



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
CURSO DE QUÍMICA INDUSTRIAL**

**JOSÉ ROBERTO ARAÚJO**

**PROCESSO DE ELETRODEPOSIÇÃO DE ZINCO EM PEÇAS METÁLICAS**

**Campina Grande – PB**

**2015**

**JOSÉ ROBERTO ARAÚJO**

**PROCESSO DE ELETRODEPOSIÇÃO DE ZINCO EM PEÇAS METÁLICAS**

Monografia apresentada como trabalho de Conclusão de curso (TCC) em cumprimento as exigências para obtenção do título de Química Industrial pela Universidade Estadual da Paraíba – UEPB.

Orientadora: Profa. Dra. Verônica Evangelista de Lima

Campina Grande – PB

2015

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

A658p Araújo, José Roberto.  
Processo de eletrodeposição de zinco em peças metálicas [manuscrito] / Jose Roberto Araujo. - 2015.  
22 p. : il. color.

Digitado.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2015.  
"Orientação: Profa. Dra. Verônica Evangelista de Lima, Departamento de Química".

1. Galvanoplastia. 2. Eletrodeposição. 3. Zinco. I. Título.  
21. ed. CDD 671.732

JOSÉ ROBERTO ARAÚJO

PROCESSO DE ELETRODEPOSIÇÃO DE ZINCO EM PEÇAS METÁLICAS

Monografia apresentada como trabalho de Conclusão de curso (TCC) em cumprimento as exigências para obtenção do título de Química Industrial pela Universidade Estadual da Paraíba – UEPB.

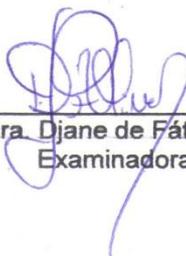
Aprovada em 17 / 06 / 2015



Prof. Dra. Veronica Evangelista de Lima / UEPB  
Orientadora



Prof. Dr. Antônio Augusto Pereira de Sousa / UEPB  
Examinador



Prof. Dra. Djane de Fátima / UEPB  
Examinadora



Prof. Dra. Kaline Rosário Morais Ferreira / UEPB  
Examinadora

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente, a Deus, por ter me dado força para superar todos os obstáculos desta vida.

A minha esposa Edilene Santana Santos Araújo, aos meus Pais e as minhas irmãs, que ao longo do curso me incentivaram e me deram força.

Aos meus amigos e colegas que me ajudaram de alguma forma para elaboração deste trabalho.

A minha orientadora, Profa. Dra. Verônica Evangelista de Lima pelo seu apoio e dedicação com este trabalho.

E a todos os meus professores dessa graduação que me incentivaram e me ajudaram a concretizar esse objetivo alcançado.

## RESUMO

A indústria de galvanoplastia foi inicializada no Brasil para revestir peças de bicicletas, arreios de cavalo, fivelas de cintos, bandejas, bules e ourivesaria. As indústrias de galvanoplastia que atendem as indústrias metalúrgicas e da construção civil utilizam principalmente os metais cádmio, cromo, níquel, cobre, zinco e estanho para o revestimento das peças. A indústria de folheados reveste artigos de bijuteria e similares usando principalmente ouro, prata, ródio e paládio. A deposição de um metal sobre a superfície de uma peça metálica proporciona uma boa durabilidade e maior resistência da peça metálica. Esse processo é de grande importância para a indústria automobilística, civil e outras, pois garante uma vida útil da peça muito maior. Os banhos que contenham cianeto são inviáveis, pois estes são prejudiciais ao meio ambiente e são de alto custo. A matéria prima utilizada no processo são o zamak e o ferro, pois estes são materiais protegem as peças contra a corrosão. Neste trabalho foram descritas as etapas do processo galvanoplástico de zinco alcalino sem cianeto, realizadas em uma indústria metalúrgica, tendo como matéria prima o zamak e o ferro.

**Palavras chave:** galvanoplastia, eletrodeposição, zinco.

## Abstract

The electroplating industry has been initialized in Brazil to coat parts of bicycles, horse harnesses, belt buckles, trays, pots and jewelery. The electroplating industries that meet the metallurgical and construction industries mainly use the metals cadmium, chromium, nickel, copper, zinc and tin to coat the pieces. The veneer industry covers imitation jewelery and similar using mainly gold, silver, rhodium and palladium. The deposition of a metal on the surface of a metal part provides a good durability and strength of the metal piece. This process is of great importance for the automotive industry, civil and other, it ensures a lifespan of much larger piece. Baths containing cyanide are not feasible, as these are harmful to the environment and are costly. The raw material used in the process are the zamak and iron, as these are materials protect the parts from corrosion. In this work it is described the stages of electroplating process of alkaline zinc cyanide-free, held in a metallurgical industry, and as raw material zamac and iron.

**Key words:** electroplating, electrodeposition, zinc.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sequência operacional do processo de eletrodeposição de zinco.....	10
Figura 2 – Tanque eletrolítico.....	10
Figura 3 – Esquema de uma célula de Hull.....	11
Figura 4 – Fluxograma do processo de Zincagem.....	12
Figura 5 – Matéria prima Zamac.....	13
Figura 6 – Bobina de Ferro.....	14
Figura 7 – Injetora.....	14
Figura 8 - Banho de desengraxante químico. ....	15
Figura 9 – Modelo de Centrífuga secadora.....	17

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>7</b>
2.1 Galvanoplastia no Brasil.....	7
2.2 Reações de oxirredução .....	8
2.3 Eletrodeposição ou galvanização.....	8
2.4 Sequência operacional da zincagem.....	9
3.5 Célula de Hull.....	11
<b>4 PROCESSAMENTO INDUSTRIAL DO ZINCO ALCALINO SEM CIANETO .....</b>	<b>12</b>
4.1 Fluxograma do processo.....	12
4.2 Matérias primas .....	13
4.2.1 Zamac.....	13
4.2.2 Ferro .....	13
4.3 Estamparia .....	14
4.4 Injeção .....	14
4.5 Polimento .....	15
<b>5 ETAPAS DO PROCESSO DE ZINCO SEM CIANETO .....</b>	<b>15</b>
5.1 Desengraxante químico .....	15
5.2 Decapagem em ácido clorídrico .....	15
5.3 Desengraxante eletrolítico anódico .....	16
5.4 Neutralização com hidróxido de sódio.....	16
5.5 Eletrodeposição do zinco .....	16
5.6 Lavagens.....	17
5.7 Passivação.....	17
5.8 Secagem.....	17
<b>5 CONTROLE ANALÍTICO.....</b>	<b>18</b>
5.1 Concentração de Zinco metálico .....	18
5.2 Concentração de soda cáustica.....	19
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>20</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>21</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O processo galvânico no Brasil foi inicializado para fins decorativos de peças para bicicletas, arreios de cavalos, fivelas de cintos, bandejas, bules e ourivesarias. A chegada de indústrias automobilísticas favoreceu bastante para o desenvolvimento de indústrias galvânicas no país, através disso incentivando a profissionalização e introduzindo no ano de 1920 novas tecnologias e requisitos de qualidade (MANUAL DE SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO, 2007, p. 13).

Vários metais são utilizados em processos químicos como matéria prima nas indústrias galvanoplásticas, na deposição de materiais.

Um dos metais mais utilizados em processos galvânicos para proteger as superfícies das peças metálicas é o zinco, uma vez que este metal é de baixo custo. O revestimento com o zinco é mais barato do que outros revestimentos (níquel, cromo e outros).

Nas indústrias galvanoplásticas são realizados vários tratamentos de superfícies metálicas ou plásticas, envolvendo processos químicos ou eletrolíticos. Esse processo consiste em depositar finas camadas de um metal sobre o outro.

Esse processo tem como importância proteger a peça metálica contra a corrosão, melhorar a aparência e revestir um metal mais fraco por outros menos sujeitos a efeitos de corrosão.

Segundo Sesi (2007) citado por Casagrande (2010) “A galvanoplastia é um ramo da indústria que vem sendo usada desde a antiguidade com o objetivo de revestir a superfície de objetos, conferindo-lhes maior resistência e beleza, protegendo-os contra a corrosão e alterando suas dimensões”.

Na indústria metalúrgica, a matéria prima passa por várias etapas desde sua transformação mecânica até a eletrodeposição do metal.

Segundo Casagrande (2009) “as indústrias metalúrgicas que atuam no setor da galvanoplastia, ou seja, que atuam no tratamento superficial de peças, geralmente metálicas, utilizam soluções químicas contendo cianetos”. Estas soluções contendo cianeto devem ser descartadas o que causa sérias consequências ao meio ambiente, principalmente ao corpo hídrico onde são despejadas, caso não haja um correto tratamento desse efluente industrial.

O objetivo deste trabalho é descrever o processamento de eletrodeposição do Zinco em um banho alcalino livre de cianeto.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Galvanoplastia no Brasil

Na metade do século XIX, com o aumento da atividade industrial surgiram novas aplicações para o tratamento de peças metálicas, para efeitos decorativos e visando conferir requisitos da engenharia, como proteção a corrosão e aumento a resistência.

A galvanoplastia é aplicada em vários ramos da atividade econômica: na indústria automobilística, na indústria de bijuterias, na construção civil, na indústria de utensílios domésticos, na informática, na indústria de telefonia e na recuperação de objetos decorativos. Para ganhar uma camada externa metálica, as peças são submetidas a um ou mais banhos, que podem ser de cromo, níquel, ouro, prata, cobre, zinco ou estanho.

As indústrias de galvanoplastia que atendem as indústrias metalúrgicas e da construção civil utilizam principalmente os metais cádmio, cromo, níquel, cobre zinco e estanho para o revestimento das peças. A indústria de folheados reveste artigos de bijuteria e similares usando principalmente ouro, prata, ródio e paládio.

No Brasil o processo galvânico foi iniciado para atender requisitos decorativos de peças para bicicletas, arreios de cavalos, fivelas de cintos, bandejas, bules e ourivesaria. A vinda da indústria automobilística favoreceu o desenvolvimento das indústrias galvânicas, incentivando a profissionalização e introduzindo, a partir de 1920, novas tecnologias, normas e requisitos de qualidade (MANUAL DE SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO, 2007, p. 13).

Em 1934 foi criado o Sindicato da Galvanoplastia do Estado de São Paulo (Sigesp) que, a partir de 1979, passou a se chamar Sindicato da Indústria de Proteção, Tratamento e Transformação de Superfícies do Estado de São Paulo (Sindisuper) que, entre suas atividades participa de Comissões da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e do conselho de Não-ferrosos e Siderurgia (Consider) (MANUAL DE SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO, 2007, p. 13).

## 2.2 Reações de oxirredução

As reações de oxirredução (redox) estão entre as reações químicas mais comuns e importantes. Elas estão envolvidas em uma grande variedade de processos importantes incluindo a ferrugem do ferro, a fabricação e ação de alvejantes e a respiração dos animais (BROWN;LEMAY;BURSTEN, 2005).

Estas reações ocorrem quando elétrons são transferidos de um átomo oxidado para um reduzido (BROWN;LEMAY;BURSTEN, 2005).

A oxidação refere-se à perda de elétrons, enquanto que a redução ao ganho de elétrons. O composto oxidado é chamado de agente redutor e o redutor de agente oxidante (BROWN;LEMAY;BURSTEN, 2005).

## 2.3 Eletrodeposição ou galvanização

A galvanoplastia consiste em revestir a superfície de uma peça metálica com uma fina camada de outro metal por meio da eletrólise aquosa de seu sal. A peça atuará como cátodo, e o sal deve conter o íon do metal que se deseja depositar. Os exemplos mais conhecidos são os revestimentos por cromo, a cromação, ou por níquel, a niquelação (CANTO e PERUZZO, 2006).

Segundo Pasqualini (2004) os princípios que regem a galvanoplastia são:

- O Princípio da Deposição Metálica: os íons metálicos que se encontram na solução eletrolítica, carregados positivamente, são transportados por átomos metálicos, através do recebimento de números de elétrons correspondentes e, sendo átomos metálicos, sob certas condições, formam uma camada metálica sobre um objeto qualquer. Sendo que a deposição metálica pode ocorrer com ou sem fonte de eletricidade externa.

- O Princípio da Deposição Metálica com Fonte de Energia Elétrica: onde a deposição galvânica dos metais de baseiam em fenômenos eletrolíticos através de corrente contínua.

- O Princípio da Deposição Metálica sem Fonte Elétrica Externa: onde os elétrons necessários para a deposição metálica são produzidos diretamente na solução, através de uma reação química.

Segundo Sillos (2012) as características dos revestimentos obtidos por eletrodeposição destacam-se:

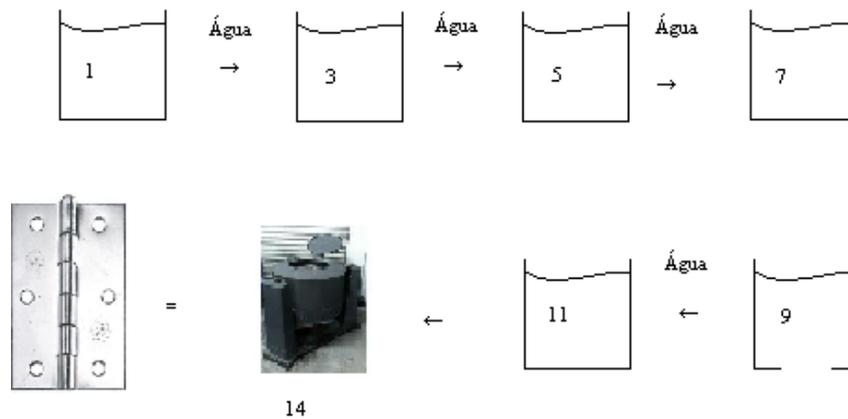
- Revestimentos compostos apenas do metal ou metais que se deseja depositar, uma vez que, não ocorre reação entre o substrato e o metal do revestimento;
- Obtenção de camadas que abrangem desde espessuras muito baixas, quando o foco é o aspecto decorativo, até espessuras maiores com a finalidade de proteção contra a corrosão. Neste último caso, torna-se um processo econômico quando a proteção puder ser obtida com espessuras relativamente finas;
- Poder de penetração, que é a habilidade de um banho produzir uma camada com espessura o mais uniforme possível em superfícies de geometrias complexas. Pode ser uma vantagem ou uma desvantagem dependendo do processo analisado;
- Elevada aderência, sempre associada a um adequado pré-tratamento de limpeza e preparo do substrato, além do tipo e controle de processo que será utilizado;
- Bom acabamento superficial quanto ao aspecto decorativo, brilho e nivelamento que podem ser obtidos tanto em função da formulação do banho quanto em função do uso de aditivos específicos.

#### **2.4 Sequência operacional da zincagem**

Na Indústria Metalúrgica, o processo de eletrodeposição apresenta a seguinte sequência operacional, após o desengraxe das peças: (1) Desengraxante Químico; (2) Lavagem em água; (3) Tanque de Decapagem; (4) Lavagem em Água; (5) Tanque de Desengraxante Eletrolítico; (6) Lavagem em Água; (7) Banho de zinco; (8) Lavagem em Água; (9) Ativação Ácida; (10) Lavagem em Água; (11) Cromatizante Azul Trivalente; (12) Água de Lavagem; (13) Selante; (14) Centrífuga (MELO, 2011).

Na Figura1, representa-se uma ideia geral da sequência operacional de um processo de eletrodeposição na indústria metalúrgica, na qual cada etapa pode ser identificada conforme numeração anteriormente descrita. Foram omitidas da figura as etapas de lavagem em água.

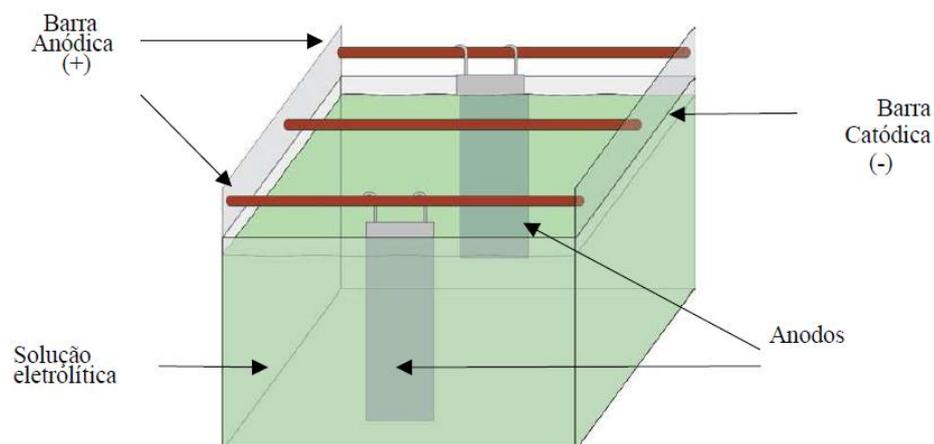
Figura 1- Sequência operacional do processo de eletrodeposição de zinco.



Fonte: (MELO, 2011)

As etapas de limpeza e revestimento das peças ocorrem em tanques, normalmente de ferro, revestido internamente com polipropileno ou cloreto de polivinila providos de duas barras laterais (barra anódica) de cobre onde são posicionados os eletrodos positivos (anodos solúveis ou insolúveis), que se oxidam durante as reações. As peças (cátodo), onde ocorrem às reações de redução, são presas em suportes denominados gancheiras e dispostos em uma terceira barra metálica fixada na porção central do tanque – barras catódicas. Uma ilustração desse sistema é mostrada na Figura 2 (PUGAS, 2007).

Figura 2 – Tanque eletrolítico.



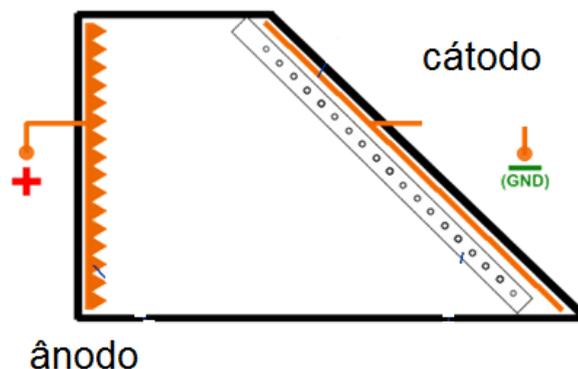
Fonte: PUGAS, 2007.

A lavagem no processo de eletrodeposição é a certeza de qualidade. Ela atua na diluição ou diminuição da quantidade de sais arrastados pelas peças de um banho a outro, os quais influenciam negativamente na eletrodeposição. Com a diminuição e controle do arraste é possível diminuir o consumo de água utilizado no processo de lavagem (PONTE, 2000).

### 3.5 Célula de Hull

A célula de Hull é uma unidade miniaturizada de revestimento eletrolítico, projetada para produzir depósitos catódicos que registram os caracteres da eletrodeposição obtidos em todas as densidades de corrente no âmbito da escala de operação. Uma vez que não é econômico ou lógico para os galvanizadores tratar as possíveis causas em seu tanque, experiências têm mostrado que os testes feitos em pequenas amostras da solução em questão, usando a célula de Hull para determinar a causa exata e/ou correções para um problema específico (SILLOS, 2012). Na Figura 3, abaixo, pode-se observar uma representação de uma célula de Hull.

Figura 3 – Esquema de uma célula de Hull.



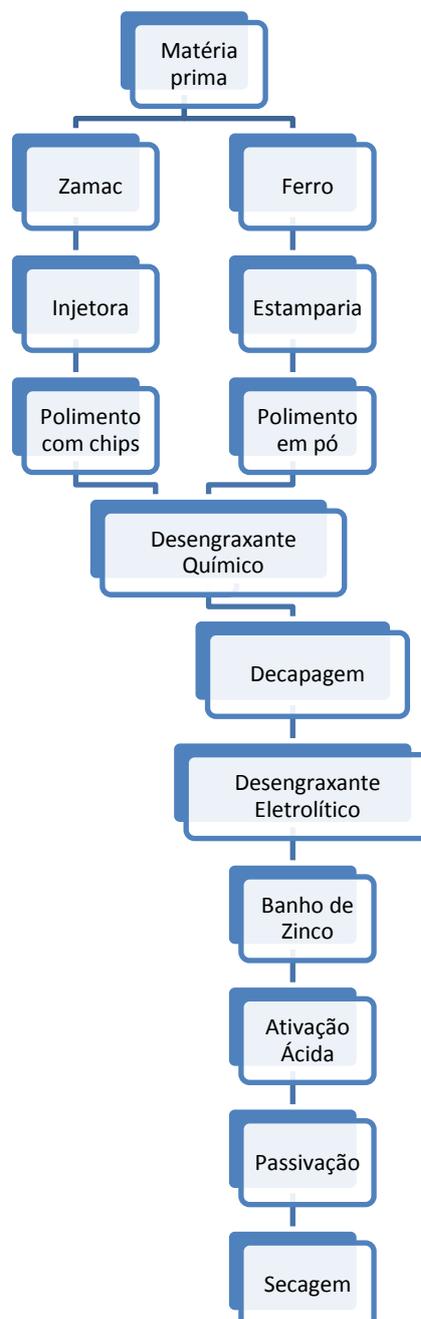
Fonte: Leão, 2015.

## 4 PROCESSAMENTO INDUSTRIAL DO ZINCO ALCALINO SEM CIANETO

### 4.1 Fluxograma do processo

O processamento industrial do zinco é melhor compreendido quando da representação das várias etapas por meio de um fluxograma, conforme se pode verificar na Figura 4.

Figura 4 – Fluxograma do processo de Zincagem.



Fonte: PRÓPIA, 2015

## 4.2 Matérias primas

As matérias primas utilizadas nas indústrias galvanoplásticas são o Zamac e o Zinco. A seguir são mostradas algumas propriedades e onde estes são utilizados.

### 4.2.1 Zamac

É a denominação genérica de diversas ligas metálicas de zinco, com ponto de fusão entre 385°C e 485°C, contendo basicamente zinco (Zn), alumínio (Al), magnésio (Mg) e cobre (Cu) (SILLOS, 2012).

Possui boa resistência à corrosão, tração, choques e desgastes, têm uma tonalidade cinza e boa receptividade a revestimentos por eletrodeposição como cromo, níquel, cobre, ouro, etc (SILLOS, 2012).

Na indústria são utilizadas diversas ligas zamak, com diferentes teores de Al, Mg e Cu, o que resulta em diferentes propriedades mecânicas. O material no estado líquido é facilmente injetado sob pressão em moldes no formato das peças a serem produzidas (SILLOS, 2012), conforme se pode observar na Figura 5.

Figura 5 – Matéria prima Zamac.



Fonte: LIGAS METÁLICAS, 2015.

### 4.2.2 Ferro

O ferro fundido, pela forma como é produzido, contém cerca de 3% de carbono e ainda vestígios de enxofre, sílico manganês e fósforo, e constitui a matéria-prima para a produção de aço. Apesar do ferro fundido não ser tão resistente como o aço, sendo substancialmente mais barato, possui muitas

aplicações, podendo ser utilizado, também, em ligas com outros metais como o níquel ou magnésio. Vê-se na Figura 6, a exposição de uma peça de ferro.

Figura 6 – Bobina de Ferro.



### 4.3 Estamparia

O corte antecede todo o processo da fabricação das peças, a esta etapa chamamos de estamparia. As máquinas utilizam as bobinas de ferro para produzir as peças (LEÃO, 2012).

### 4.4 Injeção

O processo de fundição sob pressão consiste no preenchimento rápido de matrizes metálicas com altas velocidades de injeção, proporcionadas pelo deslocamento mecânico de um pistão que direciona o metal líquido para o interior do molde através de um sistema de canais previamente dimensionado.

A utilização de moldes metálicos permite a fabricação de peças com excelente acabamento superficial e elevada precisão dimensional. Este tipo de molde impõe uma elevada velocidade de extração de calor, favorecendo a rápida solidificação das peças injetadas. Na Figura 7, observa-se uma máquina injetora.

Figura 7 – Injetora.



Fonte: ABIMEI, 2015.

## 4.5 Polimento

O polimento acontece após a fabricação das peças, que possuem uma superfície irregular, com aspereza. O polimento pode ocorrer em tambores ou cilindros rotativos (LEÃO, 2012)

As peças de ferro são polidas em cilindros rotativos, onde se utiliza pó de serra de madeira, já as peças de zamac são polidas em um dispositivo não rotativo onde são utilizados chips.

## 5 ETAPAS DO PROCESSO DE ZINCO SEM CIANETO

Nas indústrias galvanoplásticas tem-se utilizado banhos livres de cianeto, uma vez que o tratamento dos resíduos industriais é de baixo custo e o mesmo é menos agressivo quando descartado no meio ambiente.

### 5.1 Desengraxante químico

O desengraxe químico alcalino é uma combinação de diversos sais alcalinos como, hidróxido de sódio, carbonato de sódio, trifosfato de sódio e outros. Que tem a função de remover resíduos de polimento, óleos provenientes de proteção das peças ou do processo anterior. Na Figura 8, observam-se peças a serem submetidas ao banho com desengraxante químico.

Figura 8 - Banho de desengraxante químico.



Fonte: ITC INFORMA, 2015.

### 5.2 Decapagem em ácido clorídrico

Esta etapa é utilizada para a remoção de óxidos.

A decapagem clorídrica é realizada à temperatura ambiente, com uma solução aquosa de 15 a 17% de HCl. Utiliza-se com frequência inibidores, de

maneira que se remova somente a ferrugem e as escamas (ou carepas) de óxidos e o metal-base seja pouco atacado, e outros aditivos que reduzem a tensão superficial entre o líquido decapante e a peça (ZEMPULSKI; ZEMPULSKI, 2007, p.12)

### **5.3 Desengraxante eletrolítico anódico**

Após a remoção da sujeira mais pesada, no primeiro estágio de limpeza, resta ao desengraxe eletrolítico a limpeza fina, ou seja, uma micro limpeza de superfície metálica, permitindo uma deposição isenta de manchas e com boa aderência.

Esse desengraxante é composto de sais alcalinos como, hidróxidos de sódio, carbonato de sódio, etc. Efetua a limpeza da peça por meio de uma ação mecânica, devido a passagem de corrente elétrica e conseqüente desprendimento de gases.

### **5.4 Neutralização com hidróxido de sódio**

Utiliza-se o hidróxido de sódio como neutralizador para melhorar a condutividade elétrica. O hidrogênio formado atua mecanicamente provocando movimentação no líquido e assim eliminando a sujeira e também atua quimicamente, formando uma nova soda ativa, através da redução catódica.

A neutralização serve para excluir os resíduos líquidos e salinos e as demais imperfeições. São utilizados líquidos com reações ácidas fracas ou alcalinas que variam de acordo com o pré-tratamento e servem para que não ocorram as descolorações.

### **5.5 Eletrodeposição do zinco**

Este banho de zinco é formulado a base de zinco metálico e hidróxido de sódio isento de qualquer produto que contenha cianeto, essa característica proporciona um banho menos agressivo ao meio ambiente e baixo custo no tratamento de resíduos. Este banho tem a finalidade proteger a contra corrosão as peças de ferro e aço.

## 5.6 Lavagens

Após cada estágio descrito acima, uma certa quantidade de líquido permanece nas peças. Esse líquido necessita ser retirado através de uma lavagem, assim evitando que contamine os demais banhos.

## 5.7 Passivação

Melhora a aparência do depósito proporcionando um aumento da resistência a corrosão das peças zincadas. Proporciona as peças um filme protetor, além de um brilho azulado a peça.

## 5.8 Secagem

As peças após o processo de zincagem são secas em centrífugas secadoras, a exemplo do modelo apresentado na Figura 9.

Figura 9 – Modelo de Centrífuga secadora.



Fonte: solostocks, 2013.

## 5 CONTROLE ANALÍTICO

Os banhos devem ser coletados em pontos onde o mesmo se encontre homogêneo. A concentração de zinco e de soda devem ser analisadas para saber a faixa de concentração dos mesmos.

### 5.1 Concentração de Zinco metálico

Determinação da concentração de Zinco Metálico em g/L por volumetria de complexação.

#### Materiais:

- Erlenmeyer de 250 mL;
- Bureta de 50 mL;
- Proveta de 50 mL;
- Pipeta volumétrica de 2 mL;
- Pipetas volumétricas de 10 e 20 mL;
- Espátula;
- Pipetador;
- Piceta com água destilada.

#### Reagentes:

- EDTA- $\text{Na}_2$  0,1N;
- Solução Tampão amoniacal pH=10;
- Formaldeído 10%;
- Indicador preto de eriocromo T.

#### Metodologia

Pipetar 2 mL da amostra retirada do banho e transferir ao erlenmeyer.

Adicionar 50 mL de água destilada, 20 mL de solução tampão e 10 mL de formaldeído 10%. Adicionar uma pitada de preto de eriocromo-T. titular com EDTA até mudança de coloração roxa para azul.

$$Zn = V_{\text{titulado}} \times 3,269 \times F_{\text{correção}} \text{Equação 3}$$

**Onde:**

$V_{\text{titulado}}$  = volume titulante usado na titulação

$F_{\text{correção}}$  = fator de correção do frasco do titulador

**5.2 Concentração de soda cáustica**

Determinação da concentração de soda cáustica em g/L por volumetria de neutralização.

**Materiais:**

- Erlenmeyer de 250 mL;
- Bureta de 50 mL;
- Proveta de 50 mL;
- Pipeta volumétrica de 5m/L;
- Pipetas volumétricas de 10m/L;
- Espátula;
- Pipetador;
- Piceta com água destilada.

**Reagentes:**

- Acido sulfúrico 1N;
- Solução de Cianeto de potássio 10%;
- Indicador Índigo Carmim.

**Metodologia**

Pipetar 5 mL da amostra retirada do banho e transferir ao erlenmeyer.

Adicionar 50 mL de água destilada, 10 mL de solução de Cianeto de potássio.

Adicionar uma pitada de Índigo Carmim, titular com Acido sulfúrico 1N até mudança de coloração amarela para azul.

$$NaOH \text{ (g/L)} = V_{\text{titulado}} \times 8 \times F_{\text{correção}} \text{Equação 4}$$

**Onde:**

$V_{\text{titulado}}$  = volume titulante usado na titulação

$F_{\text{correção}}$  = fator de correção do frasco do titulador

## 6 CONCLUSÃO

O processo de galvanoplastia é de grande importância, uma vez que, o metal depositado protege as peças metálicas contra a corrosão aumentando o tempo útil da peça galvanizada, além da finalidade estética, contribuindo para o valor final do produto acabado.

As análises realizadas para a manutenção dos banhos são de baixo custo e de rápida realização, portanto esses são forçados quando necessário para uma eficácia na qualidade da peça.

As etapas da deposição de zinco são realizadas desde o processamento da matéria prima até o produto acabado, onde o mesmo passa por teste de qualidade um posterior destino comercial.

O uso de soluções que contenham cianeto é inviável, pois seu uso causa consequências seríssimas ao meio ambiente e além do seu alto custo.

## REFERÊNCIAS

- ABIMEI. Disponível em: <http://abimei.files.wordpress.com/2010/09/bs-120-sintron.jpg>. Acessado em: 29 maio 2015.
- ALIBABA. Disponível em: <http://portuguese.alibaba.com/product-gs/steel-wire-electro-galvanizing-production-line-423378556.html>. Acessado em: 5 Jun. 2015.
- BROWN, Theodore; LEMAY, H. Eugene; BURSTEN, Bruce E. **Química: a ciência central**. 9 ed. Prentice-Hall, 2005.
- CANTO, Eduardo Leite; PERUZZO, Francisco Miragaia. **Química na abordagem do cotidiano**. 4ª ed.. São Paulo: Moderna, 2006.
- CASAGRANDE, Delci Fátima M.; OLIVEIRA, Cláudia Trindade; MALFATTI, Célia F.; VEIT, Hugo M. **Estudo de camadas eletrodepositadas a partir de soluções livres de cianeto**. FUNDAÇÃO GORCEIX – REM. Minas Gerais, 2010.
- CASTRO, Edson Petrechen; SILLOS, ROBERTO MOTTA. **Manual Técnico SurTec Tratamentos de Superfícies**. 4ª ed.. São Paulo: SurTec do Brasil, 2012.
- Drika. Disponível em: <https://drika.wordpress.com/tecnologia-liga/limpeza-e-desengraxamento/>. Acesso em 15 de jun 2015.
- MELLO, Diego Rafael Araújo. **TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES METÁLICAS POR ELETRODEPOSIÇÃO DE ZINCO**. Campina Grande, 2011.
- ITC INFORMA . Disponível em: [http://www.itc.etc.br/itc\\_informa\\_det.asp?intPaginaAtual=1&idreg=68](http://www.itc.etc.br/itc_informa_det.asp?intPaginaAtual=1&idreg=68) . Acesso em: 6 Jun. 2015.
- LEÃO, Rayani Cardoso. **Processo de Zincagem**. Campina Grande, 2012.
- SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA – SESI. Diretoria de Assistência Médica e Odontológica – DAM. Gerência de Segurança e Saúde no Trabalho – GSST. **Manual de segurança e saúde no trabalho**. / Gerência de Segurança e Saúde no Trabalho. – São Paulo : SESI, 2007.
- PASQUALINI, A. **Estudo de Caso Aplicado a Galvanoplastia**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis, 2004. Disponível em: <http://tesses.eps.ufsc.br/defesa/polif//2051.pdf>. Acesso em 15 jun 2012.
- PONTE, H. A. *Tratamento de Efluentes Líquidos de Galvanoplastia*. Paraná: Departamento de Engenharia Química, 2000.
- PUGAS, M. S. **Íons de Metais Pesados Ni, Cu e Cr em Área Impactada por Resíduos de Galvanoplastia na Região Metropolitana de São Paulo**. São Paulo, 2007.

SOLOSTOCKS. Disponível em:  
<http://www.solostocks.com.br/venda-produtos/outro-equipamento-servicos/centrifuga-50-kg-galvanoplastia-1477747>. Acesso em 15 jun 2015.

ZEMPULSKI, Ladislau Nelson; ZEMPULSKI, Marina Fernanda Stocco.  
**Galvanização eletrolítica**. Instituto de Tecnologia do Paraná, 2007.