

**UNIVERSIDADE REGIONAL DO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO  
SUL**

**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E ENGENHARIAS**

**Curso de Pós Graduação *Lato Sensu* em Engenharia Industrial**

**ADRIANO WIERCINSKI**

**GALVANOPLASTIA:  
MELHORIAS NO PROCESSO DE ZINCAGEM ELETROLÍTICA**

**Panambi/RS**

**2015**

**ADRIANO WIERCINSKI**

**GALVANOPLASTIA:  
MELHORIAS NO PROCESSO DE ZINCAGEM ELETROLÍTICA**

Monografia do Curso de Pós Graduação *Lato Sensu* em Engenharia Industrial apresentado como requisito parcial para obtenção de título de Especialista em Engenharia Industrial

Orientador: Claudiomiro Schneider

Panamby/RS

2015

**ADRIANO WIERCINSKI**

**GALVANOPLASTIA:  
MELHORIAS NO PROCESSO DE ZINCAGEM ELETROLÍTICA**

Monografia defendida e aprovada em sua forma final pelo professor orientador e pelo  
membro da banca examinadora

Banca examinadora

---

Claudiomiro Schneider - Especialista em MBA Executivo em Negócios

---

Professor Felipe Tusset - Especialização em Marketing com Ênfase em Vendas

Panamby, 15 de maio de 2015.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, pela oportunidade de viver.

Agradeço a minha família, em especial a minha esposa, pela compreensão e apoio no que foi preciso.

Agradeço a empresa Schwarz e Wiercinski, pela oportunidade da realização da Pós Graduação em Engenharia Industrial.

## RESUMO

O aumento da produtividade, com qualidade, lucro para seus sócios satisfação para seus clientes e diminuição de retrabalhos durante o processo, são alguns dos objetivos de várias empresas no país, bem como o objetivo desse trabalho, assim sendo possível gerar automaticamente bem estar aos colaboradores e sucesso da empresa. Muitas empresas incentivam à realização de inovações do processo como um todo, buscando padronizar as etapas do processo de produção, este será um caminho que abordaremos no trabalho em uma empresa local, na região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Para o desenvolvimento teórico desse trabalho, foram realizadas pesquisas bibliográficas, além dos conhecimentos adquiridos nos módulos de gestão industrial, os mesmos serão utilizados na prática dos problemas vivenciados no dia a dia da produção, bem como material de pesquisa e orientação do professor. Ao realizar este trabalho foi possível perceber as melhorias na linha de produção, sendo estas melhorias essenciais para uma empresa, seja ela qual for esse trabalho mostrou a possibilidade de melhorias realizadas em uma galvânica de zincagem eletrolítica

**Palavras Chaves:** Galvanoplastia. Zincagem. Eletrolítica.

## **ABSTRACT**

The increase in productivity, quality, profits for their partners satisfaction for its customers and reducing rework in the process, are some of the goals of many companies in the country, and the objective of this work, so it is possible to automatically generate welfare to employees and success of the company. Many companies encourage the accomplishment of the innovation as a whole, seeking to standardize the steps of the production process, this will be a way that we will approach the work in a local company in the Northwest of Rio Grande do Sul state region. For the theoretical development this work, literature searches were conducted in addition to the knowledge gained in industrial management modules, they will be used in the practice of the problems experienced in daily production as well as research material and guidance of the teacher. To carry out this work it was revealed improvements in the production line, with these essential improvements to a business, whatever it may be that study showed the feasibility of improvements made in a galvanic electrolytic galvanizing.

**Key Words:** Electroplating. Zinc. Electrolyte.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| Figura - 1 Ciclo de Metais .....                          | 19 |
| Figura - 2 Piso precário e tanques antigos de metal ..... | 29 |
| Figura - 3 Impermeabilização com piche a quente .....     | 29 |
| Figura - 4 Gancheiras desorganizadas .....                | 30 |
| Figura - 5 Estação de Tratamento .....                    | 30 |
| Figura - 6 Tanque de desenxágue .....                     | 35 |
| Figura - 7 Tanque de neutralização .....                  | 37 |
| Figura - 8 Banhos de zinco alcalino com cianeto .....     | 38 |
| Figura - 9 Banho de zinco alcalino sem cianeto .....      | 41 |
| Figura - 10 Banho de ativação .....                       | 46 |
| Figura - 11 Cromatizante Azul Trivalente.....             | 47 |
| Figura - 12 Cromatizante amarelo trivalente .....         | 49 |
| Figura - 13 Cromatizante amarelo hexavalente .....        | 51 |
| Figura - 14 Lavagens .....                                | 52 |
| Figura - 15 Filtro prensa .....                           | 54 |
| Figura - 16 Depósito de produtos .....                    | 54 |
| Figura - 17 Estação de tratamento atual .....             | 55 |
| Figura - 18 Tanques de tratamento dos resíduos .....      | 55 |
| Figura - 19 Empilhadeira.....                             | 56 |
| Figura - 20 Ponte rolante no processo .....               | 57 |
| Figura - 21 Laboratório.....                              | 58 |
| Figura - 22 Produto final.....                            | 61 |
| Figura - 23 Produto final (barra de ferro).....           | 61 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 Padrões sugeridos para revestimentos de zinco sobre produtos de ferro e aço ..... | 15 |
| Tabela 2 Tabela de Orientação .....                                                        | 22 |
| Tabela 3 Relação NaCN: Zn x Temperatura de Trabalho .....                                  | 24 |
| Tabela 4 Composição do Eletrólito .....                                                    | 24 |
| Tabela 5 Formulações típicas por tipo de banho alcalino .....                              | 26 |
| Tabela 6 Comparativos da Empresa .....                                                     | 32 |
| Tabela 7 Controle de registro da qualidade .....                                           | 34 |
| Tabela 8 Condições para montagem e manutenção – Desengraxante Químico.....                 | 36 |
| Tabela 9 Condições para montagem e manutenção – Zinco Alcalino com Cianeto .....           | 39 |
| Tabela 10 Descrição das condições operacionais do Banho sem cianeto .....                  | 41 |
| Tabela 11 Descrição das condições operacionais do Banho sem cianeto – Processo Surtec ...  | 42 |
| Tabela 12 Condições Operacionais .....                                                     | 48 |
| Tabela 13 Condições Operacionais .....                                                     | 49 |
| Tabela 14 Condições Operacionais .....                                                     | 52 |

## SUMÁRIO

|                                                                                       |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>INTRODUÇÃO .....</b>                                                               | <b>11</b> |
| <b>1 REVISÃO DA LITERATURA .....</b>                                                  | <b>12</b> |
| <b>1.1 PRINCÍPIO DA CORROSÃO DOS METAIS.....</b>                                      | <b>12</b> |
| <b>1.2 ZINCO .....</b>                                                                | <b>14</b> |
| 1.2.1 A HISTÓRIA DO ZINCO.....                                                        | 15        |
| 1.2.2 O MINÉRIO DE ZINCO.....                                                         | 16        |
| 1.2.3 O ZINCO METÁLICO .....                                                          | 17        |
| 1.2.4 AS PROPRIEDADES E OS PRINCIPAIS USOS DO ZINCO.....                              | 18        |
| <b>1.3 ZINCAGEM ELETROLÍTICA .....</b>                                                | <b>20</b> |
| <b>1.4 USO DO CIANETO NA GALVANOPLASTIA.....</b>                                      | <b>22</b> |
| 1.4.1 BANHOS DE ZINCO SEM CIANETOS .....                                              | 25        |
| <b>1.5 EQUIPAMENTOS E ACESSÓRIOS UTILIZADOS NA INDÚSTRIA GALVÂNICA .....</b>          | <b>27</b> |
| <b>2 METODOLOGIA.....</b>                                                             | <b>28</b> |
| <b>2.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....</b>                                             | <b>28</b> |
| <b>2.2 PLANEJAMENTO DA PESQUISA .....</b>                                             | <b>28</b> |
| 2.2.1 PROCEDIMENTO DE COLETA E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS.....                           | 28        |
| 2.2.2 ESTUDO DE CASO .....                                                            | 28        |
| <b>3 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>                                  | <b>31</b> |
| <b>3.1 PROCEDIMENTO DE MONTAGEM, MANUTENÇÃO E CONTROLE ANALÍTICO DOS BANHOS .....</b> | <b>34</b> |
| 3.1.1 CONTROLE DE REGISTRO DA QUALIDADE.....                                          | 34        |
| 3.1.2 BANHO DE DESENGRAXE .....                                                       | 34        |
| 3.1.3 BANHO DE NEUTRALIZAÇÃO (HIDRÓXIDO DE SÓDIO).....                                | 36        |
| 3.1.4 BANHOS DE ZINCO ALCALINO COM CIANETO .....                                      | 38        |
| 3.1.5 BANHO DE ZINCO ALCALINO SEM CIANETO .....                                       | 40        |
| 3.1.6 BANHO DE ATIVAÇÃO.....                                                          | 46        |
| 3.1.7 CROMATIZANTE AZUL TRIVALENTE .....                                              | 47        |

|                          |                                       |           |
|--------------------------|---------------------------------------|-----------|
| 3.1.8                    | CROMATIZANTE AMARELO TRIVALENTE ..... | 49        |
| 3.1.9                    | FILTRO PRENSA .....                   | 53        |
| 3.1.10                   | DEPÓSITO DE PRODUTOS .....            | 54        |
| 3.1.11                   | EMPILHADEIRA .....                    | 56        |
| 3.1.12                   | PONTE ROLANTE NO PROCESSO.....        | 56        |
| 3.1.13                   | LABORATÓRIO .....                     | 57        |
| 3.1.14                   | TREINAMENTOS .....                    | 58        |
| 3.1.15                   | PEÇAS COM QUALIDADE .....             | 58        |
| <b>CONCLUSÃO.....</b>    |                                       | <b>64</b> |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b> |                                       | <b>65</b> |
| <b>ANEXOS .....</b>      |                                       | <b>68</b> |
| <b>ANEXO A.....</b>      |                                       | <b>68</b> |
| <b>ANEXO B.....</b>      |                                       | <b>69</b> |
| <b>ANEXO C.....</b>      |                                       | <b>71</b> |

## INTRODUÇÃO

Para prosperar no clima econômico de hoje em dia, as indústrias, fornecedores, distribuidores e prestadores de serviços devem se dedicar à melhoria contínua. Devem buscar constantemente maneiras eficientes de produzir mercadorias e serviços, dar ênfase ao cliente, seja ele interno ou externo, e tomar a satisfação do cliente como um objetivo essencial do negócio.

Para realizar isto, todos na empresa devem estar comprometidos com a melhoria e com o uso de métodos eficazes, porém os mesmos podem apresentar dados pouco confiáveis quando dependem única e exclusivamente de anotações dos operadores de máquinas. Os passos realizados acatarão em melhorias do processo e diminuição de custos, que são inevitáveis para sobreviver em um mercado que se torna cada vez mais competitivo. O processo de revestir metais para maior resistência à corrosão ou para fins de decoração torna-se o objeto de estudo deste trabalho bem como, as melhorias realizadas em uma indústria que tem como finalidade a prestação de serviço em zincagem eletrolítica.

Existem inúmeras situações nas quais a qualidade de um produto é determinada por um somatório de etapas bem sucedidas de um processo. A operação de galvanização eletrolítica não foge a essa regra, e, como tal, apresenta uma quantidade considerável de etapas que, ao se somarem, resultam em um produto galvanizado, com suas características estéticas e, principalmente, de resistência à corrosão aumentada. Na galvanização eletrolítica a proteção pelo uso do zinco consiste em combinar o zinco com o ferro, resultando no zinco como ânodo e o ferro como cátodo. Prevenindo assim a corrosão do ferro.

Segundo Rodrigues (2005), a necessidade crescente da otimização de produtos e processos, minimizando custos e tempos, maximizando rendimento, produtividade e qualidade de produtos, dentre outros objetivos, pode-se dizer que as empresas necessitam melhorar sua competitividade perante um mercado cada vez mais acirrado, em que é necessário produzir mais e melhor, porém com os mesmos recursos físicos e humanos.

Visto estes aspectos introdutórios o trabalho segue em seu primeiro capítulo com a revisão da literatura, no segundo capítulo aborda a metodologia da pesquisa, no terceiro capítulo apresentará as ações e resultados finais, em seguida as conclusões e referências utilizadas.

## **1 REVISÃO DA LITERATURA**

Ao abordar o conceito de uma palavra em específico, geralmente encontramos várias interpretações para ela, e é importante a sua compreensão e definição, pois o entendimento equivocado poderá gerar problemas no ambiente em questão. Para este estudo abordaremos alguns conceitos importantes para o processo da pesquisa.

### **1.1 Princípio da corrosão dos metais**

Define-se corrosão como qualquer deterioração de um metal ou liga por reação química ou eletrolítica com seu meio ambiente, exatamente o processo inverso ao processo siderúrgico. Como na natureza os processos são governados sempre no sentido de menor energia. Os metais na forma pura são instáveis termodinamicamente, exceto metais nobres, como o ouro, por exemplo, tendendo voltar a sua forma original estável pela formação de óxidos, hidróxidos, sais, etc. com isso a corrosão se torna inevitável.

Para evitar essa tendência dos metais, existem várias formas de proteção, a maioria consiste em intercalar, uma camada protetora entre o metal e o meio corrosivo. O processo de corrosão dos metais está diretamente relacionado com o potencial de oxidação de eletrodo, que remove os elétrons do ferro formando cátions  $Fe^{++}$ , quanto mais positivo for o potencial de oxidação, mais reativo é o metal.

Em face da necessidade do eletrólito conter água líquida, a corrosão eletroquímica é também denominada corrosão em meio aquoso. Nos processos de corrosão, os metais reagem com os elementos não metálicos presentes no meio,  $O_2$  (oxigênio), S (enxofre),  $H_2S$  (ácido sulfúrico),  $CO_2$  (dióxido de carbono) entre outros, produzindo compostos semelhantes aos encontrados na natureza, dos quais foram extraídos. Conclui-se, portanto, que nestes casos a corrosão corresponde ao inverso dos processos metalúrgicos, como mencionado anteriormente.

A oxidação, também chamada de ferrugem, quando encontrada nos metais como ferro e aço, não afeta apenas o aspecto estético do material, também altera sua resistência mecânica e vida útil.

A corrosão é um dos maiores consumidores de ferro e aço no mundo. Cerca de 20% da produção mundial é destruída anualmente pela corrosão. A estimativa é que os custos da

corrosão para a economia de países industrializados podem representar cerca de 4% do PIB. Protegendo o aço com o zinco, este custo pode ser reduzido significativamente, prolongando a vida do material em pelo menos cinco vezes (INSTITUTO DE METAIS NÃO FERROSOS, 2009).

A corrosão provoca a falha direta dos metais quando em serviço e os torna suscetíveis de romper por algum outro mecanismo (CHIAVERINI, 1986). Gentil (1983) cita a presença de alguns desses materiais: em estruturas metálicas enterradas ou submersas, tais como minerodutos, oleodutos, gasodutos, adutoras, cabos de comunicação e de energia elétrica; Nos meios de transportes, como trens, navios, automóveis, caminhões, ônibus, embarcações em geral, navios; Nas estruturas metálicas sobre o solo ou aéreas, como por exemplo, torres e postes de linhas de transmissão de energia elétrica, postes de iluminação; Nos meios de comunicação, como de transmissão de estações de rádio, de TV, repetidoras, de radar, antenas etc. Todas essas estruturas representam investimentos vultosos que exigem uma durabilidade e resistência à corrosão para que justifiquem os valores investidos e evitem acidentes com danos materiais incalculáveis ou danos pessoais irreparáveis (GENTIL, 1983).

O ferro e suas ligas são os materiais de construção mecânica de maior importância e também os mais sujeitos e mais sensíveis a ação do meio corrosivo. É natural, que os fenômenos relacionados com a corrosão do ferro sejam os mais estudados e os mais conhecidos (CHIAVERINI, 1986).

Muitos ainda não se deram conta que metais diferentes em contato são fontes em potencial para a corrosão, ainda que possam em alguns casos até estar pensando na proteção de um dos dois, como por exemplo, o aço colocado entre duas camadas de zinco estará protegido, posto que o zinco sempre será o anodo, mesmo quando sua camada tiver sido perfurada (PUGLIESI; TRINDADE, 1986). Isso que estamos falando chama-se par galvânico, ou seja, dois metais em contato, o meio mais simples de evitá-lo conforme Pugliesi e Trindade (1986, p. 40) seria o “emprego de apenas um metal na constituição de um projeto”.

Na impossibilidade absoluta, usar isolantes elétricos entre metais de composição diferentes. A corrosão ou “enferrujamento” do ferro somente acontece quando estão presentes tanto umidade como oxigênio. Em outras palavras, não há corrosão do ferro se o mesmo estiver mergulhado em água sem a presença de oxigênio (CHIAVERINI, 1986). Na Fig.1 é possível observar o ciclo dos metais.

Figura 1 Ciclo dos Metais



Fonte: ([http://www.iope.com.br/3i\\_corrosao.htm](http://www.iope.com.br/3i_corrosao.htm))

## 1.2 Zinco

A propriedade mais importante dos revestimentos com zinco é a de proteger o ferro e o aço contra a corrosão. O zinco é anódico em relação ao ferro e o aço, oferecendo com isso mais proteção quando aplicado em camadas finas de 7 a 15 *microns*, do que espessura idêntica de níquel ou outra camada catódica.

Na prática é muito importante saber onde a peça a ser zincada será aplicada ou exposta, para depois disso definir a camada. A proteção pelo uso de zinco consiste em combinar o zinco com o ferro, resultando no zinco como anodo e o ferro como cátodo, prevenindo assim a corrosão do ferro, uma vez que o zinco atua como uma barreira protetora evitando a entrada de água e ar atmosférico, além de sofrer corrosão antes do ferro.

Este tratamento garante à peça uma maior durabilidade, já que a corrosão do zinco é de 10 a 50 vezes menor que no aço em áreas industriais e rurais, e de 50 a 350 vezes em áreas marinhas.

**Tabela 1 Padrões sugeridos para revestimentos de zinco sobre produtos de ferro e aço**

| GRAU DE EXPOSIÇÃO                                                                                                                                                      | ESPESSURA MÍNIMA EM MICROMETROS | APLICAÇÕES TÍPICAS                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| LEVE- exposição do artigo em ambientes internos com raras condensações e submetidas a um mínimo de abrasão e uso.                                                      | 5                               | Parafusos, porcas, fechaduras, fixadores, arames, e fios.             |
| MODERADO- Exposição em ambientes internos secos, mais sujeitos a condensação.                                                                                          | 7,5                             | Ferramentas, zíperes, peças de maquinas, prateleiras...               |
| SEVERA- Quando exposta a condensação, transpiração, detergente e chuvas ocasionais.                                                                                    | 12,5                            | Artigos tubulares, telas, janelas, peça de maq. de lavar e bicicleta. |
| MUITO SEVERA- Exposição a condições atmosféricas severas e sujeitas a frequente umidade, detergentes, soluções salinas e ainda danificadas por riscos ou uso abrasivo. | 25                              | Postes elétricos, estruturas metálicas e tubulações.                  |

Fonte: Metal Finishing Suppliers Association (MFSA)

### 1.2.1 A história do zinco

Séculos antes da descoberta do zinco em forma metálica, seus minérios, já eram utilizados para fazer compostos de zinco para o tratamento de lesões na pele e irritação ocular e de latão como utensílios domésticos. O latão (liga da família de cobre e zinco) era produzido pelos romanos, na era dos Césares (20 a.C. – 14d. C).

No ano de 1374, o zinco foi reconhecido na Índia, como um novo metal. Também na Índia, mais precisamente em *Zawar*, nos séculos XII a XVI, tanto o metal como o óxido de zinco passou a ser produzido. No século XVII, a fabricação do zinco migrou da Índia para a China. Em 1546, o zinco foi reconhecido como um metal independente na Europa. A primeira fundição de zinco foi estabelecida em Bristol, no Reino Unido, no ano de 1743 (ASSOCIAÇÃO INTERNACIONAL DO ZINCO, 2000; 2009).

### 1.2.2 O minério de zinco

O zinco encontra-se na natureza, em sua maior parte, na forma de sulfeto mineral denominado blenda e esfalerita, ambos de cor caramelo e marmatita, de cor escura; sua notação científica é “Zn” e está presente na água, no solo e no ar. A quantidade de zinco na primeira milha da crosta da terra sob terra firme é de 224.000.000 toneladas; nos oceanos e leito do mar existem 15.500.000 toneladas, caracterizando a abundância do minério.

Existem no mundo aproximadamente 270 minas de zinco, sendo 75% localizadas na América e na Ásia. A produção de minério de zinco em 2008 foi de 11.755.000 toneladas (GRUPO INTERNACIONAL DE ESTUDOS DO CHUMBO E DO ZINCO, 2000; 2009). De acordo com o circuito de extração e produção de concentrado de zinco da Associação Latino-Americana de Zinco (2009), o processo de mineração do zinco consiste em três etapas, a extração e concentração, moagem e flotação.

A primeira etapa - extração - consiste em extrair a rocha mineral da natureza, podendo efetuar-se a céu aberto ou subterrâneo, com variação nos teores dependendo da mina (de 5 a 15% de zinco) e em seguida é transportada para uma planta concentradora onde separa os tamanhos dos fragmentos.

A segunda etapa - concentração - é a de moer continuamente as partículas que compõem o mineral até obter uma granulometria máxima de 180 microns ou 0,18mm, permitindo finalmente a liberação dos minerais de zinco em forma de partículas individuais.

A terceira e última etapa – moagem e flotação - um processo físico-químico que permite a separação dos minerais sulfetados de zinco (resultante da ocorrência na natureza combinada com o enxofre e o metal) e outros elementos restantes dos minerais que compõem a maior parte da rocha original.

A partir deste processo, as partículas de zinco se encontram em forma de sulfetos, de maneira que podem continuar em outras etapas do processo produtivo, concentrando e

elevando seu teor até que esteja pronto para o refino e com um percentual de umidade na faixa média de 10% (op. cit.).

De acordo com Magalhães Filho (2000), mais de 90% da produção de zinco primário provém de minérios sulfetados, que são concentrados por flotação e comercializados mundialmente como concentrado sulfetado de zinco. O teor de zinco nos concentrados sulfetados varia de 45 a 60% de zinco e teor de enxofre é de 30 a 33%. Além do zinco e do enxofre, estes concentrados geralmente contêm ferro (2-12%), chumbo (0,5-3%), sílica (0,5-3%), cobre (0,1-1%) como principais impurezas em termos de quantidade e, dependendo do depósito mineral, cádmio e prata.

### 1.2.3 O zinco metálico

Estima-se que existam 129 refinarias de zinco em todo o mundo, espalhados por 40 países. Destas, 79 são fundições primárias e 50 são operações secundárias. As fábricas primárias são baseadas inteiramente e praticamente na utilização de concentrados de zinco e as secundárias são aquelas que produzem o zinco metálico, ligas de zinco e óxido de zinco da reciclagem de materiais de sucata de zinco. Somente no ano de 2008 foram produzidas 11.683.000 toneladas de zinco metálico. (GRUPO INTERNACIONAL DE ESTUDOS DO CHUMBO E DO ZINCO, 2000; 2009).

O processo por via hidrometalúrgica, conhecido também como processo eletrolítico, que separa os elementos químicos de um composto através da eletricidade, é o mais utilizado para tratamento dos concentrados sulfetados, com mais de 80% de aplicação em plantas de zinco (MAGALHÃES FILHO, 2000).

Segundo Magalhães Filho (2000) as principais etapas do processo eletrolítico para concentrados sulfetados de zinco são:

a) a primeira delas, a ustulação, sua finalidade é remover o enxofre e converter o sulfeto de zinco ( $ZnS$ ) concentrado em óxido de zinco ( $ZnO$ );

b) a seguir, processa-se a lixiviação, que é o método para remover o ferro com ácido sulfúrico. Como 90% do zinco ustulado encontram-se na forma de óxido de zinco, a maior parte do restante está presente como ferrita de zinco ( $ZnO \cdot Fe_2O_3$ );

c) a purificação é o processo de remoção de algumas impurezas contidas na solução da lixiviação neutra para que a mesma possa ser enviada para a etapa seguintes do processo;

d) a eletrólise conta com várias cubas eletrolíticas nas quais estão dispostos os catodos de alumínio (eletrodo negativo) e os anodos de uma liga chumbo-prata (eletrodo positivo). As

cubas são alimentadas pelo eletrólito, que é composto pela solução de zinco purificada mais a solução após a passagem pelas cubas, a qual é recirculada ao processo. O eletrólito que alimenta as cubas tem uma concentração de zinco na faixa de 50 a 70 g/l. Pela aplicação de uma corrente elétrica entre os anodos e catodos, o zinco é depositado nos catodos, formando as folhas catódicas (placas finas de zinco), onde possuem um alto grau de pureza superior a 99,995% de zinco. O oxigênio do processo é gerado nos anodos.

e) por último a fundição, que tem como objetivo fundir as folhas catódicas, produzidas na eletrólise e efetuar o lingotamento de zinco como zinco SHG (*Special High Grade*) ou ligas de zinco. O zinco se funde a 420°C e, em geral, são usados fornos elétricos de indução de baixa frequência tipo canal. O lingotamento do zinco é feito em lingoteiras lineares ou circulares e tradicionalmente os lingotes têm peso unitário de 25 kg. O zinco é um metal branco ligeiramente azulado, quebradiço quando está frio, porém se torna maleável e dúctil entre 100 e 150°C.

#### 1.2.4 As propriedades e os principais usos do zinco

O zinco está presente em tudo o que as pessoas consomem, dentre estas, pode-se destacar:

a) O zinco serve para revestimentos anti-corrosão para aço: devido à propriedade de reação com o ferro, resistência à corrosão e eletroquímica. O zinco protege o aço através dos processos de galvanização, metalização, eletrodeposição e tintas ricas em zinco. O aço revestido com zinco resiste à deterioração, corrosão, incêndios e inundações melhor que qualquer outro material. Por isto, ele está sendo cada vez mais utilizado na construção residencial, industrial, comercial e agrícola. Já na indústria automobilística, a garantia de proteção contra corrosão é hoje oferecida pelos principais fabricantes de veículos e varia de 6 a 12 anos, podendo chegar a 30 anos.

b) Fabricação de ligas: como tem propriedades e características de liga, o zinco é utilizado principalmente na fabricação de ligas de latão (cobre-zinco) e em outras ligas, como de alumínio e magnésio. O latão é um material cada vez mais popular entre os arquitetos, decoradores e consumidores, além de ser bacteriostático, ou seja, é um material higiênico – quando usado em maçanetas, parapeitos e ferragens.

c) Componentes de precisão (fundição sob pressão): com o baixo ponto de fusão, capacidade para tratamento de superfície, resistência e fluidez, as ligas fundidas com base em zinco de alto teor de pureza, tornam-se ideal para milhares de aplicações de fundições, como

em utensílios domésticos, peças de precisão para carros, computadores e equipamentos de comunicação.

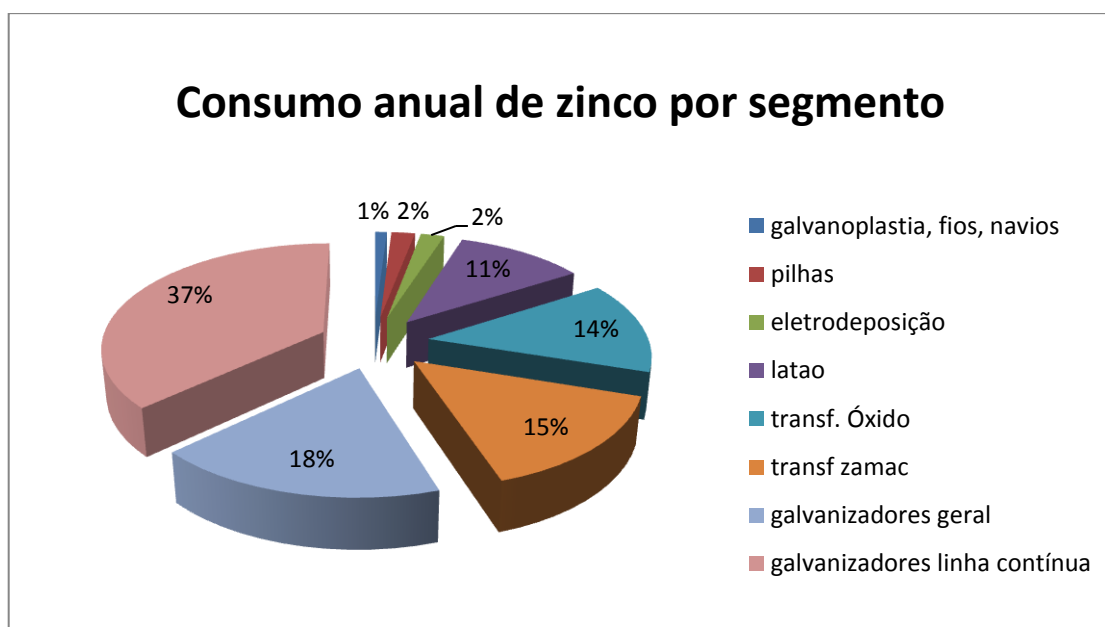
d) Arquitetura: como pode ser laminado, tem plasticidade e resistência à corrosão, a folha de zinco faz com que ela seja um material ideal para telhados, drenagem da água da chuva e aplicações de decoração.

e) Química: transformado em óxido de zinco, se torna essencial na produção de borracha, pneus, pigmentos de tinta e vitrificação de cerâmicas.

f) Saúde do Ser Humano, Animal e Plantas: as propriedades curativas dos compostos de zinco permitem sua utilização em muitos produtos farmacêuticos e cosméticos, de curativos e cremes antissépticos a loções solares. É vital para muitas funções biológicas como resistência contra doenças, ajuda na digestão, reprodução, crescimento físico, controle do diabetes, paladar e olfato. Além de ser um nutriente essencial para a indústria alimentícia, de fertilizantes e de ração animal.

Os principais consumidores de zinco, por segmento no Brasil, estão distribuídos conforme a Fig.2.

**Figura - 1 Segmentos consumidores de zinco no Brasil**



Fonte: MAZAC (2009)

O controle analítico desse tipo de substância é baseado na referencia do fornecedor do processo ou referências da Associação Brasileira de Tratamentos de Superfície (ABTS).

### 1.3 Zincagem eletrolítica

Em meados de 1741, o químico francês Melouin descobriu que fazendo recobrimento do aço com zinco poderia protegê-lo da corrosão. Já em 1837, o engenheiro Sorel patenteou a galvanização a fogo utilizando o termo galvanização (do nome de Luigi Galvani, 1737-1798, um dos primeiros cientistas interessados na eletricidade) porque o que protege o aço é a corrente galvânica. Denomina-se desta maneira porque quando o aço e o zinco entram em contato em um meio úmido é criada uma diferença de potencial elétrico entre os metais.

A galvanoplastia é então, um tratamento de superfície que consiste em depositar um metal sobre um substrato, para proteção, melhor condutividade e melhor capacitação para se soldar sobre a superfície tratada (REALUM, 2012). Chamamos de zincagem, de acordo com Buzzoni (1991) o processo galvanotético no qual o metal protetor é o zinco. Esse processo pode ser feito por meio de banhos alcalinos ou banhos levemente ácidos. Com a cobertura de zinco, Vanderhoeven, (2012) diz que mesmo que uma pequena área fique exposta, o metal base não sofre efeitos de corrosão, porque o zinco sendo anódico ele aumentará sua taxa de corrosão corroendo-se e protegendo catódicamente a área descoberta.

A atividade galvânica é predominante nas indústrias do setor metal-mecânico, em fabricação de peças automotivas, máquinas equipamentos agrícolas e motores em geral. Também em setores como de eletroeletrônico, calçadista, e ferramentas também utilizam peças com revestimentos, seja para melhorar a durabilidade dos componentes ou para efeito decorativo (TOCCHETTO 2004).

O aço revestido com camada de zinco, na verdade, está protegido de acordo com Valdir (2012), de duas maneiras distintas: se a camada de zinco se mantiver contínua, sem qualquer perfuração, essa atua como uma barreira evitando que o oxigênio e a água entrem em contato com o aço, inibindo assim a oxidação. Se acaso tiver qualquer descontinuidade, com a presença do ar atmosférico, que possui umidade, o zinco passa a atuar como ânodo, se corroendo no lugar do ferro.

Para executar o processo de galvanoplastia por eletrodeposição a instalação para esse requer alguns componentes: um retificador responsável pela fonte de energia contínua; barramentos para condução de energia; tanque para depósito da solução; solução, os ânodos que são ligados no barramento interno do tanque no pólo positivo, e monovia ou sistema de elevação para movimentação das peças (BUZZONI, 1991). Cada componente deve ser

corretamente dimensionado a fim de ter um correto funcionamento e melhor rendimento, sem perdas de energia ou alguma deficiência que possa atrapalhar o processo.

A zincagem eletrolítica é um dos processos industriais mais antigos já usados, o qual tem como objetivo proteger o ferro e o aço contra a corrosão e garantir uma alta durabilidade do material. O zinco é anódico em relação ao ferro e ao aço, portanto, oferece mais proteção quando aplicado em camadas finas de 7 a 15  $\mu\text{m}$ , do que espessura idêntica de níquel ou outra camada catódica.

É importante saber onde a sua peça será exposta durante seu tempo de utilização, pois a partir dessa informação iremos decidir a espessura da camada de zinco a ser aplicada.

O processo de galvanização eletrolítica consiste em uma sequência de banhos que envolvem basicamente três etapas: o pré-tratamento, o revestimento e a passivação.

Durante o pré-tratamento é feito um banho de desengraxe, com soda cáustica, e, logo depois a decapagem, mergulhando-se em solução de ácido muriático para remover óxidos, tintas, ferrugem e incrustações da superfície metálica. Em seguida as peças passam por um enxágue em água para evitar a contaminação dos banhos seguintes. Depois da decapagem as peças passam por uma neutralização, a última etapa do pré- tratamento, cuja função é eliminar restos de líquidos e restos salinos dos poros, ou outras imperfeições. Nesta etapa utilizam-se líquidos com reações fracamente ácidas, ou alcalinas; neste caso específico se utiliza o banho de hidróxido de sódio, conhecido como soda cáustica.

Inicia-se então a etapa do processo de galvanização - o revestimento – e refere-se à deposição eletrolítica. Neste processo é usado o banho de zinco (Zn), onde as peças ficam submersas por alguns minutos. Esta etapa é responsável por aumentar a resistência à corrosão. A peça passa novamente pelo enxágue e segue para a passivação: banho contendo ácido nítrico que tem por finalidade fixar o zinco e dar um acabamento tipo espelhado à peça.

Depois de passar por todas as essas etapas é feito novamente um enxágue e em seguida as peças são encaminhadas para secagem. As peças maiores secam ao ar livre, já as peças pequenas secam em centrífugas para evitar que sequem coladas umas às outras. Na Tab. 2 são apresentado orientações quanto aos processos dos materiais.

Tabela 2 Tabela de Orientação

| TABELA DE ORIENTAÇÃO                   |                                                                                                                    |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Metais Base Aplicáveis                 | Aço, Latão, Ferro-Fundido, Zamak.                                                                                  |
| Principais Características Do Processo | Desengraxe químico a 90 °C, decapagem ácida, eletrodeposição, cromatização e secagem a 60 °C.                      |
| Acabamentos Disponíveis                | Branco, Bicromatização, Preto, Trivalente e Verde Oliva.                                                           |
| Limites de Camada (µm)                 | De 4 a 20                                                                                                          |
| Resistência a Salt-Spray               | Até 240 horas. Sobre aços                                                                                          |
| Aplicações Mais Usadas                 | Parafusos, porcas, arruelas e elementos fixação em geral. Ind. Automobilística, Ind. Moveleira, Const. Civil, etc. |
| Resistência a Produtos Químicos        | Teme substâncias ácidas, alcalinas e soluções com cloreto de sódio. Resiste os derivados de petróleo               |
| Não Utilizar na Presença De            | Temperatura = 100 °C. Ácidos, bases, cloreto de sódio, alimentos, umidade saturada.                                |
| Cuidados Especiais                     | Não bater, armazenar em local seco e ventilado. Não usar e contato direto com papelão                              |
| Aderência à Pintura                    | Baixa                                                                                                              |
| Penetração em Furos e Reentrâncias     | Média                                                                                                              |
| Capacidade máxima dos tanques (mm)     | Comp. - 6000 Alt. - 1100 Larg. – 350                                                                               |

Fonte: AUTOR (2014)

#### 1.4 Uso do cianeto na galvanoplastia

O cianeto é uma substância química altamente tóxica formada por um átomo de carbono e um átomo de nitrogênio, constituindo a molécula ionizada CN<sup>-</sup>. Dentre os compostos de cianeto, o ácido cianídrico (HCN) é considerado o mais perigoso do ponto de

vista ocupacional por estar presente no ar e oferecer risco de inalação. Dentre as atividades ocupacionais passíveis de exposição a cianeto, a galvanização é a mais citada nos estudos encontrados na literatura, embora outros segmentos industriais importantes tenham surgido como potenciais fontes de exposição. Os efeitos observados são principalmente alterações da tireoide e efeitos sobre o sistema nervoso central

Cianetos compreendem uma ampla variedade de compostos de diversos graus de complexidade, todos contendo um grupamento CN<sup>-</sup>. Apesar de tantas formas químicas de cianeto, o íon CN<sup>-</sup> é o agente tóxico primário. O ácido cianídrico (HCN) é um líquido volátil sem cor e com odor característico de amêndoas amargas e é a principal forma na qual o cianeto está presente na atmosfera. Sendo assim, o HCN representa o maior interesse para toxicologia ocupacional oferecendo risco de exposição de trabalhadores através da inalação.

O cianeto pode ser absorvido após inalação, exposição oral ou dérmica. A absorção pulmonar é a mais eficiente, sendo os efeitos quase que imediatos e mais intensos se comparados com a via gastrointestinal (ATSDR, 2006; IPCS INCHEM HOME, 2015). O cianeto, após absorvido, alcança rápida e uniformemente diversos tecidos e esta distribuição se dá, principalmente, através dos eritrócitos, com uma proporção consideravelmente menor sendo transportada dissolvida no plasma.

O cianeto é utilizado em vários segmentos industriais, tais como: extração e refino de metais preciosos (ouro, prata etc.), indústrias metalúrgicas e em eletrodeposição de metais (galvanoplastia), disposição eletrolítica de revestimentos metálicos (cobre, zinco, cádmio etc.), tratamentos térmicos de aços, síntese de produtos químicos inorgânicos e orgânicos.

A galvanoplastia, descrita na maioria dos estudos de exposição ocupacional a cianetos, é um processo no qual a finalidade é dar revestimento em peças de metal para proteger as mesmas contra ferrugem e corrosão, mudar a aparência e reduzir a resistência elétrica no contato, ser base para operações de soldagem, fornecer isolamento elétrico e melhorar a resistência ao desgaste abrasivo.

De acordo com Burgues (1997), os sais de cianeto estão relacionados com os principais riscos químicos existentes na área de galvanoplastia. São utilizados no desengraxe eletrolítico, etapa que antecede a eletrodeposição de metal e faz parte do processo de limpeza para remoção de óleos, graxa e impurezas das peças. A solução cianídrica contida nos banhos de desengraxe forma, com facilidade, gás cianídrico em contato até com o gás carbônico existente no ar atmosférico que, dependendo da concentração, pode ser letal (FIGUEREDO, 2008).

Versátil íon ácido inorgânico tem a capacidade de solubilizar metais, através da complexação, pois é fácil de operar, possui baixo custo e fácil controle. Com isso o banho de zinco alcalino cianídrico ainda é muito utilizado. Pode-se dividir em 3 classificações diferentes, baseado no teor de cianetos: alto, médio e baixo, conforme indicativos da Tab.3.

**Tabela 3 Relação NaCN: Zn x Temperatura de Trabalho**

|                    | Baixo Cianeto     | Médio Cianeto    | Alto Cianeto       |
|--------------------|-------------------|------------------|--------------------|
| Zinco              | 10 (7 - 15) g/L   | 20 (15 - 25) g/L | 35 (30 - 40) g/L   |
| Óxido de Zinco     | 12,5 (9 - 19) g/L | 25 (19 - 31) g/L | 44 (37 - 50) g/L   |
| Cianeto de Sódio   | 18 (10 - 30) g/L  | 50 (30 - 65) g/L | 105 (75 - 110) g/L |
| Hidróxido de Sódio | 85 (80 - 90) g/L  | 70 (60 - 80) g/L | 50 (40 - 60) g/L   |
| Carbonato de Sódio | máx. 90 g/L       | máx. 80 g/L      | máx. 70 g/L        |
| Relação NaCN: Zn   | 2,0 (1,5 - 2,5)   | 2,5 (2,0 - 3,0)  | 3,0 (2,5 - 3,2)    |

Fonte: AUTOR (2014)

Uma consideração importante a fazer é a temperatura de trabalho do banho; banhos com temperaturas elevadas requerem um aumento do teor de cianeto de sódio para produzir cobertura brilhante nas áreas de baixa densidade de corrente.

Convém lembrar também que temperaturas mais elevadas requerem adição maior de aditivos para manter o mesmo padrão de acabamento com relação ao brilho.

A tabela 4 indica a relação de cianeto de sódio total para zinco metal nas diferentes faixas de temperatura.

**Tabela 4 Composição do Eletrólito**

|                  | Composição do Eletrólito |       |
|------------------|--------------------------|-------|
| Temperatura (°C) | Alto e Médio Cianeto     | Baixo |
|                  | Cianeto                  |       |
| 21 - 26          | 2,7                      | 2,3   |
| 27 - 32          | 2,8                      | 2,5   |
| 33 - 38          | 3,0                      | 2,7   |

Fonte: AUTOR (2014)

### VANTAGENS

- ciclo curto de preparação do metal base;
- uniformidade do depósito, e boa ductilidade mesmo em camadas espessas;
- equipamento relativamente simples;
- processo facilmente controlável;
- fácil aceitação dos diversos tipos de cromatizantes.
- não requer sequência crítica de pré-tratamento;
- maior tolerância a contaminantes e a seus derivados;
- maior tolerância à temperatura de operação;
- fácil controle operacional, só um aditivo;

### DESVANTAGENS

- baixa velocidade de eletrodeposição;
- alto consumo de energia;
- dificuldade em zincar peças de ferro fundido e temperado;
- alta evolução de gases tóxicos no ambiente;
- alto custo de tratamento de efluentes;
- alto impacto social, em casos de falhas operacionais.

Os cianetos inorgânicos contêm o íon  $CN^-$ , uma substância extremamente tóxica, um dos venenos mais letais conhecidos pelo homem. A ação tóxica do cianeto causa a morte por qualquer meio de penetração no organismo por inalação, em 5 min em concentração de  $300\text{mg}/\text{m}^3$  de ar e por ingestão, em quantidades acima de 50mg.

#### 1.4.1 Banhos de zinco sem cianetos

Estes banhos surgiram em decorrência das constantes exigências governamentais, em todo o mundo, para evitar a poluição dos rios com o cianeto. Para evitar um custoso tratamento de água, as indústrias começaram reduzindo o teor do cianeto, usando banhos com médio e baixo cianeto. Temos agora, banhos alcalinos com zero presença de cianeto, e com vantagens para a deposição de camadas.

Os banhos alcalinos sem cianeto são formados através de Zincatos ( $ZnOH$ ), sendo preparados com, Óxido de zinco ( $ZnO$ ) e Soda Cáustica ( $NaOH$ ), em proporções evidenciadas na tabela 5.

**Tabela 5 Formulações típicas por tipo de banho alcalino**

| Componentes do banho | NCZ(banho de zinco isento de cianeto) | LCZ(banho de zinco baixo cianeto) |
|----------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| Zn (metal)           | 5-15 g                                | 5-15g                             |
| NaOH (total)         | 70-150g                               | 70-100G                           |
| NACN(total)          | -----                                 | 5-15g                             |
| ABRILHANTADOR        | *                                     | *                                 |

\*Aproximadamente 1g/l de ingrediente ativo

Fonte: (LOWENHEIN, 1978)

Os processos que utilizam Zincato são extremamente dependentes de aditivos. Na ausência destas substancias, os depósitos são pulverulentos, sem adesão e de coloração escura, para a faixa de densidade decorrente normalmente usada na indústria. Outro problema do processo à base de óxido e soda, é que eles depositam outros metais, além do zinco.

O processo sem cianeto apresenta deficiências, sendo inferior em três aspectos referentes ao processo de banho com cianeto:

Controle- O controle de banho é um ponto crítico do processo, devido à baixa concentração de zinco necessária.

Aditivos-Desenvolvimento de substancias que permitem a obtenção de depósitos nivelados a partir de soluções de zincato.

Baixa tolerância à presença de contaminantes no banho- Principalmente inorgânicos, com formação de depósitos escurecidos de baixo atrativo comercial.

#### VANTAGENS

- Excelente penetração e uniformidade de camadas;
- não apresenta corrosão branca em áreas de solda;
- diminui o custo do tratamento de efluentes;
- equipamento simples;
- menor custo de montagem dos banhos;
- depósitos altamente brilhantes;
- excelente cobertura;

#### DESVANTAGENS

- Dificuldade em zincar ferro fundido e aços temperados;
- não se pode usar polissulfetos para a remoção de contaminações metálicas;
- baixa tolerância para impurezas metálicas;

- camada espessa com menor ductibilidade;
- processo mais sensível a bolhas;
- o óxido de zinco e a soda cáustica necessitam um grau maior de pureza;

## **1.5 Equipamentos e acessórios utilizados na indústria galvânica**

Tanques- os tanques podem ser construídos em chapa de aço revestida em PVC ou PP de chapa rígida que é isolante elétrico e resistente ao calor.

Barramentos- os tanques são equipados por barras de cobre, latão ou ferro, dependendo do banho, apoiados por isoladores. Essas barras podem ser redondas, ou chatas e seu número deve ser sempre ímpar. Na montagem do tanque para eletrodeposição, as barras externas devem ser ligadas ao pólo positivo do retificador e nelas serão suspensos os anodos. Na barra central do tanque deverão ser suspensas as peças a serem revestidas. Esta barra deverá estar ligada ao polo negativo do retificador.

Ganchos para anodos- os anodos são suspensos no banho por intermédio de ganchos que podem ser de titânio cobre ou latão, mas neste caso ele nunca poderá tocar no banho, pois causaria contaminação do eletrólito.

Aquecimento- Pode ser feito através de resistências elétricas ou com vapor. Deve-se usar termostato em cada banho para controle da temperatura.

Agitação- pode ser através da movimentação das peças (agitação catódica, tambor rotativo) ou da solução (agitação por insuflamento de ar, agitação por turbilhamanto).

Filtração- utiliza-se bomba filtro que é composta pelo filtro propriamente dito e uma bomba, garantindo uma passagem forçada do liquido através do material filtrante.

Gancheiras- as gancheiras servem de suporte para as peças, e devem ser construídas de acordo com suas geometrias, levando em conta a passagem de corrente elétrica e a natureza química dos banhos.

## **2 METODOLOGIA**

### **2.1 Classificação da pesquisa**

Esta pesquisa pode ser classificada como estudo de caso. Quanto aos procedimentos é uma pesquisa de campo, com observação e coleta de dados no local de estudo, e de fonte de papel, com pesquisa bibliográfica e documental. Do ponto de vista da forma de abordagem a pesquisa pode ser classificada como quantitativa e qualitativa.

### **2.2 Planejamento da pesquisa**

#### **2.2.1 Procedimento de coleta e interpretação dos dados**

Inicialmente realizou-se uma revisão bibliográfica, onde se definiu conceitualmente assuntos como, corrosão, galvanoplastia, zincagem com e sem cianeto, processos como um todo, conceito e pesquisa sobre o zinco, bem como matérias e equipamentos usados na indústria galvânica. A partir da revisão bibliográfica, obteve-se suporte de informações necessárias para o entendimento da pesquisa.

A coleta dos dados foi realizada dentro da empresa, situada no Distrito Industrial de Panambi, para coleta dos dados foi utilizado o método de pesquisa interna, bem como conversação com antigos e atuais proprietários da empresa e também com funcionários que permaneceram na empresa após a mudança de direção.

Para o estudo, foram realizadas pesquisas bibliográficas sobre o tema como um todo, pesquisas na parte financeira e de produtividade da empresa, além de registros e situações vivenciados dia a dia na empresa, em termos de melhoria de processo e consequentemente de produção.

#### **2.2.2 Estudo de Caso**

O estudo de caso foi desenvolvido na empresa GALVANOTECNICA ANDURI, com sede na Rua Emil Grasser 70, localizada no Distrito Industrial da cidade de Panambi, na região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul-RS. Foi realizado um estudo sobre as

melhorias realizadas na empresa, na parte estrutural e de processos, visando o aumento de produtividade e da satisfação de colaboradores através das melhorias de condições de trabalho.

Nas Fig.2, Fig.3, Fig.4, Fig.5, está registrado espaços da empresa, tal qual foi recebida pela nova direção e ao decorrer do trabalho serão abordadas as novas modificações realizadas.

**Figura 2 Piso precário e tanques antigos de metal**



Fonte: AUTOR (2015)

**Figura 3 Impermeabilização com piche a quente**



Fonte: AUTOR (2015)

**Figura 4 Gancheiras desorganizadas**



Fonte: AUTOR (2015)

**Figura 5 Estação de tratamento antes**



Fonte: AUTOR (2015)

### **3 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Uma empresa necessita de melhorias contínuas, para somente assim conseguir ficar no mercado e ser competitiva, o mundo moderno em que vivemos pune severamente empresários e investidores que não ousarem, claro que dentro de suas limitações e necessidades. A empresa em estudo necessitava sem sombra de dúvidas, boas e significativas reformulações e investimentos, tanto na parte de infraestrutura, como de processo, de colaboradores, e de profissionais técnicos e gabaritados para desenvolverem tais tarefas dentro da empresa.

O ramo de galvanoplastia (zincagem) é um ramo que por si só é complexo e delicado de se administrar, pois depende de muitas variáveis, que em outros ramos, como por exemplo, a metalurgia, não necessita.

A direção atual da empresa fez um levantamento, antes da aquisição da mesma, e constatou-se que a empresa em estudo, seria uma maneira de diversificar os negócios, num mundo globalizado onde vivemos, e também que seria viável a sua compra. Além de ser um ramo de prestação de serviços procurado por diversas empresas locais, tem uma gama de clientes de fora do município de Panambi, e, além disso, a outra empresa que possuem, necessita diariamente dos serviços de tratamento superficial (zincagem eletrolítica), em boa parte da relação de peças que fabricam. Com isso adquiriu-se a empresa.

No ramo de zincagem, a qualidade é imprescindível, como em todos os segmentos, porém no tratamento de materiais, a qualidade fica exposta a olho nu, a estética das peças é muito importante para o sucesso da empresa. Baseado nisso começou-se uma reformulação total na galvanica em estudo, foram investimentos em todos os setores, investimentos esses, ainda constantes nos dias atuais da empresa, abrindo mão de resultados mais satisfatórios no momento, mas prevendo um futuro próximo muito promissor.

Na tabela abaixo, algumas das melhorias realizadas da nova gestão da empresa.

**Tabela 6 Comparativos da Empresa**

| <b>COMPARATIVOS DA EMPRESA, ANTES E DEPOIS</b> |                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>LOCAL / EQUIPAMENTO</b>                     | <b>ANTES</b>                                                                                                                                                     | <b>DEPOIS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Prédio                                         | Paredes sem reboco, sujas, com buracos, sem pintura.                                                                                                             | Paredes rebocadas e pintadas, com identificações dos tanques padronizadas.                                                                                                                                                                                                            |
| Tanques                                        | Tanques de ferro sucateados E com vários furos. Com tamanho incompatível com a necessidade da produção.                                                          | Alguns dos tanques já foram substituídos por tanques novos em PP, tendo ainda os de ferro que apresentaram melhor conservação. Tanques novos compatíveis com o tamanho necessário para a produção.                                                                                    |
| Talhas                                         | Talhas manuais com funcionamento comprometido                                                                                                                    | Montagem e implantação de ponte rolante. Agilizando o processo, e facilitando a ergonomia dos colaboradores.                                                                                                                                                                          |
| Estação de Tratamento (ETE)                    | Agitação com uma única mangueira. Tanques dos reservatórios de lodo sempre lotados, secagem do lodo em gincanas com o calor do ambiente (demorado).              | Agitação com várias mangueiras simultaneamente. Aquisição de um filtro prensa que seca o lodo reduzindo o volume. Retirada total do lodo estocado nos reservatórios.                                                                                                                  |
| Organização / Processamento                    | Todo o material era processado conforme o pedido do cliente ou de acordo com o encaminhamento do encarregado de produção não seguindo ordem ou Plano de Produção | O material que chega é conferido e posteriormente é lançado no plano de produção, para em seguida ser encaminhado para o processamento. Os clientes geralmente tem uma previsão de entrega do material. No plano de produção consta a quantidade de banhos, a camada referente a cada |

Continuação Tabela

|               |                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|               |                                                                                                                                   | cliente, o tipo de cromatizante a ser utilizado. Quando o material está pronto novamente é conferido para depois ser liberado para expedição.                                                                                                                                                                      |
| Colaboradores | Salários baixos, desorganização dentro do processo. Distanciamento entre os funcionários e a direção da empresa.                  | Funcionários valorizados; Cada setor do processo tem um responsável que responde pelo mesmo. Abertura para dialogo com a                                                                                                                                                                                           |
| Processos     | Processos apenas de zinco com cianeto; não havia processo de desengraxe. O processo era realizado sem seguir nenhum procedimento. | Implantação de banhos sem cianeto, tanto parado como rotativo. Implantação de banho de desengraxe. Melhoria nos processos de passivação dando ênfase aos cromatizantes de maior resistência. Todo o processo é guiado por um procedimento no qual constam as etapas da produção e como proceder em cada uma delas. |
| Geral         | Todos os procedimentos eram realizados conforme conhecimento de cada responsável de setor.                                        | Toda a forma de trabalho na empresa segue procedimentos padrões que se encontram em arquivo físico e digital, no qual os funcionários podem consultar caso necessário, para desempenharem suas funções.                                                                                                            |

Fonte: Autor (2015)

Percebe-se que mudanças foram feitas e que investimentos constantes são realizados na empresa. Criou-se um manual de qualidade, onde qualquer pessoa passa a entender o processo, e diagnosticar se alguma coisa não esta de acordo com o desejado, uma ferramenta simples, mas muito capaz, pois cada colaborador se compromete e desempenha sua função com mais segurança, sabe o que está fazendo.

A seguir veremos o detalhamento do processo atual, com os detalhes da produção.

### 3.1 Procedimento de montagem, manutenção e controle analítico dos banhos

Na abordagem a seguir serão descritas as sistemáticas relacionadas aos processos de montagem, manutenção e controle analítico dos banhos do processo de pré-tratamento, tratamento e pós-tratamento de superfícies metálicas visando atender as demandas dos pedidos de vendas da empresa conforme requisito 7.5 da Norma ISO 9001:2008.

#### 3.1.1 Controle de registro da qualidade

**Tabela 7 Controle de registro da qualidade**

| <b>IDENTIFICAÇÃO</b>                                | <b>ARMAZENAMENTO<br/>(local)<br/>RECUPERAÇÃO<br/>(ordem)</b> | <b>PROTEÇÃO<br/>(forma de<br/>arquivamento)</b> | <b>RETENÇÃO</b> | <b>DISPOSIÇÃO</b> |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------|-------------------|
| Laudos de análise de banho de zincagem              | Laboratório<br>Por data                                      | Pasta suspensa                                  | 30 dias         | Destruir          |
| Controle Analítico de Banho de Pré e Pós Tratamento | Laboratório<br>Por data                                      | Pasta Suspensa                                  | 60 dias         | Destruir          |
| Planilha de controle de amperagem                   | Laboratório<br>Por data                                      | Pasta suspensa                                  | 30 dias         | Destruir          |
| Planilha de controle de Agitação de Banhos          | Laboratório<br>Por data                                      | Pasta suspensa                                  | 30 dias         | Destruir          |
| Planilha de Manutenção de Banhos                    | Laboratório<br>Por data                                      | Pasta suspensa                                  | 30 dias         | Destruir          |
| Cronograma de Limpeza de Banhos                     | Laboratório<br>Por data                                      | Pasta suspensa                                  | 1 ano           | Destruir          |

Fonte: AUTOR (2015)

#### 3.1.2 Banho de desengraxe

O banho de desengraxe era usado de forma incorreta, às peças eram passadas no desengraxe, depois seguiam para a lavagem a jato, passando em seguida para a decapagem,

depois se passava o jato novamente e ia para a neutralização. Hoje, as peças passam pelo desengraxe, em seguida em um tanque com água, depois vão para o ácido, voltam para o tanque com água, e somente então são encaminhadas para a soda (neutralização).

Com essa simples mudança de processo, conseguiu-se uma economia de 550 L de ácido por semana, e aprox. 175kg de soda. O ácido e a soda eram descartados todo mês, gerando inúmeros prejuízos e desperdícios. Hoje eles são filtrados em torno de 4 vezes, e somente depois descartados. Economizando em torno de duas toneladas de soda e aproximadamente 3400L de ácido.

A Fig. 6 mostra o atual tanque de desengraxe, juntamente com o tanque com água.

**Figura - 6 Tanque de desengraxe**



Fonte: AUTOR (2015)

#### 3.1.2.1 Montagem

Os tanques para montagem deste banho devem ser de ferro ou preferencialmente ferro revestido com PVC ou PP. As resistências utilizadas para o aquecimento devem ser de aço, pirex ou teflon.

O Responsável pelo Laboratório e/ou Encarregado de Produção orientam os operadores para a montagem do banho, que deve seguir os seguintes passos: adiciona-se água em 50% do volume do tanque; adiciona-se o produto conforme concentração especificada na Tabela 8 avoluma-se o tanque com o restante da água e procede a homogeneização com agitação mecânica ou ar para total dissolução do produto.

**Tabela 8 Condições para montagem e manutenção – Desengraxante Químico**

|              | <b>Faixa de Trabalho</b> | <b>Ideal</b> |
|--------------|--------------------------|--------------|
| Concentração | 60 – 90 g/L              | 75g/L        |
| Temperatura  | 70 - 95°C                | 80°C         |
| Teor de óleo | 0 – 6 %                  | NA           |

Referência: BT 0051/REV02/Nov-09

### 3.1.2.2 Controle analítico

O controle deste banho deve ser realizado semanalmente, de preferência sempre no mesmo dia da semana, pelo Responsável do Laboratório para verificação da concentração, o responsável deverá verificar resultado e compará-lo com a concentração indicada, caso a concentração obtida esteja abaixo da ideal, adicionar Metal Clean Fe 01 para o ajuste da concentração de trabalho do banho.

O responsável observará os passos de: calculo do reforço, o qual se calcula a diferença entre a concentração ideal e a concentração encontrada e multiplica-se pelo volume do tanque, após divide-se por 1000 para saber o reforço em kg. À análise para verificação do teor de óleo neste banho deve ser realizada quinzenalmente pelo laboratório. As informações referentes ao controle analítico, ajuste da concentração e teor de óleo devem ser registradas na “Planilha de Controle de Concentração do Desengraxe”.

A manutenção da solução reforço de produto, deve ser realizado pelo Operador com o acompanhamento do Encarregado de Produção ou Responsável do Laboratório, e depois de concluído deve ser registrado na Planilha de Manutenção de Banhos.

Tem-se por objetivo descrever a sistemática relacionada aos processos de montagem, manutenção e controle analítico dos banhos do processo de pré-tratamento, tratamento e pós-tratamento de superfícies metálicas visando atender as demandas dos pedidos de vendas da empresa conforme requisito 7.5 da Norma ISO 9001:2008.

### 3.1.3 Banho de neutralização (Hidróxido de Sódio)

O tanque para a montagem deste banho deve ser de Prolipropileno (PP), PVC ou aço. O Responsável pelo Laboratório e/ou Encarregado de Produção orientam os operadores para a

montagem que deve seguir os seguintes passos: adiciona-se 50% do volume do tanque de água e adiciona-se aos poucos a soda cáustica (hidróxido de sódio) e dissolve sob agitação.

Deve-se lembrar de que esta reação é exotérmica que gera liberação de calor, devendo os operadores tomar máximo cuidado, caso a temperatura da solução estiver aquecida com percepção ao toque, cessar a dissolução de soda, deixar esfriar a solução e após prosseguir com a dissolução.

Posterior à completa dissolução da soda cáustica (hidróxido de sódio) avoluma-se o tanque com água. A concentração de trabalho deste banho deve ser de 90 a 110 g/L. Como citado acima esse banho também recebe a filtragem quando necessária, evitando seu descarte precocemente.

Segue a Fig. 7 do atual tanque de neutralização.

**Figura - 7 Tanque de neutralização**



Fonte: AUTOR (2015)

#### 3.1.3.1 Manutenção

O reforço de produto deve ser realizado pelo Operador com o acompanhamento do Encarregado de Produção ou Responsável do Laboratório, “Planilha de Controle de Concentração do Neutralizante”, e depois de concluído deve ser registrado na Planilha de Manutenção de Banhos.

### 3.1.4 Banhos de zinco alcalino com cianeto

**Figura - 8 Banhos de zinco alcalino com cianeto**



Fonte: AUTOR (2015)

O Responsável pelo Laboratório e/ou Encarregado de Produção orientam os operadores para a montagem, baseado nas normas técnicas específicas para tal procedimento, as quais são fornecidas pelo fornecedor dos produtos utilizados na composição dos banhos, que deve seguir os seguintes passos: adiciona-se 40% do volume do tanque com água e dissolve sob agitação soda cáustica.

Deve-se lembrar de que esta reação é exotérmica que gera liberação de calor, devendo os operadores tomar máximo cuidado, caso a temperatura da solução estiver aquecida com percepção ao toque, cessar a dissolução de soda, deixar esfriar a solução e após prosseguir com a dissolução. Na solução ainda levemente aquecida adicionar o óxido de zinco e homogeneizar até ficar totalmente dissolvido. Posteriormente adicionar o cianeto de sódio e homogeneizar. Avolumar o banho com o restante da água e agitar até que os sais estejam completamente dissolvidos.

Deixar o banho esfriar a temperatura ambiente. Adicionar purificador e deixar em repouso por 12 horas. Adicionar ao banho abrillantador conforme recomendado na Tabela 8. Antes da liberação do banho para o processo o Responsável pelo Laboratório deve realizar

análise de sais e teste em célula de *HULL*<sup>1</sup> para verificar se as condições do banho estão de acordo com os requisitos para o processo.

As concentrações para montagem do banho estão descritas na tabela 9.

**Tabela 9 Condições para montagem e manutenção – Zinco Alcalino com Cianeto**

|                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>ALTO CIANETO</b>               |                                   | <b>MÉDIO CIANETO</b>           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>Parado</b>                     | <b>Rotativo</b>                   | <b>Faixa</b>                   |
| Zinco Metal                                                                                                                                                                                                                                                                 | 25 - 35 g/L                       | 25 - 35 g/L                       | 15 - 20 g/L                    |
| Cianeto de Sódio**                                                                                                                                                                                                                                                          | 65 – 98 g/L                       | 65 – 100 g/L                      | 30 - 50 g/L                    |
| Soda Cáustica**                                                                                                                                                                                                                                                             | 60 – 80 g/L                       | 60 – 90 g/L                       | 70 – 90 g/L                    |
| ZINCOAT<br>CN201(Abrilhantador)                                                                                                                                                                                                                                             | 3 – 5 mL/L                        | 3 – 5 mL/L                        | 3 – 5 mL/L                     |
| Purificador ZNMC                                                                                                                                                                                                                                                            | 0,25 – 0,5 mL/L                   | 0,25 – 0,5 mL/L                   | 0,25 – 0,5 mL/L                |
| Densidade da Corrente                                                                                                                                                                                                                                                       | 0,6 – 1,2 Amp/<br>dm <sup>2</sup> | 1,5 – 2,0 Amp/<br>dm <sup>2</sup> | 0,6 – 1,2 Amp/ dm <sup>2</sup> |
| Temperatura                                                                                                                                                                                                                                                                 | 20 – 40°C                         | 20 – 40°C                         | 20 – 40°C                      |
| ***Relação CN/Zn°                                                                                                                                                                                                                                                           | 2,5 – 2,8                         | 2,5 – 2,8                         | 2,0 – 2,5                      |
| <p>**Em relação à concentração de Cianeto de Sódio e Soda Cáustica é admissível a variação de até 10% acima da faixa máxima de trabalho.</p> <p>***Quando houver a transição de faixas de Cianeto deve ser mantido a relação entre as concentrações de Cianeto e Zinco.</p> |                                   |                                   |                                |

Fonte: Autor(2015)

As reposições de sais devem ser feitas perante o acompanhamento do Responsável do Laboratório e/ou Encarregado de Produção, conforme Laudo de Análise de Banhos com Cianeto. Os sais a serem repostos no banho devem ser dissolvidos previamente em outro recipiente para posteriormente ser adicionado ao banho e depois de concluído deve ser

<sup>1</sup> [...] é aplicado em banhos eletrolíticos, para controlar o efeito dos agentes aditivos, impurezas e outros componentes, numa ampla faixa de densidade de corrente. Para que um banho galvânico tenha um bom funcionamento, é necessário que todos os seus componentes químicos e todas as suas condições físicas (temperatura, densidade de corrente, agitação, etc. ) estejam em equilíbrio. O teste por Célula de Hull deve ser aplicado principalmente para avaliação dos componentes orgânicos e das impurezas. (ELECTROCHEMICAL, 2015, p.1)

registrado na Planilha de Manutenção de Banhos. Nos banhos rotativos todos os sais devem ser dissolvidos dentro do tambor Rotativo.

Os banhos devem ser agitados com ar ou mecanicamente uma vez na semana, preferencialmente nas quartas feiras no final do período de trabalho para que os sais que fiquem precipitados no fundo do banho se incorporem a solução.

Semanalmente deve ser realizada a medição de Amperagem emitida pelos retificadores, sendo as medições anotadas na Planilha de Controle de Amperagem.

Durante o período de baixas temperaturas ocorre a retirada de carbonato de cálcio do banho. No final do período de trabalho já com o banho desligado, coloca-se chapas no banho para que o carbonato se deposite e posteriormente seja retirado.

A limpeza dos tanques de banho deve ocorrer conforme cronograma de Limpeza de Banhos ou a cada 06 meses. O banho deverá ser filtrado e o lodo retirado do fundo do tanque.

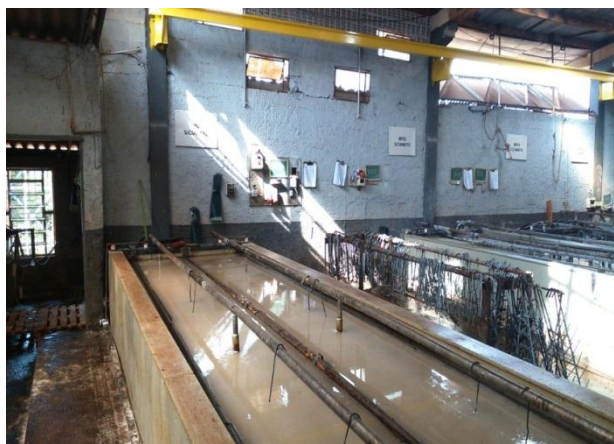
Fórmula de cálculo para faixa de amperagem: Banho Parado Amperagem mínima =  $0,6 \times \text{volume do tanque em m}^3 \times 100$ . Amperagem máxima =  $1,2 \times \text{volume do tanque em m}^3 \times 100$ .

### 3.1.5 Banho de Zinco Alcalino sem Cianeto

O Responsável pelo Laboratório e/ou Encarregado de Produção orientam os operadores para a montagem com óxido de zinco que deve seguir os seguintes passos: adiciona-se 40% do volume do tanque com água e dissolve sob agitação soda cáustica.

Deve-se lembrar de que esta reação é exotérmica que gera liberação de calor, devendo os operadores tomar máximo cuidado, caso a temperatura da solução estiver aquecida com percepção ao toque, cessar a dissolução de soda, deixar esfriar a solução e após prosseguir com a dissolução.

**Figura - 9 Banho de zinco alcalino sem cianeto**



Fonte: AUTOR (2014)

Para dissolução do óxido de zinco é utilizado uma proporção de 100 Kg de soda caustica para cada 25 Kg de óxido de zinco. Em um recipiente dissolve em proporção a soda caustica e óxido de zinco e agitando até total dissolução. Acertar o volume do banho com o restante da água. Deixar o banho esfriar a temperatura ambiente. Adicionar purificador Zincoat Purifer e agitar até total homogeneização. Se a solução turvar procede-se uma filtração. Adicionar abrillantador Zincoat A Super, Zincoat Conditioner, Zincoat B Super e Zincoat Supressor e agitar. Eletrolisar por um período de 02 horas e deixar em repouso por um período de 08 horas. Antes da liberação do banho para utilização fazer teste em célula de HULL. As concentrações para montagem e condições de trabalho estão descrita na Tabela 9.

**Tabela 10 Descrição das condições operacionais do Banho sem cianeto – Processo Metal Coat**

|                                                                                                                       | <b>Banho Parado</b>         | <b>Banho Rotativo</b>       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Zinco Metal                                                                                                           | 8 - 15 g/L                  | 11 a 15 g/L                 |
| Soda Cáustica**                                                                                                       | 120 - 150 g/L               | 130 a 140 g/L               |
| ZINCOAT A SUPER                                                                                                       | 10 mL/L                     | 10 mL/L                     |
| ZINCOAT B SUPER                                                                                                       | 3mL/L                       | 3mL/L                       |
| ZINCOAT PURIFIER                                                                                                      | 3mL/L                       | 3mL/L                       |
| ZINCOAT CONDITIONER                                                                                                   | 3mL/L                       | 3mL/L                       |
| ZINCOAT SUPRESSOR                                                                                                     | 1mL/L                       | 1mL/L                       |
| Temperatura                                                                                                           | 18 - 35°C                   | 18 – 35°C                   |
| Densidade de Corrente                                                                                                 | 0,6 – 1,2 A/dm <sup>2</sup> | 1,5 – 3,0 A/dm <sup>2</sup> |
| **Em relação à concentração de Soda Cáustica é admissível a variação de até 10 g/L acima da faixa máxima de trabalho. |                             |                             |

Referência: BT 0145/ ver 04/ set -10

### 3.1.5.1 Montagem com anodo de zinco

O Responsável pelo Laboratório e/ou Encarregado de Produção orientam os operadores para a montagem que deve seguir os seguintes passos: adiciona-se 30% do volume do tanque com água e dissolve sob agitação soda cáustica. Deve-se lembrar de que esta reação é exotérmica que gera liberação de calor, devendo os operadores tomar máximo cuidado, caso a temperatura da solução estiver aquecida com percepção ao toque, cessar a dissolução de soda, deixar esfriar a solução e após prosseguir com a dissolução.

Durante a dissolução da soda caustica deve-se colocar na solução a quantidade de anodos de zinco necessários à montagem. Os anodos devem ser dispostos dentro de cestos de ferro para que possam se dissolver. Após a dissolução total dos anodos ou que mediante resultados analíticos a concentração de zinco metal esteja dentro procede-se a adição dos aditivos no banho. Eletrolisar por um período de 02 a 08 horas. Antes da liberação do banho para utilização fazer teste em célula de HULL. As condições operacionais de montagem e manutenção estão descritas na Tabela 11.

**Tabela 11 Descrição das condições operacionais do Banho sem cianeto – Processo Surtec**

|                                                                                                                                     | <b>Banho Parado e rotativo</b>                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Zinco Metal                                                                                                                         | 8 - 15 g/L                                                                     |
| Soda Cáustica                                                                                                                       | 120 - 150 g/L                                                                  |
| SURTEC 704 I ADITIVO                                                                                                                | 10 mL/L                                                                        |
| SURTEC 704 II<br>ABRILHANTADOR                                                                                                      | 2mL/L                                                                          |
| SURTEC 704<br>CONDICIONADOR                                                                                                         | 10 mL/L                                                                        |
| SURTEC 704 PURIFICADOR                                                                                                              | 2mL/L                                                                          |
| SURTEC 704 I SUPRESSOR                                                                                                              | 1mL/L                                                                          |
| Temperatura                                                                                                                         | 22-40 °C                                                                       |
| Densidade de Corrente                                                                                                               | 0,6 – 1,2 A/dm <sup>2</sup> (parado)<br>1,5 – 3,0 A/dm <sup>2</sup> (rotativo) |
| <b><i>**Em relação à concentração de Soda Cáustica é admissível a variação de até 10 g/L acima da faixa máxima de trabalho.</i></b> |                                                                                |

Referência: Manual Técnico Surtec: tratamento de superfícies/ organizado, atualizado e revisado por Roberto Motta de Silos. 3ª edição. São Bernardo do Campo, SP: Surtec do Brasil, 2009.

Os aditivos devem ser repostos diariamente, podendo ser repostos em uma única etapa diariamente no início do período de trabalho ou pode ser dividido em duas etapas durante o período de trabalho. Caso as peças saídas dos banhos apresentarem falta de brilho, procede-se com a adição de uma dose diária do aditivo abrillantador. E para peças que apresentarem manchas na superfície oriundas do banho realiza a adição de uma dose diária de condicionador e purificador.

Semanalmente é realizada a medição de Amperagem emitida pelos retificadores, sendo as medições anotadas na Planilha de Controle de Amperagem. Segue o modelo da planilha de controle de amperagem no Anexo A do trabalho

A concentração de zinco metal nos banhos de zinco alcalino sem cianeto é mantida pela dissolução de anodos de zinco puro que ficam imersos dentro do tanque até que a concentração de zinco metal esteja na concentração máxima da faixa de trabalho. Nos finais de semana, quando o banho estiver com concentração máxima de zinco os anodos são retirados.

Nos banhos rotativos a soda deve ser dissolvida dentro do tambor Rotativo. A limpeza dos tanques de banho deve ocorrer anualmente conforme cronograma de Limpeza de Banhos ou a cada ano. O banho deverá ser filtrado e o lodo retirado do fundo do tanque.

Fórmula de cálculo para faixa de amperagem:

#### Banho Parado

Amperagem mínima =  $0,6 \times \text{volume do tanque em m}^3 \times 100$

Amperagem máxima =  $1,2 \times \text{volume do tanque em m}^3 \times 100$

#### Banho Rotativo

Amperagem mínima =  $1,5 \times \text{volume do tanque em m}^3 \times 100$

Amperagem máxima =  $3,0 \times \text{volume do tanque em m}^3 \times 100$  (rever)

Os testes em célula de Hull servem para verificar a necessidade de adições especiais de aditivos e/ou para presença em excesso dos mesmos. Os testes deverão ser realizados quando for avolumado o banho ou o mesmo necessitar de adições extras de aditivos.

O procedimento deste teste será descrito a seguir:

#### **a) Controle de aditivos no banho – Processo Metal Coat**

Procede-se a coleta do banho a ser testado, retirando a amostra a 10 cm abaixo da superfície do banho. Coloca-se o banho a ser testado na célula de Hull. No retificador de teste ajusta a densidade da corrente para 2 Amperes por 30 minutos e posiciona a chapinha na cuba ligada ao pólo negativo e um anodo ao pólo positivo. Posterior ao tempo estipulado retira-se a chapinha, lava e seca devidamente. Fazer a medida de pontos da baixa e da alta densidade de

corrente (usar 1 cm de distância de cada extremidade para o centro da chapinha). Dividir a camada obtida (microns), obtida na alta densidade de corrente pela camada obtida na de baixa densidade de corrente. Comparar o resultado com a melhor relação de trabalho descrita em cada processo.

Avaliação de Resultados: 1,5 a 2,25 (resultados próximos ou abaixo de 1,5 indicam uma concentração alta e resultados próximos a 2,25 indicam baixa concentração de aditivos no banho). (BT 0145,2010)

**b) Controle de aditivos no banho: Processo Surtec**

Procede-se a coleta do banho a ser testado, retirando a amostra a 10 cm abaixo da superfície do banho. Coloca-se o banho a ser testado na célula de Hull. No retificador de teste ajusta a densidade da corrente para 1 Amperes por 15 minutos e posiciona a chapinha na cuba ligada ao pólo negativo e um anodo ao pólo positivo. Posterior ao tempo estipulado retira-se a chapinha, lava e seca devidamente. Fazer a medida de pontos da baixa e da alta densidade de corrente (usar 1 cm de distância de cada extremidade para o centro da chapinha). Dividir a camada obtida (microns), obtida na alta densidade de corrente pela camada obtida na de baixa densidade de corrente. Comparar o resultado com a melhor relação de trabalho descrita em cada processo.

Avaliação de Resultados: Banho rotativo: 1,6 a 2,2; Banho parado: 1,8 a 2,2 Resultados abaixo da faixa mínima indicam excesso de Surtec 704 I Aditivo. Resultados acima da faixa máxima indicam falta de Surtec 704 I Aditivo.

**c) Avaliação de contaminação no banho**

Quando as peças retiradas do banho apresentar coloração manchada ou escura, e que os aditivos não resolverem o problema deve-se fazer teste em célula de HULL para verificação da presença de contaminações no banho. Procede-se a coleta do banho a ser testado, retirando a amostra a 10 cm abaixo da superfície do banho. Coloca-se o banho a ser testado na célula de Hull. No retificador de teste ajusta a densidade da corrente para 0,5 Amperes por 10 minutos e posiciona a chapinha na cuba ligada ao pólo negativo e um anodo ao pólo positivo. Posterior ao tempo estipulado retira-se a chapinha, lava e mergulha numa solução contendo ácido nítrico a 1%.

Avaliação de Resultados: Aparecimento de manchas escuras em tons de marrom e preto na chapinha indicam presença de contaminação no banho.

Outros problemas que não possam ser solucionados com os testes descritos neste procedimento podem ser consultados no BT 0145 ZINCOAT SUPER, no Manual Técnico da SUR TEC ou com o fornecedor do processo.

### 3.1.5.2 Manutenção

#### Banho Parado e Rotativo

Para cada 10.000 A/h adicionar de 1,5 a 2,0 L de Zincoat ACID HT A.

Adicionar 2 a 3 L de ZINCOAT ACID HT B

Os aditivos devem ser repostos conforme Boletim Técnico BT 0139 – Rev. 03 – Abril 2010, podendo ser repostado em uma única etapa diariamente no início do período de trabalho ou pode ser dividido em duas etapas durante o período de trabalho.

Semanalmente é realizada a medição de Amperagem emitida pelos retificadores, sendo as medições anotadas na Planilha de Controle de Amperagem, e a forma de verificar a amperagem dos banhos esta descritas no IT 005.

As reposições de sais devem ser feitas com o acompanhamento do Responsável do Laboratório e/ou Encarregado de Produção, conforme Planilha de Manutenção de Banhos. Os sais cloreto de potássio e cloreto de zinco a serem repostos no banho devem ser dissolvidos dentro do tambor rotativo. O ácido bórico deve ser dissolvido em recipiente separado.

Fórmula de cálculo para faixa de amperagem:

Banho Rotativo

Amperagem mínima =  $1,5 \times \text{volume do tanque em m}^3 \times 100$

Amperagem máxima =  $3,0 \times \text{volume do tanque em m}^3 \times 100$

Este banho deve ser filtrado quando apresentar sinais de contaminação por ferro, que pode ser observado pelo aparecimento de pontos escuros na peça, ou quando apresentar contaminação que poderá ser verificado por teste em célula de Hull, o qual está descrito a seguir:

#### **a) Avaliação de contaminação no banho**

Procede-se a coleta do banho a ser testado, retirando a amostra a 10 cm abaixo da superfície do banho. Coloca-se o banho a ser testado na célula de Hull. No retificador de teste ajusta a densidade da corrente para 0,5 Amperes por 10 minutos e posiciona a chapinha na cuba ligada ao pólo negativo e um anodo de zinco puro ao pólo positivo. Posterior ao tempo estipulado retira-se a chapinha, lava e mergulha numa solução contendo ácido nítrico a 1%.

Avaliação de Resultados: Aparecimento de manchas escuras e amarronzadas na chapinha indicam presença de contaminação no banho.

Outros problemas que não possam ser solucionados com os testes descritos neste procedimento podem ser consultados no BT 0139 ZINCOAT ACID HT ou com o fornecedor do processo. (RETIRAR DO PROCEDIMENTO)

### 3.1.6 Banho de ativação

#### 3.1.6.1 Montagem

O tanque para montagem deste banho deve ser de PP ou PVC.

O Responsável pelo Laboratório e/ou Encarregado de Produção orientam os operadores para a montagem que deve seguir os seguintes passos: adicionar em 90 % do volume de água a quantidade referente a 1% de ácido nítrico. Segue a Fig 10 banho de ativação.

**Figura - 10 Banho de ativação**



Fonte: AUTOR (2015)

#### 3.1.6.2 Manutenção

O banho de ativação deve operar numa faixa de pH de 0,8 a 1,2. Para o ajuste de pH utiliza-se ácido nítrico e deve-se proceder ao ajuste conforme o resultado do seguinte cálculo: verifica-se a diferença entre o pH medido e o pH de trabalho e a diferença encontrada multiplica pelo volume do tanque e o resultado encontrado por 0,5 %. O resultado encontrado é a quantidade em litros de ácido nítrico a ser adicionada ao banho.

Este banho deve ser descartado semanalmente, exceto quando apresentar coloração clara a qual indica que o banho ainda esta em condições de trabalho.

### 3.1.7 Cromatizante Azul Trivalente

**Figura - 11 Cromatizante Azul Trivalente**



Fonte: AUTOR (2014)

#### 3.1.7.1 Montagem

O tanque para montagem deste banho deve ser de PP ou PVC. O Responsável pelo Laboratório e/ou Encarregado de Produção orientam os operadores para a montagem que deve seguir os seguintes passos: adicionar em 50 % do volume de água Cromatizante Azul Trivalente; acertar o volume do tanque com o restante da água e homogeneizar; verificar se o PH esta na faixa de trabalho, caso não esteja, ajustar com ácido nítrico. As condições para montagem e trabalho estão descrita na Tabela 12.

**Tabela 12 Condições Operacionais**

|               | <b>Faixa</b>     | <b>Ideal</b>   |
|---------------|------------------|----------------|
| Metal CRO III | 60 – 90 mL/L     | 75 mL/L        |
| Imersão       | 30 – 50 segundos | 40 segundos    |
| Temperatura   | 20 – 30°C        | 25°C           |
| pH            | 2 – 2,4          | 2,2            |
| Agitação      | Mecânica ou ar   | Mecânica ou ar |

Referência: BT 0078/ ver 02 / Nov-09.

As análises devem ser realizadas duas vezes na semana dependendo do fluxo de trabalho, pode até realizar análises diariamente.

### 3.1.7.2 Manutenção

Para o ajuste do pH com ácido nítrico procede-se com o seguinte cálculo: verifica-se a diferença entre o pH medido e o pH de trabalho e a diferença encontrada multiplica pelo volume do tanque e o resultado encontrado por 0,5 %. O resultado encontrado é a quantidade em litros de ácido nítrico a ser adicionada ao banho.

As peças recém processadas no cromatizante são sensíveis ao atrito, portanto é necessário que seja evitado o atrito entre elas.

A espessura mínima para o depósito de zinco deve ser de 5 a 8 Microns para garantir uma boa aparência e proteção.

Teores de zinco e ferro devem ser controlados no banho. O Máximo aceitável é de 60 PPM e/ou mg/L de ferro e 7 g/L de zinco. O teor de Ferro deve ser monitorados semanalmente retirando 1mL de amostra do Cromatizante e diluindo em 100 mL de Água Destilada, realizando os testes nos Kits Colorimétricos e multiplicando o resultado por 100. Quando a análise interna (Kit Colorimétrico) apresentar resultado de teor de ferro igual a 50 deve ser encaminhada uma amostra para análise externa para obter valores mais precisos.

Uma possível falta de aderência pode ser causada pelo pH da faixa de operação.

Se as peças forem submetidas à lavagem em água quente a temperatura da mesma não deve ultrapassar 60°C, para que a camada de cromato não seja danificada.

Para o ajuste do pH deste banho usa-se uma solução de ácido nítrico para diminuir o pH.

As peças a serem testadas no *Salt-Spray* devem permanecer em repouso por um período que pode variar de 24 a 48 horas antes de serem ensaiadas. (BT 0078, 2009)

### 3.1.8 Cromatizante Amarelo Trivalente

**Figura - 12 Cromatizante amarelo trivalente**



Fonte: AUTOR (2015)

#### 3.1.8.1 Montagem

O tanque para montagem deste banho deve ser de PP ou PVC.

O Responsável pelo Laboratório e/ou Encarregado de Produção orientam os operadores para a montagem que deve seguir os seguintes passos: adicionar em 40 % do volume de água *EcoPlanting* AM 150; acertar o volume do tanque com o restante da água e homogeneizar; verificar se o pH está na faixa de trabalho, caso não esteja, ajustar com ácido nítrico.

As condições para montagem e trabalho estão descritas na Tabela 13 a seguir.

**Tabela 13 Condições Operacionais**

|                          | <b>Faixa</b>      | <b>Ideal</b>   |
|--------------------------|-------------------|----------------|
| <i>Ecoplating</i> AM 150 | 11 – 15 %         | 12,0 %         |
| Imersão                  | 50 - 120 segundos | 60 segundos    |
| Temperatura              | 20 – 30 °C        | 25 °C          |
| pH                       | 1,6 – 2,0         | 1,8            |
| Agitação                 | Mecânica ou ar    | Mecânica ou ar |

Referência: BT – *Ecoplating* AM 150 – rev. 01 – 28.05.12

As análises devem ser realizadas duas vezes na semana dependendo do fluxo de trabalho, pode até realizar análises diariamente.

#### **Controle Analítico**

- Pipetar 2,0 mL para um *erlenmeyer* de 250 mL;
- adicionar 100 mL de água destilada;
- adicionar 2mL de hidróxido de potássio 30%, haverá mudança de coloração da solução para esverdeado;
- adicionar 5mL de peróxido de hidrogênio 200 V e agitar a solução;
- deixa o peróxido agir por 05 minutos;
- colocar esferas de vidro na solução;
- deixar em ebulição de 30 a 40 minutos.
- deixar esfriar em temperatura ambiente;
- adicionar 50 mL de Água Destilada;
- adicionar de 20 a 30 mL de ácido clorídrico concentrado, haverá mudança na coloração para alaranjado;
- deixar esfriar;
- adicionar 20 mL de iodeto de potássio 10% (Preparação conforme IT001).
- titular com tiossulfato de sódio 0,1 N até a mudança da cor para amarelo palha;
- e adicionar 5mL de amido solúvel a 1% e continuar a titulação até a cor verde claro;

**Cálculo:** mL gastos de tiossulfato x f.c. x 1,17= % de Ecoplanting AM 150

Reforço: calcula-se a diferença entre a concentração ideal e a concentração encontrada e a porcentagem encontrada multiplicam-se pelo volume do tanque, obtendo-se assim o resultado em Litros da quantidade de cromatizante a ser adicionada ao banho.

#### **3.1.8.2 Manutenção**

Para o ajuste do pH procede-se com o seguinte cálculo: verifica-se a diferença entre o pH medido e o pH de trabalho e a diferença encontrada multiplica pelo volume do tanque e o resultado encontrado por 0,5 %. O resultado encontrado é a quantidade em litros de ácido nítrico a ser adicionada ao banho.

Teores de ferro devem ser controlados no banho. O Máximo aceitável é de 100 mg/L de ferro . O teor de Ferro devem ser monitorados semanalmente retirando 1mL de amostra do Cromatizante e diluindo em 200 mL de Água Destilada, realizando os testes nos Kits

colorimétricos e multiplicando o resultado por 200. Quando a análise interna (Kit Colorimétrico) apresentar resultado de teor de ferro igual a 100 deve ser encaminhada uma amostra para análise externa para obter valores mais precisos.

Uma possível falta de aderência pode ser causada pelo pH da faixa de operação.

As peças a serem testadas no *Salt-Spray* devem permanecer em repouso por um período que pode variar de 24 a 48 horas antes de serem ensaiadas.

**Figura - 13 Cromatizante amarelo hexavalente**



Fonte: AUTOR (2015)

### 3.1.8.3 Montagem

O tanque para montagem deste banho deve ser de PP ou PVC.

O Responsável pelo Laboratório e/ou Encarregado de Produção orientam os operadores para a montagem que deve seguir os seguintes passos: adicionar em 50 % do volume de água Cromatizante Amarelo Hexavalente; acertar o volume do tanque com o restante da água e homogeneizar; verificar se o pH está na faixa de trabalho, caso não esteja, ajustar com ácido nítrico.

As condições para montagem e trabalho estão descritas na Tabela 14 a seguir.

**Tabela 14 Condições Operacionais**

|                                   | <b>Faixa</b>     | <b>Ideal</b> |
|-----------------------------------|------------------|--------------|
| Cromatizante amarelo ALPHA LUX II | 30– 40 m/L       | 35 mL/L      |
| Imersão                           | 10 - 30 segundos | 20 segundos  |
| Temperatura Ambiente              | -                | -            |
| pH                                | 1,3 – 1,6        | 1,5          |

Fonte: Autor (2015)

#### 3.1.8.4 Manutenção

Durante o trabalho o pH se eleva e se observa a perda da intensidade na cor da camada de cromato com mais tempo de imersão consegue-se camadas como em banhos novos. Em casos em que o pH se eleva acima de 1,7 se observa a perda da intensidade da coloração, procede-se uma adição de 100 a 500 mL de Ácido Nítrico concentrado e 200 a 500 mL de ALPHA LUX II para cada 100 L de cromatizante. Estes reforços podem ser repetidos várias vezes, e quando não se observar bons resultados com tais reforços, substituir com solução nova.

**Figura - 14 Lavagens**

Fonte: AUTOR (2015)

#### 3.1.8.5 Manutenção

As águas de lavagens devem ser substituídas semanalmente ou em períodos de baixa produtividade, deve observar a quantidade de sólidos suspensos ou a sujidade da água. As trocas devem ser monitoradas e registradas em planilha específica para este controle.

Uma melhoria significativa aconteceu no quesito água. A água de lavagem ia para os tanques de tratamento, era tratada e descartada para o meio ambiente. Hoje, ela vai para um tanque, é bombeada de volta para a produção, depois volta para o tanque novamente, é tratada, voltando novamente para a produção. Com isso economizou-se por dia 30 mil litros de água. Produtos para o tratamento dessa água também foram reduzidos, somando aproximadamente 3000,00 reais por semana de economia.

#### 3.1.9 Filtro prensa

O lodo dos tanques era retirado de modo precário e ultrapassado, após acumular lodo no decorrer do processo, o mesmo era retirado através de serviço braçal para dentro dos containers da Cetric, gerando desperdício de mão de obra, sobrecarga para os colaboradores, e um gasto para a empresa além do necessário. O lodo era descartado na forma líquida, ou seja, muita água ia embora com o lodo, aumentando o volume dentro dos containers.

Hoje através do filtro prensa, esse lodo é secado, e retirado em formas de barras. Uma espécie de sólido compactado, semelhante a barras de chocolate. Isso gerou uma economia enorme para a empresa, pois o seu volume final diminuiu, e seu processo se tornou mais prático, facilitando o seu recolhimento junto à Cetric.

**Figura - 15 Filtro prensa**



Fonte: AUTOR (2015)

#### 3.1.10 Depósito de produtos

O depósito dos produtos era localizado em local inadequado, e sem as condições ideais de armazenagem, hoje se criou um local específico para armazenar os produtos necessários para manutenção dos banhos. A sala fica fora da produção, contrário do que era antes, facilitando o manuseio. Essa melhoria também garante uma segurança maior, em caso de riscos ambientais.

Pois os produtos sendo armazenados corretamente, diminuem as chances de contaminação do meio ambiente, por algum descuido ou falha do operador.

**Figura - 16 Depósito de produtos**



Fonte: AUTOR (2015)

Os riscos ambientais da empresa são controles da quantidade de contaminantes presentes no efluente liberado, inclusive com realização de análises externas em laboratórios cadastrados pela FEPAM (Fundação Estadual de Proteção Ambiental). No caso de riscos dentro da fábrica, existem exaustores para gases, e a impermeabilização do piso, a qual impede que resíduos dos produtos cheguem ao solo. E na parte de tratamento de resíduos, a empresa possui todos os requisitos e processos conforme a exigência da FEPAM. Sendo realizadas em diversos tanques de tratamento. Segue a Fig. 17 e Fig.18 do tratamento de resíduos.

**Figura - 17 Estação de tratamento atual**



Fonte: AUTOR (2015)

**Figura - 18 Tanques de tratamento dos resíduos**



Fonte: AUTOR (2015)

### 3.1.11 Empilhadeira

Essa sem dúvida foi um dos melhores investimentos e melhorias da empresa. Antes a empresa não possuía empilhadeira Fig. 19, sendo necessário o aluguel da mesma na hora de carregamento e descarregamento, era solicitada maquinada vizinhos, quando estas estavam disponíveis, do contrário esperava-se o tempo necessário para o carregamento. Gerando um desconforto para o cliente.

Hoje com a aquisição da empilhadeira, tornou-se tudo mais prático, agilizando o processo como um todo. Fazendo um comparativo entre horas pagas de alugueis e horas trabalhadas pela máquina depois de sua compra, percebe-se que o investimento já se pagou em uma economia de 25% para a empresa anualmente.

**Figura - 19 Empilhadeira**



Fonte: AUTOR (2015)

### 3.1.12 Ponte rolante no processo

O processo antes das melhorias propostas era totalmente braçal, os colaboradores, precisavam colocar manualmente as peças em gancheira, banho por banho, perdendo muito tempo no processo, e gerando problemas de ergonomia. Hoje as peças entram no processo, ou seja, desde o desengraxe, com o auxílio da ponte rolante. Foram desenvolvidas gancheira que

suspensas na ponte rolante, carregam várias peças ao mesmo tempo para os diversos tanques do processo, detalhe imagem.

Com certeza esse ganho em produtividade, alavancou a empresa para um processo mais competitivo no mercado, além de facilitar a operação pelos funcionários, que não precisão mais do trabalho braçal para colocar as peças nos banhos.

Vale salientar que a ponte rolante foi fabricada pela própria empresa, com auxílio de profissionais capacitados para tal feito, reduzindo custos.

**Figura - 20 Ponte rolante no processo**



Fonte: AUTOR (2015)

### 3.1.13 Laboratório

Outro investimento considerável foi com certeza o laboratório de análises da empresa. O mesmo se localizava em local inapropriado e com dimensões muito pequenas, hoje sua estrutura ficou muito melhor e adequada à sua utilização. Com piso e bancadas em cerâmica, facilitando a higienização evitando contaminações nas análises realizadas. São nesse laboratório onde se analisa os banhos, as suas concentrações e demais características para um bom funcionamento do processo. Isso demonstra o quanto é importante sua correta conservação e higienização, provando que sua reestruturação se fazia necessária.

**Figura - 21 Laboratório**



Fonte: AUTOR (2015)

#### 3.1.14 Treinamentos

Todos os funcionários da empresa passam por uma avaliação de habilidades, quando são contratados. Treinamentos para uma melhor compreensão e aumento de produtividade também são realizados, segue abaixo a avaliação de habilidades realizada pela empresa. Segue Avaliação de Habilidade no Anexo B.

#### 3.1.15 Peças com qualidade

Quando inovamos e somos cautelosos, mostramos ao outro o conhecimento sobre o processo, contribuindo para o desempenho e qualidade do produto. O conhecimento das ferramentas afins evolui e se configura com a compressão dos seus conceitos, permeando acontecimentos no ambiente organizacional.

A empresa preocupa-se em produzir seus produtos com a melhor qualidade possível. Com as modificações do ambiente da empresa e alguns processo, melhorou o ambiente e condições de trabalho do colaborador, bem como o produto da empresa. Segue abaixo fotos e modelos de ordem de produção utilizados pela empresa.



GALVANOTECNICA ANDURI LTDA ME

REIMPRESSÃO

Página 2

## ORDENS DE PRODUÇÃO

Lote de Produção: 000480 1/1      OP: 2056      Qtda. à Produzir: 100,000  
 Descrição: 3425      Planejador: MICHELE  
 Data Emissão: 15/05/15      Data Abertura: 15/05/15      Data Prazo: 20/05/15  
 Produto: 85-100087      PORCA SEXT 5.8 MA 24  
 Local./Obs.:  
 Observação:

Material:  
 Qtda. UM O Código      Descrição  
 8,8000 MG C 179-0001      PROCESSO DE ZINCAGEM

| Oper. Fase                                         | Descrição Operação           | Dados Técnicos                                          | Máquina       | Grupo    | Tempo Prepar. Minutos | Tempo Produção Horas | Pagas Produz./ Inspeção |
|----------------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------|----------|-----------------------|----------------------|-------------------------|
| 010<br>1                                           | RECEBIMENTO                  |                                                         | RECEBIMENTO   | 01       | 0                     | 0,0000               |                         |
| DETALHES TÉCNICOS                                  |                              |                                                         |               |          |                       |                      |                         |
| >> CONFERIR E CONTAR TODAS AS PEÇAS                |                              |                                                         |               |          |                       |                      |                         |
| Obs:                                               |                              |                                                         |               | Data / / | Início                | Término              | Funcionário             |
| 020<br>1                                           | LIMPEZA                      |                                                         | LIMPA LIMPEZA | 01       | 0                     | 0,0000               |                         |
| DETALHES TÉCNICOS                                  |                              |                                                         |               |          |                       |                      |                         |
| >> DESENGRAXE A QUENTE: TEMPO MINIMO 2 MIN         |                              |                                                         |               |          |                       |                      |                         |
| >> DECAPAGEM: TEMPO MINIMO 2 HORAS MAXIMO 15 HORAS |                              |                                                         |               |          |                       |                      |                         |
| >> NEUTRALIZAÇÃO: TEMPO MINIMO 5 MINUTOS           |                              |                                                         |               |          |                       |                      |                         |
| Obs:                                               |                              |                                                         |               | Data / / | Início                | Término              | Funcionário             |
| 030<br>1                                           | ZINCAGEM BANHO ROTATIVO      | CAMADA 15 MICRONS - BANHO ROTATIVO MINIMO               |               | 01       | 0                     | 0,0000               |                         |
| DETALHES TÉCNICOS                                  |                              |                                                         |               |          |                       |                      |                         |
| >> ZINCAGEM: HRO1, HRO2, HRO3 OU HRO4              |                              |                                                         |               |          |                       |                      |                         |
| >> LAVAGEM DUPLA E ATIVACAO                        |                              |                                                         |               |          |                       |                      |                         |
| Obs:                                               |                              |                                                         |               | Data / / | Início                | Término              | Funcionário             |
| 040<br>1                                           | CROMATIZAÇÃO AZUL TRIVALENTE | IMERSAO 30 SEGUNDOS TANQUE 01 CROMA TIZACAO AZUL MINIMO |               | 01       | 0                     | 0,0000               |                         |
| Obs:                                               |                              |                                                         |               | Data / / | Início                | Término              | Funcionário             |
| 050<br>1                                           | SECAGEM E CURA               |                                                         | ESTUVA        | 01       | 0                     | 0,0000               |                         |
| DETALHES TÉCNICOS                                  |                              |                                                         |               |          |                       |                      |                         |
| >> TEMPO MINIMO DE CURA: 4 HORAS                   |                              |                                                         |               |          |                       |                      |                         |
| >> INSPECCAO DE QUALIDADE: TODAS AS PEÇAS          |                              |                                                         |               |          |                       |                      |                         |
| >> MEDIR CAMADA: 1 A CADA 500 PEÇAS                |                              |                                                         |               |          |                       |                      |                         |
| Obs:                                               |                              |                                                         |               | Data / / | Início                | Término              | Funcionário             |
| 060<br>1                                           | EXPEDICAO                    |                                                         | EXPEDICAO     | 01       | 0                     | 0,0000               |                         |
| DETALHES TÉCNICOS                                  |                              |                                                         |               |          |                       |                      |                         |
| >> CONFERIR E CONTAR TODAS AS PEÇAS                |                              |                                                         |               |          |                       |                      |                         |
| Obs:                                               |                              |                                                         |               | Data / / | Início                | Término              | Funcionário             |



| GALVANOTECNICA ANDURI LTDA ME                                                                                                                                            |                                 |                                                         |         | REIMPRESSÃO             |                       |                           |                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------|---------|-------------------------|-----------------------|---------------------------|-------------------------|
| ORDENS DE PRODUÇÃO                                                                                                                                                       |                                 |                                                         |         |                         |                       |                           |                         |
| Lota de Produção: 000480 1/1                                                                                                                                             |                                 |                                                         |         | OP: 2057                |                       | Qtde. à Produzir: 100,000 |                         |
| Descrição: 3425                                                                                                                                                          |                                 |                                                         |         | Planejador: MICHELE     |                       |                           |                         |
| Data Emissão: 15/05/15                                                                                                                                                   |                                 | Data Abertura: 15/05/15                                 |         | Data Previsão: 20/05/15 |                       |                           |                         |
| Produto: 85-100384                                                                                                                                                       |                                 |                                                         |         | ARRUELA LISA 1"         |                       |                           |                         |
| Local./Obs.:                                                                                                                                                             |                                 |                                                         |         |                         |                       |                           |                         |
| Observação:                                                                                                                                                              |                                 |                                                         |         |                         |                       |                           |                         |
| <b>Material:</b><br>Qtde. UM O Código Descrição<br>2,0000 KG C 179-0001 PROCESSO DE ZINCAGEM                                                                             |                                 |                                                         |         |                         |                       |                           |                         |
| Oper. Fase                                                                                                                                                               | Descrição Operação              | Dados Técnicos                                          | Máquina | Grupo                   | Tempo Prepar. Minutos | Tempo Produção Horas      | Pagas Produz./ Inspeção |
| 010<br>1                                                                                                                                                                 | RECEBIMENTO                     | RECEBIMENTO                                             |         | 01                      | 0                     | 0,00000                   |                         |
| <b>DETALHES TÉCNICOS</b><br>>> CONFERIR E CONTAR TODAS AS PEÇAS                                                                                                          |                                 |                                                         |         |                         |                       |                           |                         |
| Obs:                                                                                                                                                                     |                                 | Data / /                                                | Início  | Término                 | Funcionário           |                           |                         |
| 020<br>1                                                                                                                                                                 | LIMPEZA                         | LIMPA LIMPEZA                                           |         | 01                      | 0                     | 0,00000                   |                         |
| <b>DETALHES TÉCNICOS</b><br>>> DESGROSSAR A QUENTE: TEMPO MINIMO 2 MIN<br>>> DECAPAGEM: TEMPO MINIMO 2 HORAS MAXIMO 15 HORAS<br>>> NEUTRALIZAÇÃO: TEMPO MINIMO 5 MINUTOS |                                 |                                                         |         |                         |                       |                           |                         |
| Obs:                                                                                                                                                                     |                                 | Data / /                                                | Início  | Término                 | Funcionário           |                           |                         |
| 030<br>1                                                                                                                                                                 | ZINCAGEM BANHO ROTATIVO         | CAMADA 15 MICRONS - BANHO ROTATIVO MINIMO               |         | 01                      | 0                     | 0,00000                   |                         |
| <b>DETALHES TÉCNICOS</b><br>>> ZINCAGEM: BR01, BR02, BR03 OU BR04<br>>> LAVAGEM DUPLA E ATIVAÇÃO                                                                         |                                 |                                                         |         |                         |                       |                           |                         |
| Obs:                                                                                                                                                                     |                                 | Data / /                                                | Início  | Término                 | Funcionário           |                           |                         |
| 040<br>1                                                                                                                                                                 | CRONOMETRIZAÇÃO AZUL TRIVALENTE | IMERSÃO 30 SEGUNDOS TANQUE 01 CROMA TIZACAO AZUL MINIMO |         | 01                      | 0                     | 0,00000                   |                         |
| Obs:                                                                                                                                                                     |                                 | Data / /                                                | Início  | Término                 | Funcionário           |                           |                         |
| 050<br>1                                                                                                                                                                 | SECAGEM E CURA                  | ESTUVA                                                  |         | 01                      | 0                     | 0,00000                   |                         |
| <b>DETALHES TÉCNICOS</b><br>>> TEMPO MINIMO DE CURA: 4 HORAS<br>>> INSPEÇÃO DE QUALIDADE: TODAS AS PEÇAS<br>>> MEDIR CAMADA: 1 A CADA 500 PEÇAS                          |                                 |                                                         |         |                         |                       |                           |                         |
| Obs:                                                                                                                                                                     |                                 | Data / /                                                | Início  | Término                 | Funcionário           |                           |                         |
| 060<br>1                                                                                                                                                                 | EXPEDICAO                       | EXPEDICAO                                               |         | 01                      | 0                     | 0,00000                   |                         |
| <b>DETALHES TÉCNICOS</b><br>>> CONFERIR E CONTAR TODAS AS PEÇAS                                                                                                          |                                 |                                                         |         |                         |                       |                           |                         |
| Obs:                                                                                                                                                                     |                                 | Data / /                                                | Início  | Término                 | Funcionário           |                           |                         |

Segundo Campos (1992), para ser um produto ou serviço de qualidade, este deve atender perfeitamente, de forma confiável, de forma acessível, de forma segura e no tempo certo as necessidades que o cliente apresenta.

**Figura 22 Produto Final**



Fonte: (AUTOR, 2015)

**Figura 23 Produto Final (barra de ferro)**



Fonte: (AUTOR, 2015)

As peças produzidas são encaminhadas para o Laboratório de Corrosão e Proteção Superficial para análise e parecer sobre o produto final. Nos quadros abaixo seguem análises já realizadas.



## Relatório de Ensaio

LCOR – FG 203 Rev 05  
Laboratório de Corrosão e Proteção Superficial

Cliente: IKG Química e Metalurgia Ltda.  
Endereço: Rua Hermes Fontes, 615 - Santa Fé - Caxias do Sul/RS - CEP 95045-180  
Contato: Marisa Data: 14/05/2015  
Natureza do Trabalho: Exposição à Névoa Salina Acética durante 48 horas e classificação do percentual de corrosão.

### 1. Identificação da amostra

Uma amostra, representada por três peças, identificada neste laboratório e pelo cliente como: LCOR 0243/2015 - 10030017 - EIXO (Zn S/CN + AM 150) - Banho Parado.

### 2. Período de realização do ensaio

Data de recebimento da amostra: 08/05/2015  
Data de início do ensaio: 11/05/2015  
Data de término do ensaio: 13/05/2015

### 3. Condições do ensaio

O ensaio de névoa salina acética foi conduzido em uma câmara fechada da marca Bass, modelo USP-01/2014, identificada como NSA-1 e, conforme o item 3.2.3 da norma ISO 9227:2012(E), observando as seguintes condições consideradas críticas:

Pressão (constante) do ejetor: 0,7 kgf/cm<sup>2</sup> a 1,7 kgf/cm<sup>2</sup>

Temperatura da câmara: 35°C ± 2°C

Solução de cloreto de sódio: 50 g/L ± 5g/L

Faixa de pH: 3,1 a 3,3 (ajustada pela adição de ácido acético à solução de cloreto de sódio)

Volume névoa coletada: 1,5 mL/h ± 0,5 mL/h

Posição da amostra: apoiada em ângulo de 20° ± 5° em relação à vertical.

Preparação da amostra: nenhum desengraxe foi realizado e a proteção de bordas foi procedida com cera de abelha.

A classificação quanto a taxa de proteção (Rp) relacionada a corrosão no metal base, foi executada de acordo com o Procedimento de Ensaio interno LCOR – PE 013 Rev 01, conforme a norma ISO 10289:1999(E).

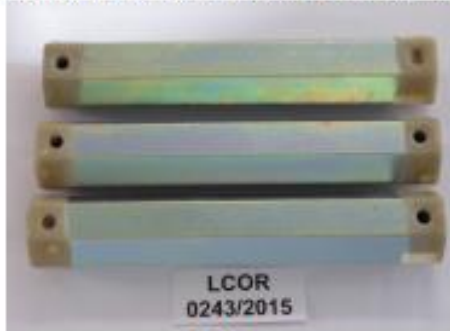
### 4. Resultados do Ensaio de Névoa Salina Acética

As avaliações foram feitas a olho nu. A condição inicial da amostra e quaisquer alterações visuais apresentadas em relação à condição inicial, como o aparecimento e evolução de corrosão branca, corrosão vermelha, corrosão verde, manchas, empolamento, entre outros, são descritas no Quadro 1.

Os resultados contidos neste documento têm significação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) ensaiada(s). Não é permitida a reprodução parcial deste documento. A amostragem é responsabilidade do cliente.

UCS Serviços Tecnológicos | Universidade de Caxias do Sul | Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130 | CEP: 95070-900 | Caxias do Sul-RS | Bloco G | Salas 200 e 206 |  
Telefone: (54) 3218.2755 ou (54) 3218.2158 | e-mail: lcor@ucs.br | <http://www.ucs.br/site/servicos-tecnologicos/LCOR>

Quadro 1 – Aspecto da amostra LCOR 0243/2015

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1. Características Iniciais da amostra: na Figura 1a visualiza-se o aspecto inicial da amostra. Observou-se descontinuidade da coloração da superfície (conforme Figura 1a) e pontos escuros na superfície (conforme Figura 1b).</p>                                                            |                                                                                                       |
|  <p>Figura 1a</p>                                                                                                                                                                                                 |  <p>Figura 1b</p>   |
| <p>2. Após 24 horas de ensaio: observou-se manchas escuras em praticamente toda a superfície que sofreu incidência da névoa nas três peças, conforme Figuras 2a e 2b. Classificação conforme ISO 10289:1999(E): Rp 10, que corresponde a superfície que não apresentou corrosão no metal base.</p> |                                                                                                       |
|  <p>Figura 2a</p>                                                                                                                                                                                               |  <p>Figura 2b</p> |
| <p>3. Após 48 horas de ensaio: sem alteração em relação à avaliação realizada após 24 horas de ensaio. Classificação conforme ISO 10289:1999(E): Rp 10, que corresponde a superfície que não apresentou corrosão no metal base.</p>                                                                |                                                                                                       |

A amostra LCOR 0243/2015 foi submetida ao ensaio de névoa salina acética por 48 horas. Após este procedimento a amostra foi submetida à armazenagem.

Os resultados contidos neste documento têm significação restrita e se aplicam somente à(s) amostra(s) ensaiada(s). Não é permitida a reprodução parcial deste documento. A armazenagem é responsabilidade do cliente.

UCS Serviços Tecnológicos | Universidade de Caxias do Sul | Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130 | CEP: 95070-500 | Caxias do Sul-RS | Bloco G | Salas 203 e 206 | Telefone: (54) 3210.2755 ou (54) 3210.2155 | email: lcor@ucs.br | <http://www.ucs.br/ct/servicos-tecnologicos/LCOR>

## CONCLUSÃO

O presente trabalho buscou verificar as melhorias realizadas em uma empresa de zincagem eletrolítica, e o quanto pode se melhorar para um aumento de produtividade. Para realização desse trabalho, foram realizadas pesquisas bibliográficas, da empresa antiga, bem como dados e fatos atualizados da empresa hoje, além do acompanhamento diário na linha de produção da empresa atual.

Mediante ao processo de modificação e observação, constatou-se que as melhorias realizadas pela nova direção da empresa, foram satisfatórias, pois a produtividade e a qualidade aumentaram consideravelmente, com menos horas de trabalho produziu-se mais do que era produzido, ou seja, organizando o processo e modernizando a linha, conseguiu-se resultados satisfatórios e de qualidade. A qualidade do produto contempla uma gama de investimentos em componentes específicos da infraestrutura, atrativos, equipamentos e serviços utilizados pela demanda da empresa.

A empresa hoje produz em torno de 6 toneladas em um turno de oito horas. Antes essa produção era alcançada com horas extras, diminuindo a margem de lucro da empresa, pois horas extras dificilmente se pagam. Investimentos a curto e médio prazo são importantes para se manter competitivo no mercado de trabalho, a concorrência no mundo globalizado em que vivemos é brutal, se você ficar de mãos cruzadas à concorrência te esmaga.

Uma empresa necessita de melhorias constantes, claro que em uma empresa de pequeno e médio porte, devem ser investimentos dentro do orçamento e capacidade da empresa, mas por mais simples que seja a melhoria, ela é válida e te abre caminhos para serem explorados. Dentro do ramo galvânica, cada detalhe faz a diferença, pois um erro simples e insignificante pode se tornar um problemão no final do processo, ou seja, na peça acabada. Uma limpeza mal feita, um aditivo errado, concentrações de produtos erradas, tudo leva ao retrabalho, por isso um plano de produção como foi criado na galvânica em estudo, ajuda e muito o sucesso e a qualidade da zincagem, tanto na parte estética quanto na qualitativa.

As ações de melhoria que foram implantadas devem ter sua importância reconhecida a ser definidas como padrão. Isso garantirá que essas ações não caiam no esquecimento com o tempo e ganho para a empresa.

## REFERÊNCIAS

ANUÁRIO MINERAL BRASILEIRO - 2006. **Departamento nacional de produção mineral**. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/portal/>>. Acesso em: 17 fev. 2009.

ASSOCIAÇÃO INTERNACIONAL DO ZINCO. **Guia de bolso para o mundo do zinco, Bruxelas**. Associação internacional do zinco, 2000.

ASSOCIAÇÃO INTERNACIONAL DO ZINCO. Página institucional. Disponível em: <http://www.zincworld.org/index.html>>. Acesso em: 02 mar. 2009.

ASSOCIAÇÃO LATINO-AMERICANA DE ZINCO. **Circuito de extração e produção de concentrados de zinco**. Disponível em: <http://www.latiza.com/acercadelzinc.html>>. Acesso em: 02 fev. 2009.

ATSDR – Agency for Toxic Substances and Disease Registry. *Us department of health and human services, Toxicological Profile for Cyanide*, 2006.

BURGESS, W. A. **Identificação de Possíveis Danos à Saúde dos Diversos Processos Industriais**. Belo Horizonte: Ergo, 1997.

BUZZONI, H.A. **Galvanoplastia**. 2º Ed. São Paulo. Editora Ícone, 1991.

CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC: Controle da qualidade total (no estilo japonês)**. Belo Horizonte, MG : Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1992. Rio de Janeiro: Bloch Ed.

CHIAVERINI, Vicente. **Tecnologia Mecânica: Processos de Fabricação e Tratamento**. 2º Ed. São Paulo: Editora McGraw-Hill, 1986

FIGUEIREDO, V. C. N.; TRAPÉ, A.Z. . O uso do cianeto na produção de bijuterias e folheados: proposta de investigação sobre a saúde das trabalhadoras em domicílio no município de Limeira. **Revista de Ciências Médicas (PUCCAMP)**, v. 16, p. 97-107, 2008.

GENTIL, Vicente. **Corrosão: Corrosão e Anti Corrosivos**. 2º Ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Dois S.A, 1983.

GRUPO INTERNACIONAL DE ESTUDOS DO CHUMBO E DO ZINCO. **Guia de bolso para o mundo do zinco**, Londres: Grupo internacional de estudos do chumbo e do zinco, 2000.

GRUPO INTERNACIONAL DE ESTUDOS DO CHUMBO E DO ZINCO. **Página institucional**. Disponível em: <http://www.ilzsg.org/static/home.aspx>>. Acesso em 07 de mar. 2009.

INSTITUTO DE METAIS NÃO FERROSOS. **Página institucional**. Disponível em: <http://www.icz.org.br/zinco>>. Acesso em 01 mar. 2009.

IPCS (International Programme on Chemical Safety). **Hydrogen cyanide and cyanides: human health aspects**. Concise International Chemical Assessment Document 61, 2004. Disponível em: <http://www.inchem.org/documents/cicads/cicads/cicad61.htm>. Acesso em 13 ago 2008.

LOWENHEIM, F.A. **Modern Electroplating**. The Electrochemical Society. 3ªed. 1978.

MAGALHÃES FILHO, W. **Seminário de zinco e suas aplicações: tratamento de concentrados sulfetados de zinco**. São Paulo: Associação brasileira de metais, 2000.

MANUAL TÉCNICO SURTEC. **Tratamento de superfícies**. Organizado e atualizado e revisado por Roberto Motta de Silos. 3ª edição. São Bernardo do Campo, SP: Surtec do Brasil, 2009.

PUGLIESE, Marcio, TRINDADE, Diamantino F. **Tecnologia Mecânica: Fundamentos dos Trabalhos em Indústrias e Oficinas de Grande, Médio e Pequeno Porte**. São Paulo: Editora Ícone, 1986.

REALUM. **Galvanoplastia/Tratamento de Superfície**. Disponível em: Acesso em 26 de mar. 2012.

RODRIGUES, M. I., **Planejamento de experimentos e otimização de processos : uma estratégia sequencial de planejamentos**. Antonio Francisco Iemma.- 1a ed. – Campinas, SP: Casa do Pão Edidora, 2005.

UNIJUÍ. **Trabalhos Acadêmicos: Apresentação, Referências e Citações**. Programa de incentivo à produção docente / Ed. Unijuí. -- Ijuí : Ed. Unijuí, 2014. - (Cadernos Unijuí)

VALDIR. **Proteção Contra Corrosão.** Disponível em:  
[http://www.lmc.ep.usp.br/people/valdir/pef5736/corrosao/PROTECAO  
CONTRA CORROSAO.html](http://www.lmc.ep.usp.br/people/valdir/pef5736/corrosao/PROTECAO_CONTRA_CORROSAO.html)> Acesso em 26 de ago. 2012.

VANDERHOEVEN. **Galvanização a Fogo.** Disponível em:  
<<http://www.vanderhoeven.com.br/galva.html>> Acesso em 21 de ago. 2012.

**ANEXOS**  
**ANEXO A**

|                                                                                   |                                             |                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------|
|  | <b>PLANILHA DE MEDIÇÃO DE<br/>AMPERAGEM</b> | <b>Rev.00</b><br><b>Data: 23/04/14</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------|

Data da Medição: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

| Identificação/ Volume<br>Banho | Amperagem encontrada | Faixa de amperagem indicada |
|--------------------------------|----------------------|-----------------------------|
| <b>BP 01/ 13.500L</b>          |                      | 810 a 1.620 amp.            |

| Identificação/ Volume<br>Banho  | Amperagem encontrada | Faixa de amperagem indicada |
|---------------------------------|----------------------|-----------------------------|
| <b>BP 02/13.500 L – PONTO A</b> |                      | 405 a 810 amp               |
| <b>BP 02/13.500 L – PONTO B</b> |                      | 405 a 810 amp               |
| <b>TOTAL</b>                    |                      | 810 a 1.620 amp             |

| Identificação/ Volume<br>Banho | Amperagem encontrada | Faixa de amperagem indicada |
|--------------------------------|----------------------|-----------------------------|
| <b>BP 03/ 13000 L</b>          |                      | 780 a 1.560 amp.            |

| Identificação/ Volume<br>Banho | Amperagem encontrada | Faixa de amperagem indicada |
|--------------------------------|----------------------|-----------------------------|
| <b>BP 04 / 8800 L</b>          |                      | 528 a 1.056                 |

| Identificação/ Volume<br>Banho | Amperagem encontrada | Faixa de amperagem indicada |
|--------------------------------|----------------------|-----------------------------|
| <b>BR01 /700 L</b>             |                      | 105 a 210 amp.              |

| Identificação/ Volume<br>Banho | Amperagem encontrada | Faixa de amperagem indicada |
|--------------------------------|----------------------|-----------------------------|
| <b>BR02 /700 L</b>             |                      | 105 a 210 amp.              |

| Identificação/ Volume<br>Banho | Amperagem encontrada | Faixa de amperagem indicada |
|--------------------------------|----------------------|-----------------------------|
| <b>BR03 /600 L</b>             |                      | 90 a 180 amp.               |

| Identificação/ Volume<br>Banho | Amperagem encontrada | Faixa de amperagem indicada |
|--------------------------------|----------------------|-----------------------------|
| <b>BR04 /600 L</b>             |                      | 90 a 180 amp.               |

OBS: A medição da amperagem deve ocorrer nos pontos identificados.

\_\_\_\_\_  
RESPONSÁVEL PELA MEDIÇÃO

## ANEXO B

|                                                                                   |  |                                         |                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
|  |  | <b>AVALIAÇÃO<br/>DE<br/>HABILIDADES</b> | <b>VER: 01</b><br><br><b>18/11/2013</b> |
| <b>COLABORADOR: LUIZ HUMBERTO SILVA MALHEIROS</b>                                 |  |                                         |                                         |
| <b>FUNÇÃO: AUXILIAR DE LABORATÓRIO</b>                                            |  | <b>TEMPO DE EMPRESA: 4 MESES</b>        |                                         |
| <b>AREA /PROCESSO: LABORATÓRIO</b>                                                |  |                                         |                                         |

## COMPETÊNCIAS

|                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------|
| <b>FORMAÇÃO ATUAL OU EM ANDAMENTO:</b><br><b>TÉCNICO EM QUÍMICA</b> |
|---------------------------------------------------------------------|

| HABILIDADES                | EXCELENTE | BOM | APTO AO CARGO | A DESENVOLVER |
|----------------------------|-----------|-----|---------------|---------------|
| LIDERANÇA                  |           |     |               |               |
| FLUÊNCIA VERBAL            |           |     |               |               |
| ADMINISTRAÇÃO DE CONFLITOS |           |     |               |               |
| TOMADA DE DECISÃO          |           |     |               |               |
| ORGANIZAÇÃO                |           |     |               |               |
| DISTRIBUIÇÃO DE TAREFAS    |           |     |               |               |

|                             |                                       |
|-----------------------------|---------------------------------------|
| <b>DATA:</b> ____/____/____ | _____<br><b>COLABORADOR AVALIADOR</b> |
|-----------------------------|---------------------------------------|

**AÇÕES**

**NECESSIDADE DE DESENVOLVIMENTO:**    (    ) SIM    (    ) NÃO  
SE SIM, QUAIS?

**METAS PARA O ANO**

**LANÇADO NO PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO:**

**Responsável**

## ANEXO C

|                                                                                  |                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>LNT – LEVANTAMENTO DAS NECESSIDADES DE TREINAMENTO</b><br><b>- 2013</b><br><b>Rev 00</b><br><b>03/04/2013</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| TREINAMENTO / CURSO                               | INSTRUTOR/ÓRGÃO                  | PREVISÃO   | REALIZADO  | CARGA HORÁRIA | OBSERVAÇÃO                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------|----------------------------------|------------|------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Integração Institucional para novos colaboradores | Recursos Humanos                 | Permanente | Permanente | 2:00          | Estrutura organizacional; missão, visão; princípios; valores; política da qualidade; Indicadores; política de benefícios; remuneração; Uso de EPis; perspectivas de crescimento profissional... |
| Integração Operacional para novos colaboradores   | Encarregado da Fábrica/Qualidade | Permanente | Permanente | 2:00          | Procedimentos Operacionais e Instruções de Trabalho da área; Plano de Manutenção, Conhecimento de equipamentos teórico/prático.                                                                 |
| Técnicas de Liderança                             | Gestores                         | Agosto     |            |               | 3 Gestores                                                                                                                                                                                      |
| Legislação Trabalhista                            | ACI Panambi                      | Setembro   |            | 8:00          | 01 Colaborador Administrativo                                                                                                                                                                   |
| Planejamento e Controle da Produção               | ACI                              | Outubro    |            | 12:00         | 01 Colaborador Produção                                                                                                                                                                         |
| Interpretação da Norma ISO 9001                   | LDG                              | Maio       |            | 8:00          | Todos os Gestores                                                                                                                                                                               |
| Noções de Normas ISO                              | LDG                              | Junho      |            | 4:00          | Todos os colaboradores                                                                                                                                                                          |
| Leitura e Interpretação de Desenhos               | Senai                            | Julho      |            | 8:00          | Colaboradores da Produção                                                                                                                                                                       |
| Legislação Ambiental                              | Senai                            | Agosto     |            | 4:00          | Gestores                                                                                                                                                                                        |