

## PROCESSO DE ELETRÓLISE EM BANHOS GALVÂNICOS

Daniely de Lucena Silva (1); Patrícia Silva Cruz (1); Tatiany Liberal Dias Chaves (2);  
Leandro Gomes Viana (3); Fernando Fernandes Vieira (4)

*Universidade Estadual da Paraíba-UEPB<sup>1</sup>* [danyquimicg@gmail.com](mailto:danyquimicg@gmail.com)

**RESUMO:** Tendo em vista a importância do processo de galvanostegia e seu significativo crescimento nos últimos tempos, enfatiza-se a produção dos cilindros para o processo de rotogravura e o controle dos banhos galvânicos, de modo que os banhos são o ponto chave, e de grande importância para a confecção dos cilindros. No presente trabalho são citados os banhos galvânicos de Níquel, Cobre e Cromo utilizados na indústria e a característica de cada um deles, mostrando como ocorre o processo de eletrodeposição e a importância dos revestimentos dos cilindros com a finalidade de proteger contra a oxidação, aumentando a resistência e seu diâmetro. Parâmetros como concentração, temperatura e densidade de corrente são parâmetros importantes para se analisar, pois é uma das maneiras de obter um produto de boa qualidade e que não irá causar defeitos no processo de impressão. Objetivando-se principalmente em demonstrar a importância da galvanostegia na produção de embalagens e na indústria de impressão, e indispensavelmente, fazer-se o controle de algumas condições, como por exemplo, as concentrações dos metais nos banhos galvânicos. E, conclui-se que: É indispensável o controle diário das concentrações dos banhos galvânicos; Os conceitos sobre eletroquímica são intrínsecos ao processo de galvanostegia; A ordem de recobrimentos dos cilindros enumera-se da seguinte forma: primeiro, a camada de níquel, na sequência, a camada de cobre e, por último, aplica-se a capa de cromo.

**PALAVRAS-CHAVE:** processos galvanoplásticos, eletroquímica, rotogravura, banhos galvânicos.

### INTRODUÇÃO

A galvanostegia é um processo químico que consiste na aplicação, mediante deposição eletrolítica, de revestimentos metálicos aderentes, para modificar as propriedades ou as dimensões da superfície de um metal. Ela pode melhorar o aspecto, a dureza ou a resistência à corrosão e à formação de manchas superficiais. Pode ser também empregada para aumentar as dimensões de objetos gastos pelo uso (BUZZONI, 1991). Costuma-se distinguir os revestimentos galvânicos em protetores e decorativos, mas a distinção não é muito clara.

Nos processos de galvanostegia o objeto a ser tratado é imerso em uma solução que contenha o metal a ser depositado, sob a forma de íons, sejam simples ou complexos. O objeto é então ligado eletricamente ao pólo negativo de um gerador a corrente contínua, enquanto o pólo positivo é ligado a lingotes do metal que se deve depositar, esses também imersos no mesmo banho eletrolítico. Com a passagem de corrente contínua, o metal que constitui os ânodos oxida-se, passa para solução e é depositado no cátodo, isto é, sobre o objeto a ser revestido. Em condições de funcionamento ideais, o peso do metal que passa em solução para os ânodos é igual a aquele que se deposita no cátodo e a composição média do

eletrólito permanece constante. Estas condições, porém, nunca são alcançadas completamente e a composição do banho durante o funcionamento muda continuamente e deve ser controlada em intervalos regulares e reconduzida à condição inicial.

Os componentes de um banho de galvanostegia compreendem um composto solúvel do metal que deve ser depositado, junto com outras substâncias adicionadas, para aumentar a condutividade elétrica, o poder de cobertura ou qualquer outra propriedade. Outros aditivos, juntados em concentrações inferiores, chamados abrillantadores, são empregados para obter depósitos lisos ou brilhantes. Os banhos eletrolíticos ácidos são, em geral, mais baratos e pedem manutenção inferior, enquanto os alcalinos têm maior poder de cobertura e fornecem depósitos melhores. Uma das características mais importantes de um banho de galvanostegia é o poder de cobertura, que consiste na capacidade da solução de produzir revestimentos de espessura uniforme, também sobre superfícies amplas, que apresentam zonas vizinhas ao ânodo e outra afastada deste. O poder de cobertura de um metal depende da velocidade de troca da polarização catódica em função da densidade de corrente, também está relacionada à condutividade elétrica do banho e por último depende do rendimento catódico em função da densidade de corrente.

O peso do metal depositado é função da quantidade de eletricidade que flui no circuito; a espessura do depósito depende da densidade da corrente e da duração da deposição; a uniformidade do revestimento depende, ao invés, da forma do artigo, da sua distância dos ânodos e do poder de cobertura do banho. Provavelmente, de todos esses parâmetros que podem influenciar as características do depósito, o mais importante é a densidade de corrente, sendo esta mantida constante durante a eletrólise, por meio de circuitos amperostáticos, bastante complicados. A diferença de potencial a ser aplicada não é um parâmetro de importância fundamental, o importante é que se chegue à desejada densidade de corrente e que se possam evitar os processos de descarga de elementos estranhos.

Os revestimentos galvânicos, uma vez obtidos, são submetidos a uma série de controles, para individualizar-lhes as características. A espessura é controlada mediante a pesagem e com aparelhos elétricos ou com observações óticas diretas. Um dos métodos mais práticos consiste em apoiar sobre a superfície revestida um ímã permanente e medir a força necessária para destacar o ímã da superfície, pois quanto mais espesso é o depósito, menos é a atração entre o ímã e o ferro. Nestes controles procuram-se determinar as zonas de espessura mínima: este dado é mais importante que a espessura média. Importantíssimo é, também, o controle de adesão do estrato depositado, pois é necessário que o revestimento metálico esteja bem aderido para evitar que descasque, e que, descobrindo vastas zonas da peça, possa

aumentar a corrosão. Com aparelhos especiais é possível determinar exatamente a dureza dos depósitos galvânicos, usando-se as convencionais unidades de medidas.

Esse trabalho tem como objetivo observar e demonstrar a importância do processo de galvanostegia na produção de embalagens ou na indústria de impressão, e não somente o processo, mas também o controle das condições que são indispensáveis para a eficiência do processo.

## **METODOLOGIA**

### **Processo de Galvanização**

#### ***Deposição da Camada de Níquel***

O revestimento de Níquel é um processo químico onde na auto-redução depositam-se ligas de Níquel com até 12% em peso de fósforo. O processo não utiliza corrente elétrica, portanto a camada depositada é uniforme mesmo nas regiões mais complexas. Após a deposição da camada de Níquel somente em casos especiais utiliza-se a usinagem para corrigir a medida acabada.

O cilindro de ferro é transportado para uma banheira com solução eletrolítica constituída por sulfato de níquel, cloreto de níquel e ácido bórico, onde é calculada a amperagem de acordo com a área e o diâmetro e o diâmetro do cilindro, ficando o mesmo 50% imerso na solução, a uma temperatura de 40°C, para que possa ser formada uma película de níquel durante 30 minutos.

#### ***Deposição da Camada de Cobre Sobre a de Níquel***

Terminado o desengraxe da camada de níquel, o cilindro é conduzido para uma banheira com solução constituída por sulfato de cobre e ácido sulfúrico, para a fabricação da camada de cobre. São fornecido à máquina, o diâmetro, o comprimento do cilindro e a espessura da camada desejada onde, através desses dados, a máquina calcula a densidade de corrente, a amperagem e o tempo necessário para fabricação da camada desejada.

#### ***Polimento***

Tem a finalidade de deixar a superfície do cilindro pronta para receber a gravação. Esta operação é executada com lixas ou rebolos.

#### ***Gravação dos Cilindros***

O cilindro é levado ao setor de gravação, que já dispõe de todos os dados a serem gravados (nome do produto, razão social, validade do produto, desenhos, etc.) Para uma boa

gravação, o cilindro deve ter balanceamento perfeito e a superfície do cobre não deve conter nenhuma impureza.

### ***Deposição da Camada de Cromo***

Logo após a gravação dos cilindros, o cilindro passa por tratamento químico para dar limpeza ao próprio, e em seguida o cilindro é levado ao banho de cobre, onde, é imerso no banho pela metade onde fica a uma temperatura de 50 graus por um tempo de 21 minutos.

### ***Processo Final de Produção***

Após o processo de cromação, o cilindro é lavado com jatos de água para retirada de impurezas que logo após é levado a um novo polimento onde ele vai receber o acabamento final.

### ***Galvanostegia***

Galvanostegia é o processo de revestir eletroliticamente um objeto com uma fina camada de metal para proteger contra as oxidações, aumentando-se ao mesmo tempo a resistência, ou simplesmente para fins decorativos. Todavia se o revestimento for de metal mais nobre que o metal básico, somente se obterá com esse revestimento a preservação do metal básico contra influências atmosféricas.

### ***Composição do Banho de Níquel***

A composição básica utilizada para eletrodeposição de níquel na rotogravura é a seguinte: Sulfato de níquel: 230 a 250 g/L; Cloreto de níquel: 30 a 40 g/L e Ácido bórico: 20 a 35 g/L. A solução de níquel é bastante estável, mantendo as concentrações de seus constituintes por vários dias sem a necessidade de correções.

### ***Composição do Banho de Cobre***

A composição básica utilizada do cobre em rotogravura é a seguinte: Sulfato de cobre: 210 a 240 g/L e Ácido sulfúrico: 60 a 70 g/L. É necessária a reposição do eletrodo de cobre que é consumido no processo de deposição.

### ***Composição do Banho de Cromo***

No banho de cromo a composição mais utilizada é a seguinte: Ácido crômico: 230 a 250 g/L; Ácido sulfúrico: 2,3 a 2,5 g/L e Cromo trivalente: 4 a 6 g/L. A concentração de ácido crômico deve ser mantida constante. Qualquer variação maior na concentração provoca inevitavelmente problema nos cilindros.

## Análise Química dos Banhos Galvanostégicos

### *Banho de níquel*

#### **Determinação do sulfato de níquel**

Determinar a concentração de sulfato de níquel, através da volumetria de complexação expressando o resultado em g/L.

#### **Procedimento**

Pipetar 10 mL do banho de níquel e diluir em um balão volumétrico de 100 mL. Desta solução pipeta-se 10 mL e dilui-se para um balão volumétrico de 50 mL. Transfere-se a solução para um erlenmeyer de 250 mL, adiciona-se uma pitada de cloreto de amônio e 15 mL de hidróxido de amônio, obtendo-se uma coloração violeta. Adiciona-se uma pitada de murexida e depois titular com EDTA 0,1 M, até a mudança da coloração de castanho-claro para violeta intenso.

#### **Cálculo:**

$$\text{mL gastos na titulação} * 26,35 = \text{g/l de sulfato de níquel}$$

#### **Determinação do cloreto de níquel**

Determinar o teor de cloreto de níquel, através da volumetria de precipitação expressando o resultado em g/L.

#### **Procedimento**

Pipetar 10 mL do banho de níquel e diluir em um balão volumétrico de 50 mL. Transfere-se a solução para um erlenmeyer de 250 mL e acrescenta 3 mL de cromato de potássio a 10 %. Titula-se com nitrato de prata até a solução mudar a coloração de verde-nilo para vermelho-tijolo.

#### **Cálculo:**

$$\text{mL gastos na titulação} * 1,17 = \text{g/l de cloreto de níquel}$$

#### **Determinação do ácido bórico**

Determinar o teor de ácido bórico, através da volumetria de neutralização expressando o resultado em g/L.

#### **Procedimento**

Pipetar 1 mL do banho de níquel e diluir em um balão volumétrico de 100 mL. Transfere-se a solução para um erlenmeyer de 250 mL, acrescentando-se 2 g de citrato de sódio, 15 mL de glicerina e uma pitada de fenolftaleína. Titula-se com hidróxido de sódio 0,1 N, até o aparecimento de uma coloração violeta-claro.

#### **Cálculo:**

$$\text{mL gastos na titulação} * 6.184 = \text{g/l de ácido bórico}$$

### ***Banho de cobre***

#### **Determinação do sulfato de cobre**

Determinar o teor de sulfato de cobre, através da volumetria de complexação expressando o resultado em g/L.

#### **Procedimento**

Pipetar 1 mL do banho de cobre e diluir em um balão volumétrico de 50 mL. Transfere-se a solução para um erlenmeyer de 250 mL, acrescentando-se 1 mL de hidróxido de amônio, obtendo-se uma coloração azul escuro. Adiciona-se uma pitada de murexida e depois titular com EDTA 0,1 M, até a mudança da coloração de marrom-amarelado para violeta intenso.

#### **Cálculo:**

$$\text{mL gastos na titulação} * 24,96 = \text{g/l de sulfato de cobre}$$

#### **Determinação do ácido sulfúrico**

Determinar o teor de ácido sulfúrico, através da volumetria de neutralização expressando o resultado em g/L.

#### **Procedimento**

Pipetar 10 mL do banho de cobre e diluir em um balão volumétrico de 100 mL. Transfere-se a solução para um erlenmeyer 250 mL e acrescenta 2 gotas de alaranjado de metila.

Titula-se com hidróxido de sódio 1 N, até a solução mudar a coloração de lilás para verde-claro.

#### **Cálculo:**

$$\text{mL gastos na titulação} * 4,9 = \text{g/l de ácido sulfúrico}$$

#### **Determinação da densidade pelo método Baumé**

#### **Procedimento**

Colocam-se 250 mL do banho de cobre em uma proveta de 300 mL. Em seguida, coloca-se o aerômetro de Baumé na proveta, e quando o aerômetro estiver em equilíbrio, mede-se a graduação Baumé. Depois com o auxílio da tabela Eco Graph para teste do eletrólito de cobre, obtém-se o valor, em gramas por litro, equivalente ao valor da graduação Baumé.

### ***Banho de cromo***

#### **Determinação do Ácido Crômico**



Determinar o teor de ácido crômico, através da volumetria de oxido-redução expressando o resultado em g/L.

### **Procedimento**

Pipeta-se 10 mL do banho de cromo e diluir em um balão volumétrico de 250 mL. Desta solução, pipeta-se 5 mL e transfere-se para um erlenmeyer de 250 mL, acrescentando-se 20 mL de ácido clorídrico a 50% e 20 mL de iodeto de potássio a 10%.

Titula-se com tiosulfato de sódio 0,1 N, até a solução mudar a cor de castanho-claro para amarelo-claro. Acrescentar 5 mL de amido a 1 % e dá-se continuidade a titulação até haver a mudança de coloração da substância de preto para verde-claro.

### **Cálculos:**

mL gastos na titulação \* 16.67 \* fator de correção = g/l de ácido crômico

### **Determinação do cromo trivalente**

Determinar o teor de cromo trivalente, através da volumetria de oxido-redução expressando o resultado em g/L.

### **Procedimento**

Pipetar 5 mL do banho de cromo e diluir em um balão volumétrico de 250 mL. Desta solução, pipeta-se 10 mL e transfere-se para um erlenmeyer de 250 mL, acrescentando-se 100 mL de água destilada e 0,5 g de peróxido de sódio, colocar-se para ferver por 30 minutos. Deixar a solução esfriar e adicionar 2g de bifureto de amônia, 20 mL de ácido sulfúrico a 10% e 2g de iodeto de potássio.

Titula-se com tiosulfato de sódio 0,1 N, até a solução mudar a cor de castanho-claro para amarelo-claro. Acrescenta-se 1 mL de amido a 1 % e dá-se continuidade a titulação até haver a mudança de coloração da substância de preto para verde-claro.

### **Cálculo:**

mL gastos na titulação - mL gastos na titulação do ácido crômico\*12.66 = g/l de cromo trivalente

## **Métodos de Correção dos Banhos galvanostégicos**

### ***Correção do Banho de Cobre***

Retirada do banho (diluição): se faz quando a quantidade de sulfato de cobre está acima de 240g/l de sulfato de cobre.

$$Q.R. = (C.A. - 230) \times V.B. / C.A.$$

Onde:

Q.R. = quantidade a retirar

C.A. = concentração achada

230 = média da concentração desejada

V.B. = volume do banho

Adição de ácido sulfúrico: ao se retirar quantidade de banho, também está se retirando ácido, abaixando assim sua concentração, logo se faz necessário fazer uma reposição.

$$V_{\text{ác}} = (65 - CE) \times 1400/1000/1,84$$

Onde:

V<sub>ác</sub> = volume do ácido a ser adicionado

CE = concentração encontrada

### ***Correção do Banho de Cromo***

Adição do ácido crômico: se faz quando a quantidade de ácido crômico está fora dos padrões.

Adição do ácido crômico (X)

$$X = (C.D. - C.A.) \times V.B. / 1000$$

Onde:

C.D. = concentração desejada

C.A. = concentração achada

V.B. = volume do banho

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Atingiu-se o objetivo deste trabalho, de modo que, todos os conceitos da devida área de conhecimento foram postos em prática, além de que, adquiriu-se muitos outros conceitos com o dia-a-dia referente a diversas outras áreas, como por exemplo: gestão de qualidade, segurança industrial e gestão ambiental.

Apesar do processo de confecção de cilindro para rotogravura ser um processo bastante dispendioso, o capital investido inicialmente para a implantação do processo da galvanostegia torna-se satisfatório ao decorrer do tempo. Uma vez que se torna mais viável e acessível confeccionar os cilindros em vez de comprá-los.

Contudo sabendo-se da importância da eletrodeposição dos metais pesados níquel, cobre e cromo faz-se necessário o controle diário das concentrações dos banhos, pois, se as concentrações ficarem fora dos padrões desejados, podem ser ocasionados defeitos na confecção dos cilindros e com isso todo o processo de impressão seria perdido.



Quanto ao processo químico, podemos observar toda a beleza da eletroquímica, no qual percebemos o fenômeno da eletrodeposição do níquel, cobre, cromo sobre um cilindro de ferro.

O níquel tem a importância de dar durabilidade e suporte ao cilindro para receber a camada de cobre. O cobre por sua vez tem a finalidade de receber a gravação para a impressão, pois sua superfície é mole e é facilmente gravada. O cromo tem a finalidade de evitar o desgaste do cilindro, ou seja, de sua gravação.

A partir desse trabalho, foi possível ver como é o dia-a-dia em uma Indústria, a forma de se trabalhar, além de ter agregado uma gama de conhecimentos sobre produtos químicos e sobre todo o processo produtivo de embalagens flexíveis e de impressão por meio de rotogravura.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ARMANDO, C.. Enciclopédia Tecnológica. Brasil: Editora Planetarium Ltda., 1976.

BUZZONI, H. A.. Galvanoplastia. 2. ed. São Paulo: Editora Ícone, 1991.

CARVALHO, G. C.. Química Moderna. São Paulo: Editora Scipione S.A., 1997.

CASTELLAN, G. W.. Fundamentos de Físico-Química. Rio de Janeiro: LTC, 1996.

CRAIG, James. Produção Gráfica: Impressão: Rotogravura. São Paulo: Nobel, 1987, p. 84-85.

FELTRE, Ricardo. Fundamentos da Química. 3. ed. São Paulo: Editora Moderna, 2001.

MEDEIROS, M. A.. Eletroquímica, 2001. Disponível em <[www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)>. Acesso em 28 de Junho de 2012.

NETO, M. C.. Produção Gráfica: Matrizes de impressão: Rotogravura. São Paulo: Global Editora, 1997, p.141-148.