



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

DANÚBIO LEONARDO BERNARDINO DE OLIVEIRA

**ESTUDO DO PROCESSO GALVÂNICO DO ZINCO ALCALINO SEM CIANETO NA
INDÚSTRIA METALÚRGICA**

CAMPINA GRANDE – PB

2014

DANÚBIO LEONARDO BERNARDINO DE OLIVEIRA

**ESTUDO DO PROCESSO GALVÂNICO DO ZINCO ALCALINO SEM CIANETO NA
INDÚSTRIA METALÚRGICA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Estadual da
Paraíba (UEPB) na área de
galvanoplastia, como requisito parcial à
obtenção de título de Bacharel em
Química Industrial.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Augusto Pereira Sousa.

CAMPINA GRANDE – PB

2014

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.

O48e Oliveira, Danúbio Leonardo Bernardino de.

Estudo do processo galvânico do zinco alcalino sem cianeto na indústria metalúrgica [manuscrito] / Danúbio Leonardo Bernardino de Oliveira. - 2014.
25 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2014.

"Orientação: Prof. Dr. Antônio Augusto Pereira Sousa, Departamento de Química".

1. Galvanoplastia. 2. Zinco Isento de Cianetos. 3. Controle de Qualidade. I. Título.

21. ed. CDD 671.732

DANÚBIO LEONARDO BERNARDINO DE OLIVEIRA

**ESTUDO DO PROCESSO GALVÂNICO DO ZINCO ALCALINO SEM CIANETO NA
INDÚSTRIA METALÚRGICA**

Aprovada em: 21 / 03 / 2014

Nota: 80 (oitenta e zero)

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Antônio Augusto Pereira Sousa / CCT / DQ / UEPB
Orientador



Profª. Drª. Verônica Evangelista de Lima / CCT / DQ / UEPB
Examinadora



Profª. Drª. Djane de Fátima Oliveira / CCT / DQ / UEPB
Examinadora

À minha mãe, Diva Leonardo de Oliveira, a
qual me gerou vida e traduziu-me o
verdadeiro significado de viver: o amor.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Ao término deste trabalho e conclusão deste tão esperado curso, vibro com uma força oriunda da alma, uma nova e importante conquista em minha vida. Por isso, não anseio em agradecer as pessoas que estiveram comigo, lado a lado, rumo a essa vitória:

A Deus, Ser e Poder supremo e sobrenatural, pelo dom da vida e a capacidade intelectual para poder concluir este trabalho.

A uma das grandes conquistas de minha vida, meus amigos, colegas da universidade, Francinaldo, José Roberto, Felipp, Robson Missias, Robson Rogaciano, Deydeby Illan, Igor Losacco, Val, Tereziana, Vanessa e Maria do Livramento, obrigado pelos bons momentos que ficaram marcados com saudosismo em nossa história.

Aos casais aventureiros Aline e Cássio, Teresa e Izequiel, Alisson e Val, Diego e Eduarda nos momentos onde as decisões mais difíceis eram tomadas.

E como não poderia faltar, os amigos de jornada, Hery, Bruno, Mikael, Igor, Alexandre, Diego e os de trabalho Hélio Batista, David Lee, André, Allisson, Juliana e Wellington, estes os quais viram o desespero na fila do lanche do Estadual da Prata, enquanto estudávamos para concursos.

À Banca examinadora pela compreensão e por proporcionar um alívio de dois anos com o peso na consciência por não terminar o TCC.

A minha mamãe, Diva, pelo exemplo de força e esperança, pela dedicação e amor, por ter, até antes de me gerado, já traçado com desejo o caminho no qual eu deveria tomar para o adiante, me munindo com o escudo da educação.

Ao meu pai, Oliveira (*in memorian*), meu herói de infância no qual me espelhei por muito tempo, ele me ensinou do seu jeito único a ter caráter, atitude ou sentido diferencial na vida de uma pessoa. E que mesmo nos seus últimos momentos, mostrou-me o amor fraternal. Estarás sempre no meu pensamento e ao meu lado.

E por fim, mas de suprema importância, A minha amada noiva, Camila Lima do Nascimento, companheira de todas as horas e ponto norte da minha direção.

“Todo conhecimento que não pode ser
expresso por números é de qualidade
pobre e insatisfatória.”

Lord Kelvin

LISTA DE SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

CCT – Centro de Ciências e Tecnologia

DQ – Departamento de Química

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

ISO - International Organization for Standardization

PCP - Planejamento e Controle da Produção

PVC - Policloreto de Vinila

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas.

SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

UEPB – Universidade Estadual da Paraíba

RESUMO

O controle de qualidade em uma indústria galvânica é de fácil aplicação e manutenção, já que apresentam ensaios e testes rápidos, com tempo de resposta em minutos e ação imediata. A eletrodeposição, técnica bastante difundida a metais como Aço e Zamac, requer pré-tratamento mecânico e químico antes do metal a ser sobreposto à superfície, além de vários enxágues em água, e finalizando com passivadores, tais como cromatizante azul trivalente, e secagem, para que então a peça metálica esteja pronta. O banho de Zinco, por ser alcalino, apresenta Soda Cáustica (NaOH) além de outros componentes, como aditivos orgânicos, que podem ser dosados a partir de ensaios de célula de Hull, contrabalanceando o aspecto visual da placa com a quantidade de reagentes adicionados. A utilização do Zinco Alcalino sem cianeto neste trabalho visa a consequente adequação deste processo aos órgãos fiscalizadores, a fim de reduzir gastos e dirimir a emissão de poluente ao meio ambiente. Este trabalho tem como objetivo estudar a importância do recobrimento de peças metálicas com o Zinco (Zn), este sendo substituído pelo banho de Zinco alcalino sem cianeto, atualmente o método industrial recomendado na perspectiva de atender as exigências ambientais e tecnológicas. O presente trabalho apresenta que a indústria metalúrgica tem avanços tecnológicos significativos sob o aspecto da galvanoplastia.

PALAVRAS-CHAVE: Galvanoplastia. Zinco Isento de Cianetos. Controle de Qualidade.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	SISTEMAS DE PRODUÇÃO E LEGISLAÇÃO DO QUÍMICO	10
3	PROCESSOS ELETROQUÍMICOS INDUSTRIAIS	11
3.1	GALVANOPLASTIA	11
3.2	ELETRODEPOSIÇÃO.....	11
4	METAIS BASE.....	12
5	BANHO DE ZINCO	13
5.1	CÉLULA MÃE (GERADORA).....	13
5.2	TANQUES DE TRABALHO.....	14
5.3	ZINCO ALCALINO SEM CIANETO.....	14
6	SEQUÊNCIA OPERACIONAL.....	16
7	TESTE DE CÉLULA DE HULL.....	18
8	ENSAIOS DE CORROSÃO.	20
8.1	ENSAIOS DE LABORATÓRIO – NÉVOA SALINA.	20
8.2	AVALIAÇÃO.....	21
9	TRATAMENTO DE EFLUENTES	22
10	CONSIDERAÇÕES FINAIS	23
	REFERÊNCIAS.....	24

1 INTRODUÇÃO

A indústria metalúrgica é crescente e altamente tecnológica, fazendo uso de operações automatizadas, porém com fácil controle de qualidade por parte do químico responsável, que atua na manutenção de um padrão de produção.

Toda a produção deve encontrar-se dentro das especificações internas (a empresa cria parâmetros condizentes com o maquinário existente e as condições ambientes) e externas (normas nacionais e internacionais) que garantem a estabilidade e confiança que o produto requer.

É neste intuito que diversos órgãos, autarquias, tais como Padrão ISO, ABNT, INMETRO adéquam padrões que viabilizam o consumo e permitam um bom produto final e que atinjam as expectativas.

A galvanoplastia, utilizado para fins decorativos e de resistência à corrosão é obtido graças a uma fonte de voltagem ligada à célula eletrolítica, com banhos contendo o sal do metal Zinco (Zn) em questão, conforme GENTIL (1996).

Os metais base a serem eletrodepositados são ligas metálicas tais como o Aço e o Zamac, onde o Aço é estampado a partir de grandes bobinas e o Zamac é um metal de baixo ponto de ebulição que é injetado, podendo ser moldado das mais diversas formas.

O processo do Zinco Alcalino sem Cianeto rotativo requer uma sequência operacional pré-definida, e com alto gasto de água de lavagem para o material ser facilmente contaminado por arraste, e com isso, necessita um tratamento de efluentes, possibilitando a reutilização no equipamento. Este processo possui vantagens e algumas desvantagens que devem ser analisadas na implantação destes banhos, já que consomem aditivos, a fim de permitir depósitos brilhantes, sem queima nem bolhas, em toda área de densidade de corrente (Baixa, média e alta).

Este trabalho fundamenta-se no estudo teórico sobre o recobrimento de peças metálicas com o Zinco (Zn), metal de baixo custo, que é difundido largamente em forma de banhos galvânicos ácidos que vem sendo substituídos pelos banhos de Zinco alcalino sem cianeto, atualmente o que atende as legislações ambientais, no tocante controle de efluentes, mais eficaz.

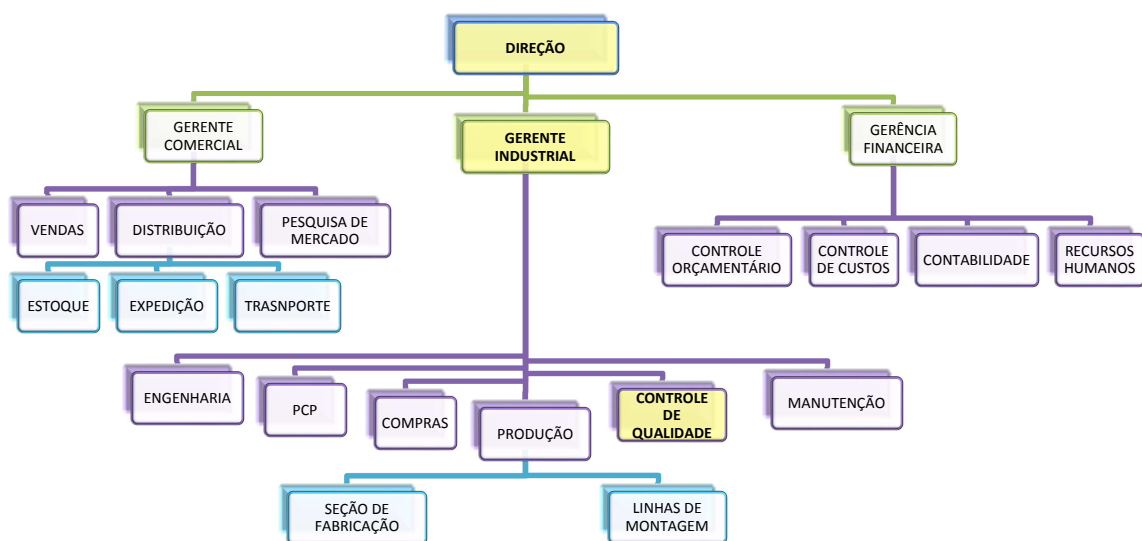
2 SISTEMAS DE PRODUÇÃO E LEGISLAÇÃO DO QUÍMICO

Quando uma nova indústria é declarada aberta, uma série de medidas deve ser tomada em relação às leis, decretos, normas e órgãos que são responsáveis por emitir registros oficiais para que aquele ramo, no qual se deseja explorar, comece seus trabalhos. Para a atividade de Galvanoplastia, por ser um setor que necessita de um químico, a Lei 2.800/56, de 18 de Julho de 1956, em seu Art. 27º estipula a obrigatoriedade do profissional químico regularmente habilitado e registrado (BRASIL, 1956). Este profissional deve seguir um dos conselhos regionais ou federais de química e seguir o Decreto 87.877, de 07 de Abril de 1981, que compreende as áreas de atuação do químico, e como visto no Art. 1º, inciso IV do mesmo, o controle de qualidade é uma das várias atribuições do químico (BRASIL, 1981).

Conforme (RUSSOMANO, 1979), o sistema de produção é um processo no qual há a conversão em produtos úteis, a partir de insumos e matéria-prima, mediante a utilização de mão-de-obra, materiais e equipamentos.

A figura 1 representa uma média empresa metalúrgica, que tem sua classificação em produção por série sub-dividido em setores especializados, semelhante à que destaca RUSSOMANO, 1979:

Figura 1 - Organização típica de uma empresa de porte médio (grifos nossos).



Fonte: RUSSOMANO, 1979 (Adaptado).

3 PROCESSOS ELETROQUÍMICOS INDUSTRIAIS

3.1 GALVANOPLASTIA

Os processos eletroquímicos utilizados são, necessariamente, neste caso, os que consomem energia para produzirem substâncias de alto valor energético. Já a galvanoplastia é um processo eletrolítico importante, pois produz, por exemplo, camadas de óxidos para fins decorativos, segundo o que escreve CASTELLAN, (1986).

Também, é sabido que nem só para fins estéticos este método é utilizado: os fins de resistência à corrosão são comumente empregados. Isto é obtido graças a uma fonte de voltagem ligada à célula eletrolítica, no qual o potencial-padrão de redução com menor valor será preferencialmente reduzido no cátodo, conforme BROWN *et al.*, (2005).

GENTIL, (1996) define que o termo “aço galvanizado” é derivado da operação de revestimento à quente obtido a partir da imersão do aço em um banho de Zinco e dependem diretamente da temperatura e do tempo de imersão, ou seja, quanto maior a temperatura mais rápida será a sua formação e quanto maior o tempo de imersão maior a espessura de camada.

3.2 ELETRODEPOSIÇÃO

A eletrodeposição, processo utilizado neste trabalho, permite revestimentos de camadas metálicas muito finos e relativamente livre de poros, o que o torna economicamente viável, já que evita excesso de metal eletrodepositado. O material a ser revestido é colocado como cátodo de uma célula eletrolítica, sendo imerso numa solução eletrolítica que contém sal do metal a ser depositado. O ânodo também pode ser do metal depositado. (GENTIL, 1996).

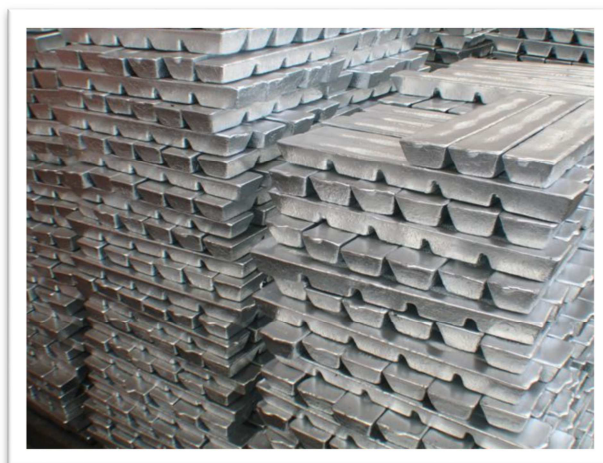
4 METAIS BASE

Os metais são substâncias minerais que se apresentam em estado sólido à temperatura ambiente, com exceção do mercúrio, e que se caracterizam por brilho característico, opacidade, dureza, ductibilidade (que permite que o material seja esticado em arames finos) e maleabilidade (que possibilita sua redução a lâminas delgadas). Além disso, possuem propriedades intrínsecas como alta densidade, boa fusibilidade e altos coeficientes de condutividade térmica e elétrica. Ligas metálicas também apresentam estas características, porém são modificadas pelos metais constituintes. Ligas de grande importância (SENAI, 2008):

- Aço: Ferro, carbono e outros (enxofre, fósforo, níquel, manganês, molibidênio, cromo e vanádio);
- Latão: Cobre e Zinco.

Outra liga comumente utilizada em metalúrgicas devido as suas propriedades é o Zamac onde é uma liga à base de Zinco, com adição de vários metais como alumínio, antimônio, magnésio e, eventualmente, cobre. Cada um dos elementos usados na confecção do Zamac possui propriedades que se completam quando fundido (CARVALHO e PORTUGAL, 2006). A figura 2 mostra barras do metal Zamac necessárias para alimentar a máquina de injeção.

Figura 2 – Barras de Zamac.



Fonte: METAL BARCAS, 2014

5 BANHO DE ZINCO

5.1 CÉLULA MÃE (GERADORA)

No setor de Zincagem, o processo é iniciado com a adição de anodos de Zinco de alta pureza (99,99 % de Zn), em Soda Cáustica (NaOH). VOGEL, (1981) afirma que este metal dissolve-se muito lentamente em ácidos ou em meio alcalino. Os anodos de zinco, como demonstra a figura 3, pode ser de diversos formatos, entre eles o esférico.

Figura 3 – Anodos de Zinco.



Fonte: PRODULIGAS, 2014

Tal fato explica a necessidade de controle de parâmetros desse metal, pois, caso haja variação nos valores de controle, há de se aguardar um certo tempo para que o anodo seja dissolvido na solução e forme mais zinco, para posterior deposição.

Como o processo é automático, a célula mãe fica num local separado e é transferido para os tanques, onde o material a ser zincado será imerso, através de dutos, já que a colocação de anodos no tanque de trabalho diminui a eficiência de corrente anódica, tornando extremamente difícil o controle do teor de zinco. (SILLOS, 2012).

5.2 TANQUES DE TRABALHO

Nestes tanques, que são de aço carbono revestidos de policloreto de vinila (PVC), a peça metálica, geralmente aço ou zamac, são depositadas as camadas de zinco através da imersão no banho eletrolítico, através de agitação rotacional do cesto que contém as peças. A figura 4 ilustra o maquinário utilizado no processo de Zinco rotativo, demonstrando a passagem de uma solução para outra, havendo a possibilidade de contaminação por arraste.

Figura 4 - Maquinário de banho de Zinco com cestos rotativos em operação.



Fonte: PORTOGAL, 2014

5.3 ZINCO ALCALINO SEM CIANETO

O Zinco é um dos metais mais utilizados industrialmente graças ao seu potencial anticorrosivo, oferecendo proteção, à baixo custo. A gama de processos envolvendo zinco é imensa, dentre elas o banho de Zinco Ácido¹, Zinco Alcalino contendo cianetos e o proposto por este trabalho que é o Zinco Alcalino isento de Cianetos. Esta alternativa fez necessária, pois, como comenta SILVA *et AL* (2006)

¹ Estudo realizado na mesma empresa, quando era utilizado esse outro processo. (Para maiores esclarecimentos ver PATRÍCIO, 2007).

são crescentes as exigências para minimizar danos ambientais causados por resíduos, principalmente cianídricos que, apesar da sua facilidade de controle do processo, uniformidade e ductibilidade do depósito, possuem manejo de alto risco.

Essa substituição, porém, requerem instalações mais sofisticadas e são muito mais sensíveis a contaminações metálicas, e utilizam uma série de aditivos, aumentando significativamente os custos de montagem e manutenção, como afirma SILVA *et al* (2006).

Em linhas gerais, as vantagens e desvantagens são descritas (SEBRAE-MG, 2005):

Vantagens:

- Excelente penetração e uniformidade de camada;
- Não apresenta problemas de corrosão branca em áreas de solda;
- Reduz sensivelmente o custo do tratamento de efluentes;
- Controle químico da solução relativamente fácil;
- Equipamento simples;
- Menor custo de montagem, quando comparado aos processos convencionais cianídricos.

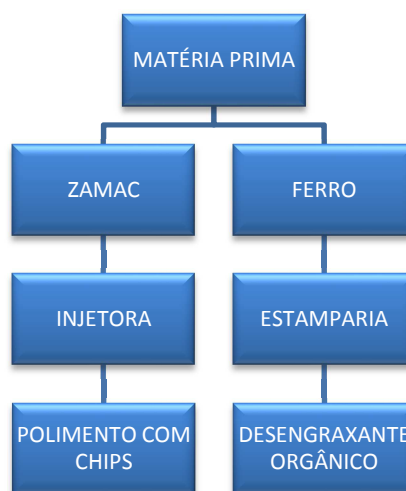
Desvantagens:

- Dificuldade em zincar ferro fundido e aços temperados;
- Não se pode usar polissulfetos para remoção de contaminações metálicas;
- Baixa tolerância para impurezas metálicas;
- Camadas espessas com menor ductibilidade;
- Processo mais sensíveis a variações de operação, com possibilidades de formação de bolhas e falta de brilho na baixa densidade de corrente;
- Necessita utilização de óxido de zinco e soda cáustica com maior grau de pureza.

6 SEQUÊNCIA OPERACIONAL

Levando em consideração o metal base, seja aço ou zamac (sendo este o mais utilizado), somente as etapas de preparação da matéria-prima são diferentes para a zincagem do material. Na figura 5, o fluxograma demonstra a ordem de processamento em função do metal base a ser revestido, elaborado e adaptado a partir de estudo feito por PATRÍCIO, (2007):

Figura 5 - Ordem de processamento do metal base.



Fonte: PATRÍCIO, 2007

Com as peças no setor de zincagem, a ordem é seguida com as etapas de pré-tratamento, revestimento e passivação. Segundo NOGUEIRA E PASQUALETTO (2008), esta sequência é responsável por:

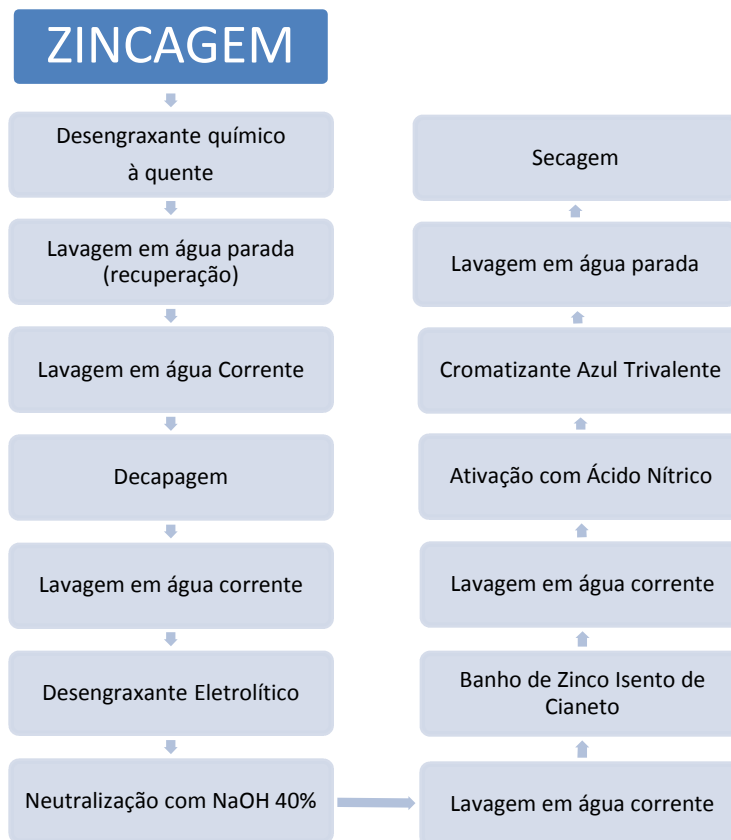
- O pré-tratamento – Etapa responsável por retirar as imperfeições e materiais aderidos da superfície das peças. Podendo ser realizada através do processo mecânico (jateamento, esmerilhamento, polimento, processo manual) e pelo processo químico (desengraxamento, decapagem, neutralização);
- O revestimento - Segunda etapa do processo galvânico e refere-se à deposição eletrolítica. Este processo se dá pela aderência do metal que se desprende do ânodo atravessando o banho, a qual se chama eletrólito, pela ação da eletricidade;

- Passivação azul brilhante – Também denominado cromatização, e disponível em outras cores, como verde oliva, amarelo e preto. Tem por finalidade dar um acabamento à peça e proteger ainda mais. É muito utilizado para fabricação de peças com utilização em fins decorativos.

Após esta etapa, algumas peças podem ou não obter outra camada de selante. Com isso as peças são encaminhadas para secar.

Abastecendo a máquina, a peça será conduzida seguindo cada tanque, conforme a sequência operacional adequada, demonstrada na figura 6:

Figura 6 - Sequência operacional do processo de eletrodeposição de Zinco.

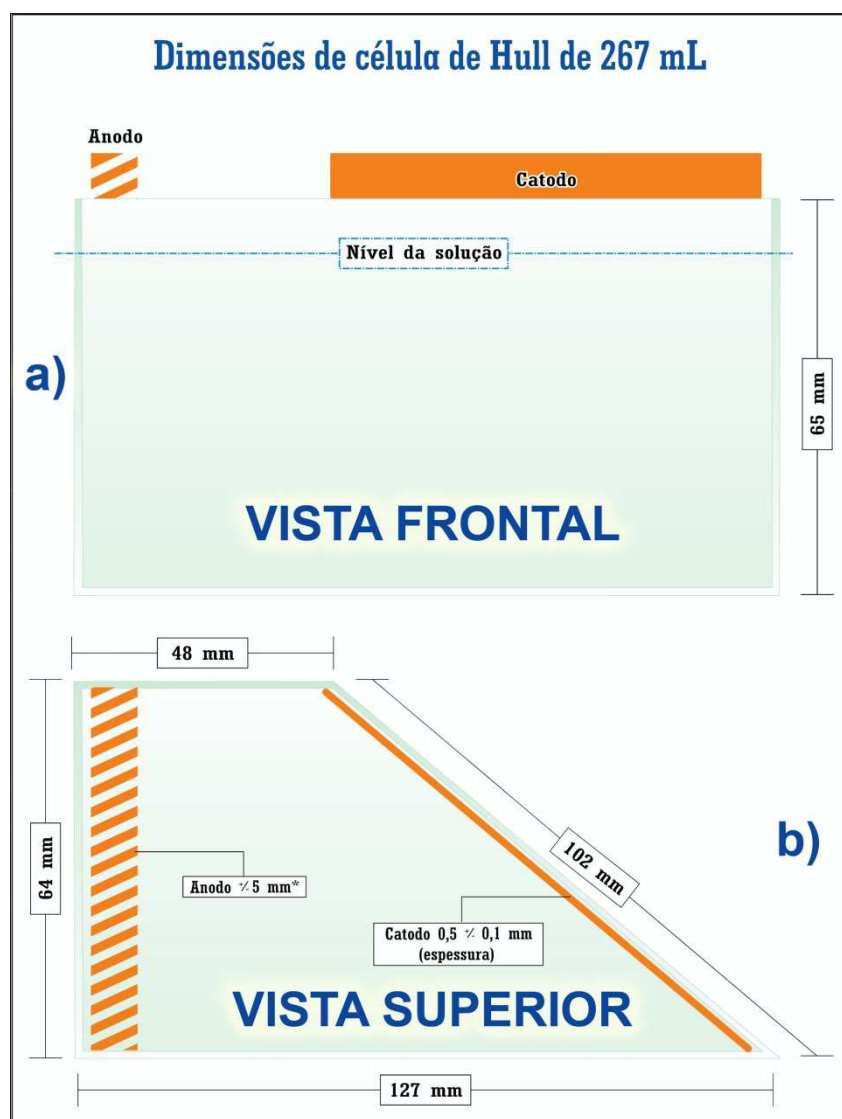


Fonte: Própria, 2014

7 TESTE DE CÉLULA DE HULL

O controle prático do banho de Zinco alcalino isento de cianetos é uma unidade em miniatura de revestimento eletrolítico, projetada para produzir depósitos catódicos que registram a eletrodeposição em todas as densidades de corrente (baixa, média e alta densidade) (SILLOS, 2009). A figura 7 apresenta as dimensões padrões de uma célula de Hull de 267 mL, utilizada no ensaio laboratorial do banho galvânico de Zinco com: a) vista frontal e b) vista superior.

Figura 7 - Dimensões padrões para ensaio de célula de Hull de 267mL. a) Vista Frontal. b) Vista superior.



Fonte: SILLOS, 2009 (ADAPTADO)

Estes testes, mesmo feitos em pequenas amostras, determinam a causa exata e/ou correções para um problema específico, a exemplo de controle de níveis de agentes de adição e impurezas. Condições operacionais: painéis de aço, anodo

de ferro, banhos parados: 2 A, banhos rotativos: 1 A, tempo de deposição: para 1 A - 10 minutos e para 2 A - 5 minutos. (SILLOS, 2009). O Quadro 1 possibilita a análise, a partir da visualização do painel de célula de Hull, dos possíveis agravantes do banho de Zinco Alcalino sem Cianeto, comparando com a concentração dos componentes (Zinco metálico, Soda cáustica e abrillantadores).

Quadro 1 - Comparativo visual a partir da célula de Hull para banho de Zinco alcalino sem cianeto.

Condição do banho	Aparência do painel
Composição ideal	Superfície brilhante e uniforme.
Alto teor de zinco	Alta eficiência e brilho na alta densidade de corrente e consequente queda na eficiência, dispersão e brilho na baixa densidade de corrente.
Baixo teor de zinco	Oposto das condições observadas com alto metal, a baixa densidade de corrente é mais brilhante; a alta densidade de corrente do painel apresenta uma queda na eficiência e brilho.
Baixo teor de soda cáustica	Polarização anódica excessiva (não confundir com a descoloração normal característica do anodo de zinco neste tipo de processo). Maior voltagem é necessária para se obter a amperagem no teste inicialmente e durante os 5 minutos do tempo de deposição. Vários ajustes serão necessários para manter a corrente e eficiência do banho deficiente.
Alto teor de soda cáustica	Não detectável por um pequeno período de teste em célula de Hull. O banho de produção mostrará o aumento incomum do metal.
Agentes abrillantadores	Melhor controlado por observação das partes produtivas. Seguir a recomendação do boletim. Baixos abrillantadores são geralmente evidenciados por um depósito fosco na totalidade e com queima na alta densidade de corrente. Altos teores de abrillantadores são observados com um depósito brilhante total, algumas vezes acompanhados por descascamentos do depósito. Um painel de 3 A, sem queima, na alta densidade de corrente, pode ser uma outra indicação do excesso de abrillantador.

Fonte: (SILLOS, 2009)

8 ENSAIOS DE CORROSÃO.

Após o controle químico e prático (célula de Hull), convêm-se caracterizar a agressividade de um determinado meio corrosivo e fornecer fundamentos para o controle da corrosão (GENTIL, 1996).

8.1 ENSAIOS DE LABORATÓRIO – NÉVOA SALINA.

A utilidade dos ensaios laboratoriais são estudar o mecanismo do processo corrosivo; indicar o material metálico mais adequado para determinado meio corrosivo; e determinar o efeito do processo de fabricação, das impurezas ou elementos de liga, do tratamento térmico e mecânico e do estado da superfície sobre o comportamento do material metálico em determinado meio corrosivo. (GENTIL, 1996).

O ensaio de névoa salina, denominado *Salt Spray*, é realizado a fim de obter informações quanto à resistência à corrosão de metais revestidos quando exposto a uma câmara de testes, com ambiente corrosivo controlado. Os corpos são submetidos à corrosão acelerada, em uma câmara fechada, onde é pulverizada uma névoa de solução de NaCl (Cloreto de Sódio) 5%, com temperatura controlada de $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e pH em torno de 7. As amostras devem ser suportadas ou suspensas entre num ângulo de 15 e 30° em relação a vertical e de preferência, paralelas à direção principal do fluxo de névoa da câmara. (FERREIRA, 2011 *apud* ASTM B 117). A figura 8 ilustra o teste de Salt Spray (Névoa Salina) em peças suportadas nas hastes do equipamento.

Figura 8 - Câmara de *Salt Spray* com objetos suportados.



Fonte: GREAT PERMORMANCE, 2010

8.2 AVALIAÇÃO.

A verificação consiste em avaliar o processo corrosivo, dentre eles (GENTIL, 1996):

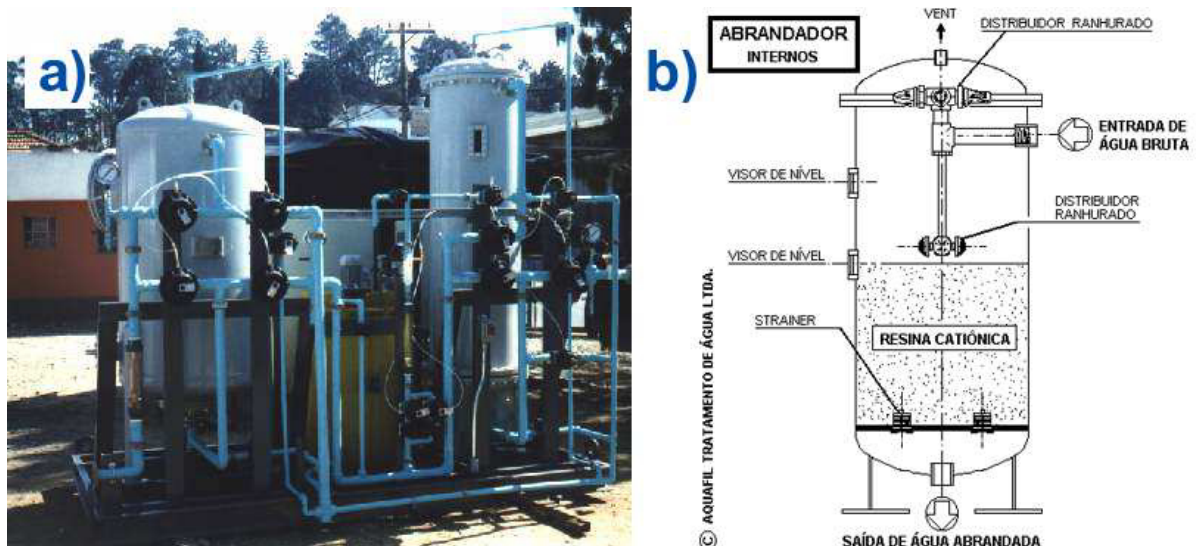
- Observação visual – Verificar, no caso de ataque, se o mesmo foi uniforme ou localizado com formação de pites;
- Observação ao microscópio – varre o ataque intergranular, espessura de camada de revestimento;
- Modificação nas propriedades físicas – ductibilidade, resistência a impacto.

Logicamente nenhum teste dá uma resposta clara se a peça irá ou não, quando galvanizada, com uma certa camada, resistir a corrosão em qualquer atmosfera. Isto pode ser apreciado por uma série infinita de números diferentes de atmosferas corrosivas, cujas camadas podem ser expostas e essas mesmas atmosferas podem afetar uma camada diferente de muitos modos. Entretanto, seria impossível projetar um teste que satisfaça todas as condições e todas as variedades de corrosão média, especialmente no campo de testes acelerados. (SPINELLI, 2000).

9 TRATAMENTO DE EFLUENTES

A resina trocadora de íons é um exemplo de tratamento de efluentes e reuso de águas na indústria galvânica. O consumo de água tem um custo significativo e por isso, destaca-se a reciclagem das águas de enxágues além da recuperação de soluções de decapagem e no tratamento de efluentes residuais através da troca iônica (MELO, 2011). O abrandador da figura 9 representa: a) foto real do equipamento de troca iônica e b) esquema interno do abrandador, indicando os locais de entrada e saída de água.

Figura 9 – a) Abrandador por troca iônica. b) Esquema interno do abrandador.



Fonte: AQUAFIL, 2004 (ADAPTADO)

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como foi observado, o controle operacional, da escolha do metal base até o produto acabado está atrelada a uma série de etapas das quais requer a atenção de um responsável químico, por se tratar de produtos fortemente ácidos e alcalinos, além do rigor nos quais as peças metálicas se encaixam nas normativas preestabelecidas nacionalmente.

O revestimento a partir do Zinco alcalino isento de cianetos mostra-se eficiente por apresentar um controle químico, podendo ser utilizado o método da titulação, e operacional mais fácil em comparação ao Zinco ácido, apresentando-se uma alternativa viável e de mais fácil realização para o tratamento dos efluentes através da troca iônica.

REFERÊNCIAS

- AQUAFIL. PÁGINA INSTITUCIONAL. Sítio eletrônico:
<http://www.aquafil.com.br/abranda.htm>. Acessado em: 22/03/2014, às 19:40h.
- ASTM B 117 – 09 STANDARD PRACTICE FOR OPERATING SALT SPRAY (FOG) APPARATUS. Sítio Eletrônico:
<https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/003/astm.b117.1973.pdf>. Acesso em: 21/01/2014, às 20:57h.
- BACCAN, N.; Andrade, J. C.; GODINHO, O. E. S. e BARONE, J. S.; QUÍMICA ANALÍTICA QUANTITATIVA ELEMENTAR. 2ª Edição revista e ampliada. Editora Edgard Blücher e Editora da Unicamp, Campinas, 1992.
- BRASIL. Decreto Nº 87.877, de 07 de Abril de 1981. Exercício da Profissão de Químico. Legislação Federal. Sítio eletrônico: <http://www.cfq.org.br/d85877.htm>. Acessado em: 15/02/2012, às 14:43h.
- BRASIL. Lei 2.800/56, de 18 de Julho de 1956. Exercício da Profissão de Químico. Legislação Federal. Sítio eletrônico:
<http://www.jusbrasil.com.br/legislacao/103555/lei-2800-56>. Acessado em: 15/02/2012, às 14:30h.
- BROWN, T.L.; LEMAY, H.E. e BURSTEN, B.E. QUÍMICA: A CIÊNCIA CENTRAL. Trad. H. Macedo. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2005.
- CARVALHO, E. G.; PORTUGAL, N. S.; DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS EM ZAMAC: UMA PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DO DIAGRAMA SISTEMÁTICO PARA DEFINIÇÃO DE AÇÕES PREVENTIVAS. XIII SIMPEP – Bauru-SP: 2006.
- CASTELLAN, G.; FUNDAMENTOS DE FÍSICO-QUÍMICA; Tradução de Cristina Maria Pereira dos Santos e Roberto de Barros Faria. Livros Técnicos e Científicos S. A.; São Paulo, 1986.
- FERREIRA, J. Z.; ESTUDO DO REVESTIMENTO NANOCERÂMICO À BASE DE ZR NO AÇO ZINCADO POR ELETRODEPOSIÇÃO. Porto Alegre - RS: 2011. Sítio Eletrônico: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/31406/000782880.pdf>. Acesso em: 21/02/2014, às 20:25h.
- GENTIL, V., Corrosão, 3ª Edição, Rio de Janeiro, LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1996.
- GIL, Antônio Carlos. MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA SOCIAL. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- GREAT PERFORMANCE. PÁGINA INSTITUCIONAL. Sítio eletrônico:
http://www.great-performance.com.hk/ckfinder/userfiles/images/fty/Quality%20Control%20Dept/IMG_4498a1%20Salt%20Spray%20testing.jpg. Acessado em: 19/03/2014, às 22:20h.
- MELO, D. R. A.; TRATAMENTO DE EFLUENTES GALVANOPLÁSTICOS COM

TROCA IÔNICA, ORIUNDO DO PROCESSO DE ZINCAGEM. Trabalho de Conclusão de Curso. Campina Grande-PB, 2011.

METAL BARCAS. PÁGINA INSTITUCIONAL. Sítio eletrônico: <http://www.metalbarcas.com/admin/imgprod/1244191521zamac.jpg>. Acessado em: 22/03/2014, às 20:00h.

NOGUEIRA, L. S.; PASQUALETTO, A.; PLANO DE PREVENÇÃO DE RISCOS AMBIENTAIS (PGRA) PARA EMPRESAS DE GALVANOPLASTIA. GOIÂNIA: 2008. Sítio Eletrônico: <http://www.ucg.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/PLANO%20DE%20PREVEN%C3%87%C3%83O%20DE%20RISCOS%20AMBIENTAIS%20PARA%20EMPRESAS%20DE%20GALVANOPLASTIA.pdf>. Acesso em: 29/02/2012, às 23:31h.

PATRÍCIO, A.C.L.; TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES METÁLICAS ATRAVÉS DO BANHO ZINCO ÁCIDO DESENVOLVIDO NA INDÚSTRIA METALÚRGICA SILVANA. Campina Grande, 2007.

PORTOGAL. PÁGINA INSTITUCIONAL. Sítio eletrônico: <http://www.portogalvanizacao.com.br/galvanizacao-galvanoplastia/imagens/4.jpg>. Acessado em: 19/03/2014, às 21:50h.

PRODULIGAS. PÁGINA INSTITUCIONAL. Sítio eletrônico: <http://produligas.com.br/zamac/wp-content/uploads/2013/02/anodo-de-zinco1.png>. Acessado em: 22/03/2014, às 20:10h.

RUSSOMANO, Vitor Henrique. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO. São Paulo: Ed. Pioneira, 1979.

SEBRAE-MG. PÁGINA INSTITUCIONAL. PONTO DE PARTIDA PARA INÍCIO DE NEGÓCIO: GALVANOPLASTIA - 2005. Sítio Eletrônico: www.sebraemg.com.br. Acesso em: 29/02/2012, às 21:16h.

SENAI. SOLDAGEM POR ELETRODOS REVESTIDOS NÍVEL I. Aracaju: SENAI-SE, 2008.

SILVA, G. P.; FREIRE, N. S.; MATOS, D. E.; CORREIA, A. N; LIMA NETO, P.; ESTUDO ELETROQUÍMICO DE UM NOVO BANHO GALVÂNICO DE ZINCO ALCALINO LIVRE DE CIANETOS. Quim. Nova, Vol. 29, No. 1, 15-19. Fortaleza, 2006.

SPINELLI, D. J. C.; TESTES DE CORROSÃO. Sítio Eletrônico: http://www.surtec.com.br/at/surtec_testes_corrosao.pdf. Acesso em: 21/01/2014, às 21:47h.

SURTEC. PÁGINA INSTITUCIONAL. CONCEITO TOTAL – ZINCAGEM ALCALINA SEM CIANETO. Sítio eletrônico: http://www.surtec.com.br/at/surtec_4x.pdf. Acessado em: 27/02/2012, às 23:15h.