante entrevista notou-se certa desmotivação de empenho nas atividades dos funcionários destes níveis, mesmo sendo responsabilidade de suas funções a melhoria no processos, a maior queixa dos funcionários foi referente ao aumento de atribuição das tarefas/atividades.

O fator “Comunicação”, a organização desenvolveu um local para compartilhamento das informações para os funcionários atuantes na implementação do manual. Este compartilhamento de informações melhorou a comunicação dentro da organização. Dentre as informações que eram compartilhadas neste local, foram disponibilizados os dados que eram obtidos por este estudo. Os funcionários passaram a se basear nestes dados para ajudar a encontrar soluções para o processo de galvanização.

A segunda análise refere-se à categoria “Máquina, cujos dados estão apresentados no **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

Desdobramento de Máquina		
Categoria Teórica	Antes da Implementação do Manual CQI 11	Depois da Implementação do Manual CQI 11
Manutenção Preventiva	Antes da implementação existia um programa de manutenção preventiva na organização. Porém não era eficaz em armazenar as informações para utilizar em futuras atividades	Durante o estudo das melhorias necessárias para atender ao manual CQI 11 a organização identificou a necessidade de instalar termopares e termômetros no processo para controle do banho, porém mesmo entendendo a necessidade, a organização optou por não instalar
Manutenção Preditiva	A organização não tinha uma gestão de manutenção preditiva em seu processo	A organização não implementou manutenção preditiva
Gestão de itens críticos de reposição	Antes da implementação do processo cada função tinha um líder para orientar as atividades a serem feitas	A organização continuou não disponibilizando todos os itens críticos de reposição
Equipamentos com tempo de vida útil ultrapassado	Toda semana a máquina do processo de galvanização de cromo duro quebrava. Ela tem 19 anos de uso e nunca passou por atualizações	Continuou a mesma máquina no processo
Tanque com vazamento	Era frequente o vazamento nos tanques do processo antes da implementação do manual CQI 11	Após o manual CQI 11 ser implementado os tanques não apresentaram mais vazamento e não ficaram mais parado

*QUADRO 6: ANÁLISE DO DESDOBRAMENTO DA CATEGORIA MÁQUINA. FONTE: ELABORADO PELA AUTORA*

No fator “Manutenção preventiva” o termopar ou termômetro não foram instalados. Porque, para que isso fosse possível, era necessário que a gancheira e a fonte externa da máquina fossem trocadas por equipamentos mais novos, porque os equipamentos atuais não suportavam a implantação de termopar e termômetro por serem equipamentos defasados suas tecnologias não permitiam novas instalações. Porém a alta direção não achou viável financeiramente realizar esta substituição de equipamento para a instalação de termopares e termômetros.

Como ações de manutenção preventiva, a organização passou a considerar os dados de rejeição de qualidade (refugo, retrabalho) e de ordens de serviço de manutenção para que fossem analisados pelos planejadores de manutenção, auxiliando em ações para evitar falhas de equipamento e paradas de produção.

Quanto ao fator “Manutenção Preditiva”, a manutenção preditiva não foi implementada no processo de galvanização, pois para a organização adotá-la era preciso realizar novos investimentos, inclusive com mão de obra

especializada e dedicada nas atividades de manutenção. Portanto o requisito do Manual CQI 11 sobre manutenção preditiva não foi atendido.

Sobre o fator “Gestão de itens críticos de reposição”, antes da implementação do manual CQI, o processo de galvanização já tinha uma lista de peças necessárias para estoque de reposição, porém mesmo após a implementação do manual CQI 11, não estavam disponibilizados todos os itens necessários neste estoque. Em entrevista com o tecnólogo de manutenção, o mesmo relatou que adquirir os itens e mantê-los em estoque era um custo desnecessário, pois os fornecedores estavam localizados próximo a empresa.

O fator “equipamento com tempo de vida útil ultrapassado” foi relevante analisar este fator pois o equipamento do processo de galvanização tem um tempo de uso de 19 anos. Desde a sua instalação na organização e em nenhum momento ele sofreu atualizações, fato este que dificultou a implantação de instrumentos de controle como termômetros, porque este equipamento é antigo e não comporta instalações de novos instrumentos de controle tão pouco, suas partes automatizadas não conseguem serem atualizadas para configurações mais modernas.

O fator “Tanques com problema de vazamento” foi levantada quando na primeira visita, realizada antes da implementação do manual CQI, e o tanque de banho de cromo estava com vazamento. Porém por meio de entrevistas descobriu-se que o vazamento no tanque não atrapalhava a qualidade das peças, mas atrasava a produção. No tanque, após a implementação, o time se reuniu e fizeram todos os ajustes possíveis no equipamento para deixá-lo em condições de uso estável, sem chances de vazamento e livre de impurezas.

A terceira categoria analisada é o meio ambiente no qual o processo de galvanização de cromo duro está inserido. A análise referente a esta categoria está descrita no Quadro 7.

Desdobramento de Máquina		
Categoria Teórica	Antes da Implementação do Manual CQI 11	Depois da Implementação do Manual CQI11
Local de trabalho não adequado para o processo	Antes da Implementação do manual CQI 11 o processo já estava adequado para sua realização	Não houve mudança no local de trabalho, pois antes ela já era adequada ao processo de galvanização de cromo duro
Tanque não apropriado para o processo	O tanque era de ferro e protegido por polipropileno	Apesar de já ser apropriado, o tanque foi reformado para que não ocorresse vazamentos que eram constantes anteriormente
Local não está limpo	O local não era limpo devido ao vazamento do tanque e os operadores não tinham o hábito de limpar o espaço onde trabalhavam	Após a implementação o ambiente estava limpo e foi implementado um cronograma de limpeza que são realizadas pelos operadores

*QUADRO 7: ANÁLISE DO DESDOBRAMENTO DA CATEGORIA MEIO AMBIENTE. FONTE: ELABORADO PELA AUTORA*

Por meio do Quadro 7, conclui-se que o fator referente ao local de trabalho não adequado para o processo, durante entrevista realizada antes da implementação do manual CQI, o local em que o processo estava inserido como as características e as condições dos tanques eram considerados adequados por maior parte dos entrevistados. Porém, após os funcionários envolvidos receberem os treinamentos sobre o Manual CQI e sobre o processo de galvanização, o time identificou melhorias potenciais para o local que são apresentadas a seguir:

- Frequência de limpeza do local de trabalho,
- Temperatura do espaço que o processo está inserido;
- Iluminação do local para melhor observação do processo.

A partir da identificação destas ações para melhorias, a equipe elaborou um cronograma de procedimentos básicos de limpeza, o último fator desta categoria. Estas limpezas são realizadas pelos próprios operadores, como por exemplo, a limpeza das bancadas de trabalho e ao redor dos tanques do processo. Estes procedimentos resultaram em um processo mais limpo e organizado.

Quanto ao fator “Tanques não apropriados para o processo” os mesmos já eram apropriados, testados e aprovados pelo laboratório de análise físico químico, mas foi reformado para melhorar suas condições de uso.

A próxima categoria a ser avaliada é referente a medição, conforme mostra o Quadro 8.

Desdobramento de Medição		
Categoria Teórica	Antes da Implementação do Manual CQI 11	Depois da Implementação do Manual CQI11
Satisfação do cliente	O cliente do processo de galvanização de cromo duro é o processo seguinte, portanto um cliente interno. Por meio deste cliente, são coletadas as falhas encontradas nas peças galvanizadas e tomadas ações para que não se ocorram falhas nas próximas peças	A organização agora coleta as informações do cliente final também, no caso as montadoras
Qualidade da peça final	No final do processo, não eram verificadas a qualidade das peças	A organização instalou um posto de trabalho que realiza a inspeção visual da peça
Índice de refugo	O índice de refugo da organização já era monitorado	
Qualidade da peça no pré-tratamento	Não existia análise da peça no pré tratamento	No manual CQI 11 não existe requisito de análise da peça no pré-tratamento

**QUADRO 8: ANÁLISE DO DESDOBRAMENTO DA CATEGORIA DE MEDIÇÃO. FONTE: ELABORADO PELA AUTORA**

Ao analisar o fator “Satisfação do Cliente” antes da implementação do manual eram consideradas apenas a satisfação do cliente interno, pois após prontas, as peças passavam por um outro processo, considerado então um cliente interno. Por meio de análise do FMEA, foi identificado que existiam defeitos na peça que só eram percebidos no cliente final, portanto a organização passou a monitorar os índices de falhas internas

O penúltimo fator analisado foi referente a Método, conforme quadro 9.

<b>Categoria Teóricas</b>	<b>Antes da implementação do Manual CQI 11</b>	<b>Depois da Implementação do Manual CQI11</b>
Gestão de embalagens	As embalagens não era monitoradas e frequentemente apresentavam impurezas que contaminavam a peça	Foi contratado um profissional para a responsabilidade de gestão de embalagens
Controle de temperatura	Antes do manual CQI existia apenas o controle de temperatura, mas não monitoramento	Não foi definido um método de monitoramento da temperatura no processo
Controle de concentração	Este controle era realizado de 1 a 2 vezes por semana pelo laboratório de análise físico químico	O controle de concentração atualmente é realizado 1 vez ao dia
Controle de agitação	o Controle de agitação não era realizado	Não foi definido um método de monitoramento de controle de agitação no processo
Procedimento para paradas de emergências	Não existia nenhum procedimento para parada de emergências	O time elaborou procedimentos e treinou os operadores para possíveis paradas de emergência que podem acontecer no processo
Controle de tempo	O tempo não é controlado	O tempo passou a ser realizado por meio de análise de tendência
Controle do nível de solução	o Controle do nível de solução não era realizado	O nível de solução é monitorado por meio de uma bola automática a cada troca de turno (2 vezes ao dia)
Controle de lavagens finais	Não existia controle das lavagens finais	Não foi definido um método de monitoramento de controle de lavagens

**QUADRO 9: ANÁLISE DO DESDOBRAMENTO DA CATEGORIA DE MÉTODO. FONTE: ELABORADO PELA AUTORA**

Quanto ao fator “Gestão de Embalagens”, após a implementação do manual CQI 11, a organização contratou um profissional responsável por isso. Desde

essa contratação, todas as embalagens passaram a estar estão em condições de uso estável e livre de impurezas.

Sobre o fator “Controle de Temperatura” conforme já apresentado, na fase do pré-tratamento, a peça passa pelo tanque de desengraxante eletrolítico, com temperatura de 40°C e com tolerância de +/- 2°C. Para garantir esta especificação de temperatura, é ideal que a temperatura do desengraxante seja verificada constantemente. Como não foram instalados termopares que permitam este monitoramento constante, houve uma melhoria neste requisito, na qual a frequência de controle da temperatura aumentou de 1 vez por dia para 1 vez por turno. Esta nova frequência foi determinada após 30 dias de análise do processo, que permitiu concluir que o controle de 1 vez por turno era suficiente para manter a temperatura dentro das especificações.

Além do controle da temperatura, o manual indica o fator “Controle e monitoramento de agitação”, para evitar a ocorrência de falhas de riscos e amassados na peça. Porém, mesmo sendo solicitado na tabela de processo do Manual CQI 11, até o final deste estudo a organização ainda não havia implementado o controle e monitoramento para este parâmetro.

Sobre o fator “Controle do nível de solução”, para evitar o problema de peças galvanizadas de forma insuficiente, devido ao baixo nível de solução, o manual sugere o controle deste nível. De acordo com o estudo dos índices de falhas, identificou-se um alto índice desta ocorrência, antes da implementação do manual. Os índices melhoraram quando a organização passou a controlar o nível de solução por meio de uma boia automática, equipamento específico para esta finalidade.

Para o fator “Controle de lavagens finais”, a organização inseriu um posto de inspeção ao final do processo para avaliar se a lavagem que acontece no processo é suficiente para retirar o excesso de cromo que fica na superfície da peça, porém o manual CQI 11 solicita um controle automático a ser realizado a cada 8 horas caso este que não é realizado ainda na organização, que pelo processo ser antigo, não é possível este controle de lavagem.

O manual CQI 11 propõe atenção para momentos que emergências, como por exemplo, incêndios ou paradas de emergência que podem prejudicar o processo. Durante a implementação do manual foi elaborado um procedimento com as possíveis ocorrências de emergência como parada de energia, falta de água, incêndio ou quebra inesperada do equipamento, estas paradas no processo podem prejudicar a qualidade da peça. As ações que os operadores devem tomar caso uma dessas emergências ocorram são as seguintes:

- As peças que estiverem na fase de pré-tratamento voltarão para o primeiro tanque e reiniciarão o seu andamento no processo.
- As peças que estiverem na fase de tratamento de galvanização serão segregadas para análise de 100% do lote no laboratório de físico-químico. Este laboratório será responsável por decidir se a peça voltará ao processo ou se será descartada.
- As peças que estiverem na fase de pós tratamento serão analisadas pelos operadores na inspeção final, antes de ir para o processo seguinte.

A última categoria analisada é material, que está apresentada no Quadro 10.

Desdobramento de Material		
Categoria Teórica	Antes da Implementação do Manual CQI 11	Depois da Implementação do Manual CQI11
Material não adequado para a finalidade esperada	O metal cromo atende a finalidade do processo que é executado	
Falta de material	Existia um controle de estoque para que não falte material adequado antes mesmo da implementação do manual CQI 11	Não houve alteração de controle de estoque para os materiais utilizados
Contaminação do material	O banho de cromo é fechado com um suporte para que não sofra contaminação externa e existia análise do banho de 1 vez por semana onde era verificado	A análise do banho tornou-se mais frequente, porém o único meio de proteger o banho de contaminantes ainda é um suporte que mantém o tanque de banho fechado

*QUADRO 10: ANÁLISE DO DESDOBRAMENTO DE MATERIAL. FONTE: ELABORADO PELA AUTORA*

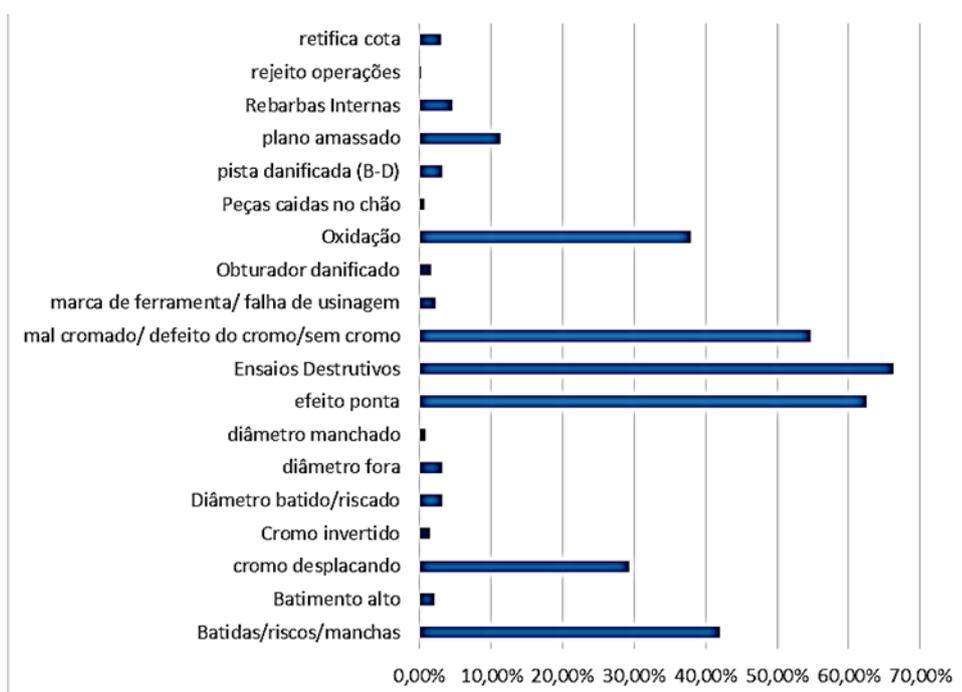
O fator “Metal não adequado para a finalidade esperada” não influenciou, pois para este processo a finalidade de galvanização é a proteção da peça a corrosão, portanto o material cromo é o ideal para esta finalidade.

O segundo fator desta categoria é “falta de material”, a empresa possui estoque para que se evite a falta de material. Mesmo com a implementação do Manual CQI 11 não foi identificado uma possibilidade melhor para que não tenham problemas por falta de material.

Quanto ao fator “Contaminação do Material” pela análise do banho é possível analisar se o mesmo possui anomalias. O processo sempre foi protegido por um suporte para que não tenha contato de contaminantes no banho.

Os dados coletados e analisados durante o estudo de caso permitem apresentar a conclusão do estudo de caso com os resultados do processo após a implementação do Manual CQI 11. Após a implementação dos requisitos do manual CQI 11, as perdas foram reduzidas de R\$1.811.409,61 para R\$ 881.703, 81 por ano.

Para iniciar as atividades de implementação dos requisitos do CQI 11, primeiramente a empresa realizou um estudo para conhecer quais eram as falhas que mais ocorriam no processo. Para isso, as falhas foram estratificadas por meio de gráficos de acompanhamento mensal. O Gráfico 1 apresenta um exemplo de como a empresa fez este levantamento e acompanhamento das falhas mais importantes que ocorriam no processo de Galvanização de Cromo Duro da empresa.

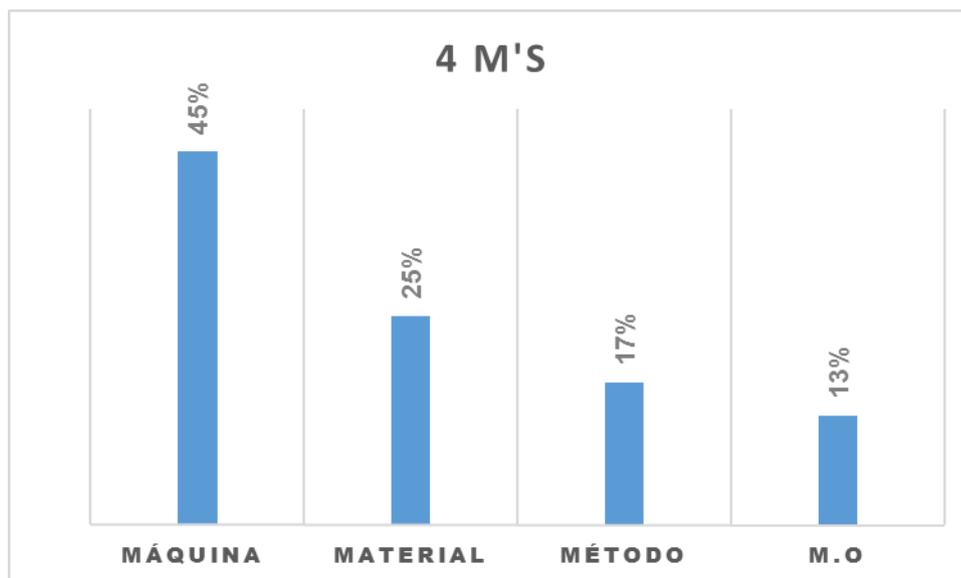


*GRÁFICO 1: FALHAS QUE OCORRIAM NO PROCESSO DE GALVANIZAÇÃO DE CROMO DURO.*

Conforme mostra o Gráfico 1 as maiores falhas encontradas após a última fase do processo de galvanização eram decorrentes de ensaios destrutivos, efeito ponta, peças mal cromadas ou sem cromo, batidas e manchas e oxidação. Os ensaios destrutivos são análises realizadas numa amostragem de lotes, nos quais os procedimentos dos testes danificam e inutilizam a peça avaliada.

É considerado pela organização peças com defeito denominado efeito ponta, que são peças que apresentam após galvanização, aspecto de manchas pontuais em sua superfície. Já peças com defeito de oxidação, são peças que apresentam efeito de queimado em alguns lugares da superfície galvanizada.

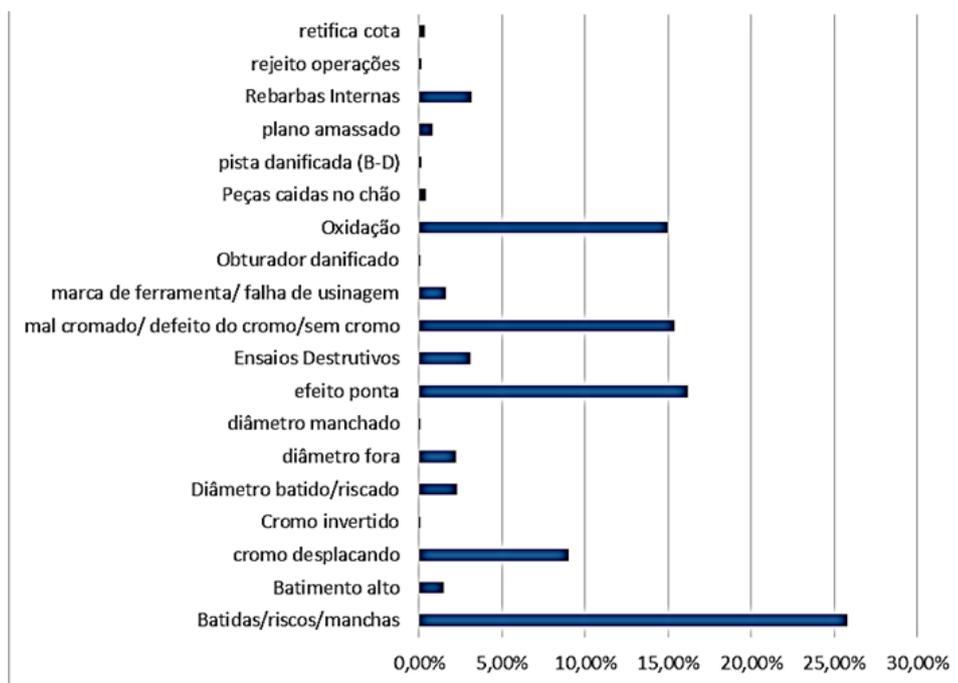
O engenheiro de processo também realizou uma análise das causalidades destas falhas encontradas nas peças. Esta análise é apresentada no Gráfico 2 por meio da ferramenta 4M. A análise 4M é uma ferramenta utilizada pela empresa e portanto por opção da mesma não se utilizam todos os Ms, conforme utilizado nesta pesquisa.



**GRÁFICO 2: CAUSALIDADE DAS FALHAS DE CROMO DURO ANTES DA IMPLEMENTAÇÃO AO MANUAL CQI 11**

No Gráfico 2 é possível ver que antes da implementação do processo ao manual CQI 11 as maiores falhas aconteciam por falhas de máquina. As máquinas no processo de galvanização de cromo duro são os tanques de lavagem e banho, fatores fundamentais para a realização eficaz do processo de galvanização de cromo duro, e também são considerados os instrumentos de medição como o termopar.

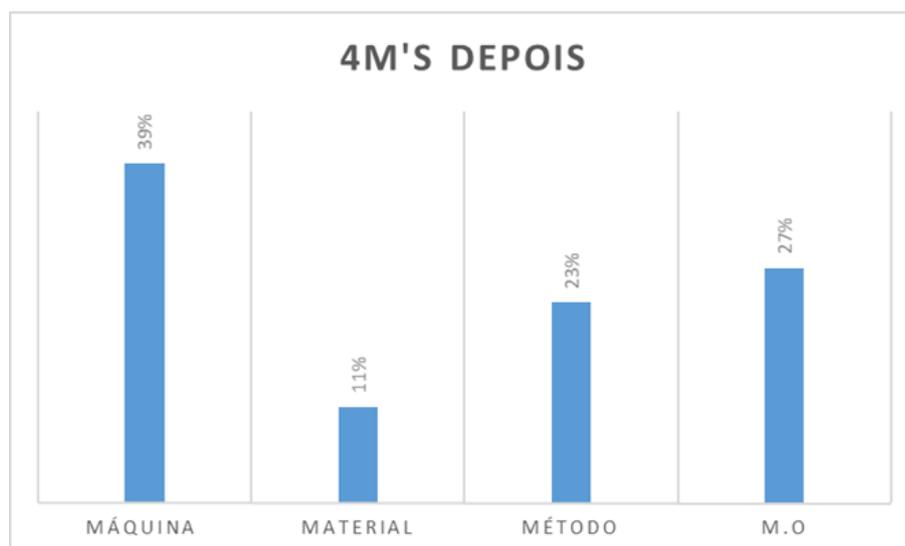
Após a implementação, as falhas reduziram visivelmente, conforme Gráfico 3.



*GRÁFICO 3: FALHAS QUE OCORRIAM NO PROCESSO DE GALVANIZAÇÃO DE CROMO DURO*

Por meio do Gráfico 3 é possível ver que as falhas reduziram no processo de galvanização após a implementação ao manual CQI 11, porém batidas (amassados) e riscos e manchas são os de maior incidência. Segundo estudo realizado pela equipe, estas batidas e riscos aumentaram por conta da falta da manutenção preventiva na gancheira. Durante 3 meses não foi realizada a manutenção preventiva na gancheira, o que ocasionou a instabilidade da mesma no processo e consequentemente riscos e manchas nas peças galvanizadas ocorreram.

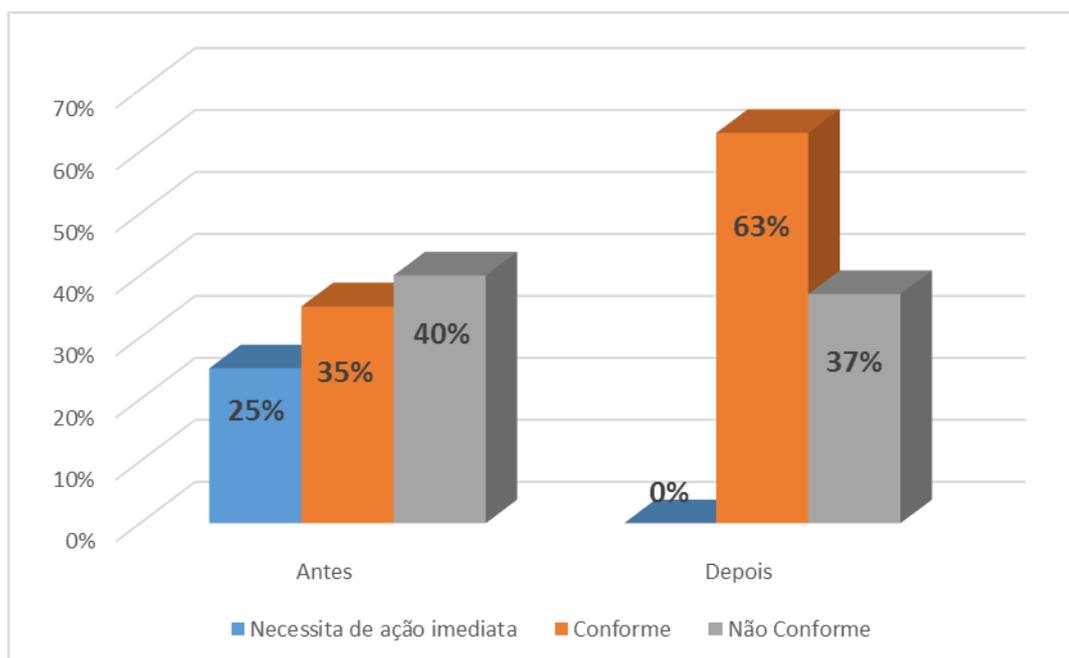
O engenheiro de processo também realizou uma análise das causalidades destes problemas encontrados nas peças. Esta análise é apresentada no Gráfico 4 por meio da ferramenta 4M.



**GRÁFICO 4: CAUSALIDADE DAS FALHAS DE CROMO DURO DEPOIS DA IMPLEMENTAÇÃO AO MANUAL CQI 11**

O Gráfico 4 mostra que as causalidades derivadas de máquinas e material das falhas que ocorrem no processo foram reduzidas, porém aumentaram-se as causalidades derivadas de mão de obra. Este aumento aconteceu, pois, após a implementação ao manual CQI 11 os operadores receberam mais atividades a serem desenvolvidas que levaram alguns meses para serem feitas por todos os operadores e estas novas atividades só proporcionaram melhorias após todos receberem treinamento específico do processo.

Para verificar se o processo de galvanização estava adequado ao Manual CQI, o tecnólogo do processo e engenheiro de processo realizaram uma auditoria antes da implementação do manual e uma auditoria depois da implementação do manual CQI, os resultados de ambos estão no gráfico Gráfico 5.



**GRÁFICO 5: AUTO AVALIAÇÕES REALIZADAS NO PROCESSO DE GALVANIZAÇÃO DE CROMO DURO.**

O Gráfico 5 apresenta a Auto Avaliação realizada pelos funcionários antes da implementação do Manual CQI 11 e depois da implementação. Segundo o Manual CQI 11 durante a avaliação, os requisitos que afetam diretamente o produto ou sua funcionalidade devem ser considerados como um requisito que necessita de ação imediata.

Na primeira Auto Avaliação realizada 25 % dos requisitos precisavam que ações fossem tomadas imediatamente.

Conforme o Gráfico 5 também é possível ver que as ações de melhorias realizadas no processo de galvanização durante a implementação do Manual CQI, fizeram que os requisitos fossem atendidos.

Este gráfico também mostra que 63% dos requisitos do manual CQI já foram atendidos.

## 5. CONCLUSÃO

O objetivo geral deste trabalho foi atendido, já que por meio de uma análise do manual CQI 11 e coleta de dados do processo de galvanização de cromo duro foi possível avaliar que os requisitos gerenciais e técnicos do manual contribuem para melhoria do respectivo processo.

Após o desenvolvimento do trabalho e análise dos resultados finais foi possível confirmar que a aplicação do Manual CQI 11 contribuiu para a melhoria no processo de galvanização de cromo duro, já que permitiu a organização uma readequação gerencial no processo, ao adotar requisitos como liderança, designação de especialista, treinamento especializado no processo e motivação. Além disso, observou-se a readequação técnica do processo avaliado, que aconteceu como resultado do atendimento aos requisitos de controle (temperatura, nível de solução e concentração).

Esta readequação do processo permitiu uma redução de 2,55% de refugo mensal da empresa para 0,93%, gerando uma economia de aproximadamente R\$ 930 mil no ano, segundo dados fornecidos pela empresa onde antes as perdas eram de R\$1.811.409,61 ao ano e após a implementação reduziram para R\$ 881.703,00 ao ano.

Quanto aos fatores que contribuíram para a melhoria do processo destacam-se fatores referentes a mão de obra e ao método utilizado no processo. Estes fatores apresentaram melhorias importantes no processo, por meio de envolvimento das pessoas e maior controle do mesmo. Na categoria mão de obra o investimento em treinamento fez com que os profissionais participassem mais da melhoria do processo e na categoria método, os controles sugeridos pelo Manual CQI fizeram com que o processo fosse mais controlado e monitorado, reduzindo a possibilidade de ocorrência de falhas.

Porém, a categoria mão de obra e método também são os que mais prejudicaram a implementação do manual CQI 11 para a melhoria do processo

de galvanização, no qual o apoio da alta direção interferiu no envolvimento de alguns funcionários para execução das atividades de implementação. Além disso, a falta de apoio financeiro para investimentos, por parte da alta direção, especialmente a reforma do processo e para atualização de instrumentos de controle e medição dos parâmetros sugeridos pelo manual CQI 11, comprometeram os resultados da implementação do manual.

Por meio da pesquisa, também se conclui que o manual CQI 11 não solicita inspeção da peça durante as fases do processo, porém esta inspeção tornou-se importante para o processo de galvanização, pois a má lavagem da peça pode prejudicar a aplicação do cromo e conseqüentemente a sua qualidade final. Sendo assim, pode-se concluir que a implementação do manual CQI 11 no processo de galvanização de cromo duro proporcionou para a organização uma reavaliação de seu processo e conseqüentemente a tomada de ações de melhoria na busca de resultados positivos.

Porém, para resultados ainda mais satisfatórios, a empresa ainda necessita realizar as reformas dos tanques e das gancheiras e instalar os instrumentos de controle como termopares e termômetros.

Quanto as limitações encontradas neste trabalho devem-se ao fato da não avaliação do manual CQI em outros processos considerados especiais, não sendo possível, ainda, a comparação dos resultados obtidos neste estudo.

Quanto aos benefícios do método do proposto, a utilização da ferramenta Ishikawa ajudou a pesquisadora a desdobrar os fatores de tal maneira que permitiu-se conhecer detalhadamente um processo de tratamento superficial, bem como a gestão de uma organização do segmento automotivo.

### **5.1. PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS**

Durante o desenvolvimento deste estudo foram identificadas questões importantes que não estavam completamente dentro de seu escopo, portanto,

não foram abordados aqui e que podem ser consideradas para trabalhos futuros. Dentre elas, este estudo destaca as questões, a saber:

1. Avaliação do manual CQI em algum processo com equipamentos mais sofisticados e atualizados, para que seja possível a comparação de resultados com os obtidos neste estudo;
2. Avaliação dos demais manuais CQIs referentes a outros processos especiais, para verificar se a implementação de todos depende dos mesmos fatores e se ela contribui para a melhoria dos respectivos processos.
3. Com uma abordagem acadêmica, sugere-se um estudo mais aprofundado de controle em processos especiais, identificando outros fatores ou parâmetros que podem ser considerados em relação a processos convencionais.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, S. M. L.; VILAMIL, R. F. V. **O eletrólito suporte e suas múltiplas funções em procesos de eletrodo**. Química Nova, vol.27, n.5, 813-817, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Coletâneas de normas de sistema da qualidade. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Sistema de gestão da Qualidade – Fundamentos e vocabulários**. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

Automotive Industry Action Group – **AIAG. CQI 11 – Special Process: Plating System Assessment**. 2ed. 2007.

BARBOSA, E. **Reprodução da experiencia da gota salina**. Projeto de Iniciação Científica. Laboratório de Química do Centro Universitário da FEI. mar. 2004.

BELKIND, A. **Plasma Cleaning of Metals: Lubricant Oil Removal**. Metal Finishing, jul, v. 94, n. 7, p. 19-22, 1996.

BOLGENHAGEN, A; et al. **Gestão da manutenção de equipamentos em micro e pequenas empresas via web**. Revista Qualidade Emergente, 2011, v.2, n.1: 30-45.

CABRAL, E. R.; MANNHEIMER, W. A. **Galvanização - Sua aplicação em equipamento elétrico**. RIO DE JANEIRO: AO LIVRO TECNICO.1979, 221p.

CAMPOS, V. F. **Qualidade: Gerenciamento da rotina de trabalho do dia-a-dia**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minal, 1994.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Apostila de Galvanoplastia**. São Paulo (1984).

- CHIAVENATO, I. **Recursos Humanos**. 9ª ed, São Paulo: Atlas, 2009.
- CHIAVERINI, V. **Tecnologia mecânica**. 2 ed. São Paulo: McGraw-Hill, 1986.
- CROSBY, P. **A gestão pela qualidade**. Banas Qualidade, v.8, n. 70, p. 98. Março/98.
- DEMING, W E. **Qualidade, produtividade e Competitividade: A saída das crises**. Madrid, 1989.
- DEMING, W.E. **Qualidade, a revolução da administração**. - São Paulo: Marques Saraiva, 1990.
- DOYLE, L. E. **Processo de fabricação e materiais para engenheiros**. São Paulo: Edgar Blücher, 1978.
- FUKUI, V. S.; GOUVEIA, J. L. N. **Métodos e proceso químicos ambientalmente mais limpos em galvânicas – revisão da literatura**. Centro de pós graduação Oswaldo Cruz. 2014.
- GENTIL, V. **Corrosão**. LTC. Rio de Janeiro, RJ, 1996.
- GENTIL, V. **CORROSÃO**. LTC. Rio de Janeiro, RJ, 2012.
- GIACOMET, Luiz Francisco. **Um Método para Determinação Qualitativa de Sobressalentes para Hidrogeradores**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC. 2001.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.
- GOLDENBERG, M. **A arte da pesquisa**. Rio de Janeiro: Record, 1997.
- GOMES, A. V. P.; WANKE, P. **Modelagem da gestão de estoques de peças de reposição através de cadeias de Markov**. Gestão & Produção, v. 15-1, p. 57-72, 2008.

GONZALEZ, R. V. D. **Análise exploratória da melhoria contínua em empresa fornecedoras do setor automobilístico e de bens de capital certificadas pela norma ISO 9001:2000.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Carlos, 2006, 213 p.

INMETRO: **Metrologia científica.** Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/metcientifica/FAQ.asp>> Acesso em: 21 de outubro de 2015.

INTEC (2000). IN: TOCCHETTO, M. R., L. **Implantação de Gestão Ambiental em grandes empresas com atividade galvânica no Rio Grande do Sul.** Porto Alegre, 2004, p. 6.

ISO/TS 16949. Quality Management System. 4 ed. 2013.

JURAN, J. M. **Controle da Qualidade.** vol II, editora Makron Books, 1992.

Juran, J.M. **Qualidade no século XXI.** HSM Management, nº. 3, pag. 96 a 104, São Paulo. Ed. Savana Ltda., 1997.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção: função estratégica.** 4 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2013.

KIM et al. **Duplex cating for Improvement of corrosión resistance in chromium deposit.** Surface Coatings & Technology, 2013.

LEVINE, D. I.; TOFFEL, M. W. **Quality Management and Job Quality: How the ISO 9001 Standard for Quality Management Systems Affects Employees and Employers.** Jan. 2010.

LIMA-NETO, P.; ARAÚJO, A.P.; ARAÚJO, W.S.; CORREIA, A.N. **Study of the anticorrosive behavior of epoxy binders containing non-toxic inorganic corrosion inhibitor pigment.** Progress in Organic Coatings. p. 344–350. 2008.

MARCONI, A. M.; LAKATOS, E.M. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados.** ed.7, São Paulo: Atlas, 2013.

MENDES, A. A.; RIBEIRO, J. L. D. **Estabelecimento de um plano de manutenção baseado em análises quantitativas no contexto da MCC em um cenário de produção JIT.** Production, v.24, n.3, p.675-686, Jul-Set, 2014.

MENTHE, E.; RIE, K. T. **Plasma nitriding and plasma nitrocarburizing of electroplated hard chromium to increase the wear the corrosion properties.** Surface Coatings & Technology, 1999.

MIGUEL, P. A.C., SOUSA, R. In: MIGUEL, P. A. C. et al. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações.** 2ed, Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012.

MORAIS, L. S.; GUIMARÃES, G. S.; ELIAS, C. N. **Liberção de íons por biomateriais metálicos.** Maringá, v.12, n.6, p.48-53, nov-dez. 2007.

MORETTI, S. **Qualidade de vida no trabalho x auto-realização humana.** Instituto Catarinense de Pós-Graduação.

MOURA, L. R. **Qualidade Simplesmente Total.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 2003.

NABAVI, V.; AZIZI, M.; FAEZIPOUR, M. **Implementation of Quality management system base don ISO 9001:2008 and its effects on customer satisfation (case study: kitchen workshop Factory).** International Journal of Quality & Reability Management, 31, 4, 2014.

NAM, K. S. et al. **Improved wear and corrosion resistance of chromium (III) Plating by oxynitrocarbrising and steam oxidation.** Materials Letters. 2014.

NASCMIMENTO, A. W. M.; DIACENCO, A. A.; BEZERRA, J. N. **Aplicação de metodologia Seis Sigma no aperfeiçoamento da galvanoplastia, com homogeneização da cama de cromo duro.** abril, 2012. VI Conferência Brasileira sobre Temas de Tratamento Térmico. 17 a 20 de Jun, 2012, Atibaia, SP, Brasil.

NASCMIMENTO et al. **Aplicação de metodologia Seis Sigma no aperfeiçoamento da galvanoplastia, com homogeneização da cama de cromo duro.** IV Conferência Brasileira sobre Temas de Tratamento Térmico. Atibaia, SP. Brasil, 17 a 20 de junho de 2012.

NOGUEIRA, L. S.; PASQUALETTO, A. **Plano de prevenção de riscos ambientais (PGRA) para empresas de galvanoplastia.** 2008

OLIMPIO, E. M.; PENEDO, A. S. T. P. **Percepção dos funcionários de uma empresa de saneamento básico sobre a implantação da ISO 9000.** Nucleus, v.8, n.1, abr. 2011.

OLIVEIRA, D. P. R. de. **Planejamento estratégico: conceitos, metodologias e práticas.** 11 ed. São Paulo: Atlas, 1997. 294p.

PALADINI, E. P. de. **Perspectiva Estratégica da Qualidade.** In: **Carvalho et al. Gestão da Qualidade: Teoria e Casos.** 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012.

PALADINI, E. P. **Gestão Estratégica da qualidade: princípios, métodos e procesos.** 2.ed. São Paulo: Atlas, 2009.

PEDRO, J. P. B. **Medidas de produção mais limpa e otimização de tratamento de efluentes líquidos em indústrias galvânicas da região metropolitana de Florianópolis.** 2010. Dissertação de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina. Mar. 2010.

PEINADO, J.; Graeml, A. R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços.** UnicenP. Curitiba. PR. 2007. 750p.

PINHO, L. A. et al. **Failure Mode and Effect Analysis (FMEA): Uma ferramenta para promoção da qualidade no setor fiscal das empresas de serviços contábeis.** SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. 2009.

PUGAS, M. S. **Íons de Metais Pesados Ni, Cu e Cr em Área Impactada por Resíduos de Galvanoplastia na Região Metropolitana de São Paulo.** Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo – Instituto de Geociências. São Paulo, 2007.

QUADROS, D.R.; MARRANGHELLO, M. **Manutenção Preditiva em uma empresa no RS: Como vai essa jovem parceria?** TECNO-LÓGICA, Santa Cruz do Sul, v. 15, n. 2, p. 84-88, jul./dez. 2011.

ROTONDARO, R. G. **Gerenciamento por Processos** In CARVALHO et al. **Gestão da Qualidade: Teoria e Casos.** Rio de Janeiro, Elsevier, 2012.

SAMPAIO, P.; SARAIVA, P.; RODRIGUES, A. G. **ISO 9001 certification research: questions, answers and approaches.** International Journal of Quality & Reliability Management, v. 26, n. 1, p. 38-58, 2009.

SANTANA, R. C. A.; PRASAD, S.; SANTANA, F. S. M de. **Revestimento eletrolítico com uma liga amorfa de Ni-W-B, resistente à corrosão e ao desgaste.** Eclética Química. vol 28, n.1, 2003.

Silva, J. E. da. **Monitoramento automático de pH, Níquel e Cloretos em banhos de níquel tipo Watts utilizando um sistema SIA.** Departamento de Química Fundamental – Programa de Pós-Graduação em Química. Recife. PE. 2002.

SILVA JUNIOR, M. T; QUEIROZ, F. C. B. P.; QUEIROZ, J. V. **ISO 9001 – Uma revisão sobre seus benefícios, motivações e dificuldades.** X Congresso Nacional de Excelência em Gestão. 8 a 9 de agosto de 2014.

SLACK, N. et al. **Administração da produção.** 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2007, p. 639p.

SOISSON, H. E. **Instrumentação industrial.** Hemus. Curitiba. PR. 2012.

SURTEC – Manual técnico: **Tratamento de superfícies.** São Bernardo do Campo. SP. 4ed. 2012.

TOLEDO, J. C. de et al. **Qualidade: gestão e métodos**. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

TRIVIÑOS, A. N. Introdução à pesquisa em ciencias sociais: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.

TSIM, Y. C.; YEUNG, V. W. S.; LEUNG, E. T. C.; **An adaptation to ISO 9001:2000 for Certified Organizations. Manage. Audit.** Jul. 2002.

WANKE, P. **Product, operation, and demand relationships between manufacturers and retailers**. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, v. 48, n. 1, p. 340-354, 2012.

WERKEMA, M. C. C. **As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1995.

YAYA, L.H.P. et al. **Customer's loyalty and perception of ISO 9001 in online banking**. Industrial Management & Data Systems, v. 11, n. 8, p. 1194-1213, 2011.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2 ed, Editora Bookman, Porto Alegre, 2001, 205p.