

## **VI-077 - USO DA TÉCNICA DA GALVANOPLASTIA NA PRODUÇÃO DE EMBALAGENS FLEXÍVEIS – MELHORIAS NA QUALIDADE DO PRODUTO E GERAÇÃO DE EFLUENTES PERIGOSOS**

**Abílio José Procópio Queiroz<sup>(1)</sup>**

Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba – UEPB. Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Campina Grande – UFCG.

**Igor Souza Ogata**

Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba – UEPB. Graduando em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. Técnico em Eletroeletrônica pelo SENAI – Prof. Stênio Lopes.

**Pablo Luiz Fernandes Guimarães**

Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba – UEPB. Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Campina Grande – UFCG.

**Edson Cássio de Araújo Gomes**

Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba – UEPB.

**Cayo Farias Pereira**

Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba – UEPB.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Rio de Janeiro, 77 – Liberdade – Campina Grande - Paraíba - CEP: 58414-080 - Brasil - Tel: +55 (83) 8730-3655 - e-mail: [abiliojpq@hotmail.com](mailto:abiliojpq@hotmail.com).

### **RESUMO**

Foi estudada a utilização da técnica da galvanoplastia no beneficiamento de embalagens flexíveis, expondo de forma simplificada o processo e abordando os impactos positivos e negativos mais evidentes em termos econômicos e ambientais. Quando realizado o banho galvânico e agregada a superfície metálica à embalagem, o produto ganha em características que garantem maior tempo de vida, maior poder de conservação dos produtos que por este venha a ser envolvido e valor econômico elevado em relação aos concorrentes no mercado. Mas essa técnica de beneficiamento não possui apenas vantagens, pois são gerados efluentes perigosos, com alta carga de metais pesados, que necessitam de tratamento para que sejam atendidas as concentrações exigidas pelas legislações e possam ser lançados nos corpos receptores sem riscos de danos ao meio ambiente e à saúde pública. Existem várias técnicas e combinações de técnicas de tratamento que possibilitam a remoção dos metais pesados e algumas fazem essa de forma eficiente, possibilitando o reuso tanto da água, como dos metais retirados. Ao fim do trabalho, concluiu-se que, entre as técnicas observadas, a precipitação química e a utilização de biossorventes são as mais indicadas para tratar o efluente gerado nos banhos galvânicos, por trabalharem com eficiência no tratamento e pela melhor relação entre custo e benefício.

**PALAVRAS-CHAVE:** Avaliação de Impacto Ambiental, Galvanoplastia, Embalagens flexíveis, Recuperação de Metais pesados.

### **INTRODUÇÃO**

Temos embalagens flexíveis como envoltórios de espessura muito baixa (medido em micras), que tem formato dependente da forma física do produto que nele será acondicionado. Servem para armazenar produtos que necessitem de alta proteção como alimentos, medicamentos, produtos de limpeza, entre outros. Essas podem ser de plástico, de papel, metalizadas, mistas ou de algum outro material flexível, e são consideradas não laváveis, pois não utilizam água como veículo de pulverização de seu conteúdo.

A possibilidade de combinação de diferentes tipos de materiais para obtenção de propriedades balanceadas, que atendam a requisitos econômicos, ambientais e de conservação na comercialização de produtos, é uma das grandes vantagens competitivas das embalagens flexíveis (SOUZA, ALMEIDA, SANTOS, p.2, 2009).

Também denominada de eletrodeposição ou banhos galvânicos, a galvanoplastia entra como a etapa de tratamento de superfícies na produção dessas embalagens, pois com a adição da superfície metálica, essas

passam a ter maior proteção, maior condutividade, maior facilidade de soldagem, melhor aparência, menor atrito, maior resistência a choque físicos e temperatura, entre outras características modificadas.

O processo da galvanoplastia é caracterizado pela adição de íons metálicos – de metais pesados, em geral – na superfície da embalagem, metálica ou não, imersa no líquido, nos chamados banhos galvânicos. Os metais comumente utilizados em embalagens flexíveis são: cobre, cromo, níquel e prata. Esses metais não são, em sua totalidade, agregados ao produto ou a embalagem, assim deixando certa quantidade sair com o efluente gerado no processo.

A Galvanoplastia possui como entradas do seu processo as seguintes matérias-primas: chapas, eixos e tubos de aço; ácidos; sulfato; água destilada; água comum; cilindros no cobre, no cromo, no ferro e no níquel. Essas matérias-primas dão origem aos seguintes produtos: cilindros de cobre, de cromo, de ferro e de níquel (SOUZA, ALMEIDA, SANTOS, p.9, 2009).

Os metais pesados são elementos químicos que tem elevado peso molecular e possuem as características de serem bioacumulativos e altamente reativos, sendo capazes de causarem sérias complicações ao organismo humano pela sua toxicidade. Os problemas por esses causados não são exclusivamente no homem, pois são elementos químicos capazes de alterar negativamente a vida de outros sistemas e seres.

De uma forma em geral, os efluentes gerados em operações de galvanoplastia consistem nos descartes periódicos dos diversos banhos concentrados exauridos (desengraxantes, decapantes, fosfatizantes, cromatizantes, banhos de eletrodeposição, etc.) e nas águas menos contaminadas, provenientes das etapas de lavagem posterior às operações nos banhos concentrados (PONTE, p.5, 2010).

O objetivo do trabalho é descrever o processo da galvanoplastia de forma sucinta, fazer a avaliação dos benefícios da galvanoplastia sobre a qualidade das embalagens flexíveis, que são produzidas utilizando essa técnica em seu processo produtivo, e avaliar, também, os problemas que podem ser causados ao meio ambiente pelo efluente gerado nesse processo, apontando os possíveis tratamentos para remoção das substâncias contaminantes que tem como resultado uma água com possibilidade de reuso na própria indústria ou de ser lançada em corpos receptores sem danos a esses, bem como a recuperação dos metais para posterior aproveitamento no mesmo processo.

## **METODOLOGIA**

O trabalho foi desenvolvido com base em conhecimentos sobre galvanoplastia, obtidos em visita realizada a uma indústria que trabalha com o processo, e sobre as características que os metais pesados podem conferir em um meio, juntamente a revisões bibliográficas em textos que tratam do tema proposto nesse.

Inicialmente, foi avaliado o beneficiamento dos produtos que utilizam da galvanoplastia em seu processo produtivo. Em seguida, o processo físico-químico que resulta na deposição dos metais sobre a superfície da embalagem, detalhando as reações ocorridas entre os elementos químicos, e o efluente gerado nos banhos galvânicos, observando o seu potencial poluidor.

Assim, foi estudada a parte ambiental do trabalho, onde foram colocados os possíveis tratamentos que garantem ao efluente tratado reuso na indústria ou lançamento nos corpos sem causar degradação, como exigem objetos legais, e a recuperação dos metais para possível reaproveitamento na galvanoplastia.

## **BENEFICIAMENTO DE EMBALAGENS FLEXÍVEIS**

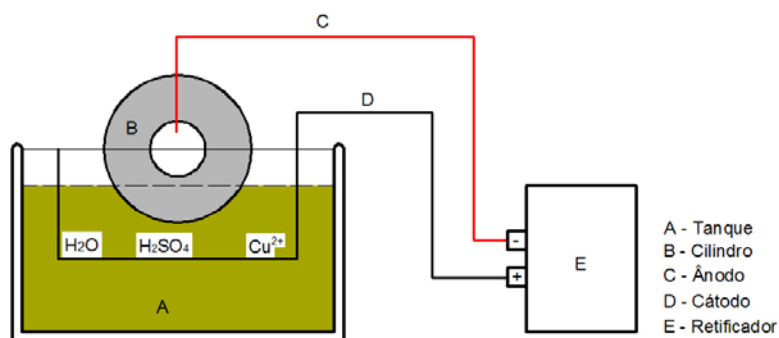
Para atendimento da necessidade do uso de embalagens flexíveis, faz-se o uso do processo da galvanoplastia nas embalagens flexíveis. Na figura 1 é mostrado o fluxograma simplificado com as etapas da galvanoplastia.



**Figura 1: Fluxograma simplificado com etapas da galvanoplastia.**

Dependendo do produto final que se objetiva, a galvanoplastia pode ser precedida da preparação de artes, onde são criadas e acabadas as imagens que serão gravadas nos cilindros para reprodução nas embalagens.

O processo físico-químico é aplicado nas embalagens com um sistema de rotogravura, onde essas passam pelo cilindro imerso no líquido em que se encontram os íons a serem depositados na superfície. A figura 2 esquematiza o processo.



**Figura 2: Esquema simplificado do processo de galvanoplastia nas embalagens pelo sistema de rotogravura.**

O tanque armazena a solução eletrolítica, contendo água, ácido sulfúrico e o íon a ser agregado a peça. A utilização de ácido sulfúrico pode ser justificada por esse ser capaz de remover impurezas do cilindro, que poderiam vir a ser agregadas a embalagem que por este passar, bem como pela melhoria na condutividade, que é parâmetro extremamente importante na efetividade do processo do banho galvânico.

O cilindro metálico, carregado negativamente pelo ânodo, após receber a gravação da arte, é parcialmente mergulhado no tanque para que atraia os íons metálicos, ganhando, no caso da figura 2, a caracterização de cilindro de cobre. Em seguida, é bobinada a peça de embalagens, para agregação da superfície metálica e da arte a serem aplicadas nessas, garantindo as características benéficas já citadas.

A função do retificador é realizar a conversão da corrente contínua em alternada, para dele saírem as ligações do cátodo (que possui carga positiva) e do ânodo (que possui carga negativa).

O processo é realizado de forma direta e em alta velocidade. Este tem como produto uma embalagem de alta qualidade, similares às mostradas na figura 3, por exemplo, e como subprodutos efluentes perigosos e resíduos sólidos tóxicos, pois há presença de metais pesados nesses.

As embalagens flexíveis com superfícies metálicas tem elevado valor comercial em relação às simples.



Figura 3: Embalagens flexíveis galvanizadas.

### EFLUENTE GERADO NO PROCESSO E TÉCNICAS DE TRATAMENTO

O efluente com metais pesados é um importante poluidor do meio ambiente. Esse tem potencial de degradação sobre o solo e os corpos hídricos receptores, atingindo os seres desse ecossistema, além dos demais seres que venham a se beneficiar dessas águas contaminadas, inclusive os humanos, que podem ser contaminados de forma direta (com o uso da água) ou indireta (com o consumo de alimentos que estejam contaminados pela água), pois os metais pesados são capazes de sofrerem biomagnificação – processo em que a concentração vai aumentando ao longo da cadeia – e bioacumulação – absorção e retenção pelos seres.

Verificou-se nas literaturas que, para remoção de metais pesados de efluentes gerados nos banhos galvânicos, existem várias técnicas efetivas das diversas naturezas (físico-química e biológica), quando se objetiva apenas a remoção desses para que o efluente final alcance concentrações dentro dos níveis permissíveis para lançamento em corpos receptores.

A precipitação química é uma técnica muito utilizada para remoção de metais pesados, sendo essa feita com a adição de alcalinizantes – substâncias que elevam o pH – ao efluente, em geral esses são hidróxidos, sulfetos ou carbonatos, de forma que vão agir no estabelecimento de condições que favoreçam a formação de compostos insolúveis com os íons, assim possibilitando a remoção por posteriores tratamentos mais simples. Uma restrição para utilização dessa técnica é a impossibilidade de remoção dos metais quando esses se encontram já na forma de quelatos, ou seja, quando esses estão ligados por inúmeras ligações covalentes a uma estrutura heterocíclica de compostos orgânicos.

Segundo PONTE (p. 68, 2010), em vários trabalhos publicados, específicos ao tratamento de efluentes de galvanoplastia, encontram-se valores de solubilidade mínima, e pH correspondente para diversos metais e as formas em que são precipitados.

Ainda para tratamento desse tipo de efluente, temos métodos entre os métodos utilizados: carvão ativado, que possui alta efetividade; zeólitas, pela sua elevada eficiência de adsorção; oxirredução – reação em que ocorre uma perda de elétrons de um átomo ou íon para outro – facilitando a reação dos íons metálicos com algum agente para formação de algum composto insolúvel; biossorção, com a ação de microrganismos removendo os metais em solução; biossorventes, onde se faz adsorção dos compostos e biomassa; membranas filtrantes, por exemplo, osmose inversa, que remove eficientemente e necessita de bombeamento (gasto de energia) para forçar a passagem do líquido pelas membranas; entre outros.

Os biossorventes tem, também, alta eficiência na adsorção desses poluentes, tratando o efluente de forma adequada, onde os metais pesados são adsorvidos nos biossorventes e podem ser recuperados para reutilização para o fim que a indústria propõe. Como os metais ficam adsorvidos no biossorventes, a recuperação desses exige a utilização de alguma técnica para separação desses como, por exemplo, a dessorção. Essa técnica tem inúmeras vantagens, além da possibilidade de recuperar os metais, como uma das que podem chamar atenção dos empresários: baixo custo, por ser natural (de tecidos animais e vegetais, por exemplo) e de fontes renováveis.

Segundo a Resolução CONAMA n.º 357 de 17 de março de 2005, para atender a qualidade requerida para uso mais restrito como o consumo humano, pela tabela que trata das águas doces de classe 1 (que necessita de desinfecção e tratamento simplificado), a água deve ter as seguintes concentrações máximas interessantes ao estudo: Cobre dissolvido 0,009 mg/L Cu; Cromo total 0,05 mg/L Cr; Níquel total 0,025 mg/L Ni; e Prata total 0,01 mg/L Ag.

Assim, espera-se do tratamento que for utilizado, atender as exigências colocadas pela resolução, bem como possibilitar o reuso da água e dos metais, após o tratamento, no processo industrial.

## CONCLUSÕES

A galvanoplastia é um processo que garante uma excelente qualidade as embalagens flexíveis, dando-lhes características que garantem uma utilização mais ampla em um mercado consumidor tão exigente quanto o atual, proporcionando, assim, benefícios econômicos para os empresários do setor e para os produtos nelas armazenados. Contrariando a qualidade que essa garante, a geração de efluentes perigosos, assim exigindo algum tipo de tratamento para deixá-lo apto a ser lançado em corpos ou reutilizado em processos industriais.

Portanto, coloca-se a precipitação química e a utilização de biossorventes como as mais adequadas técnicas para tratamento de efluentes da galvanoplastia, por serem capazes de remover os metais pesados com eficiência, dando ao efluente final características que permitem seu reuso e permitindo o reaproveitamento dos metais que estavam na água, reduzindo os impactos ambientais e os custos com água da rede de abastecimento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SOUZA, Primênia Shuyanne dos Santos; ALMEIDA, Paoline Levy Pereira; SANTOS, Suênya Freire do Monte. **Gestão Ambiental: um Estudo sobre o Gerenciamento dos Resíduos Sólidos de uma Indústria de Embalagens Flexíveis em Campina Grande – Pb.** 2009. Disponível em: <[http://www.aedb.br/seget/artigos09/257\\_Gestao\\_Ambiental.pdf](http://www.aedb.br/seget/artigos09/257_Gestao_Ambiental.pdf)>. Acesso em: 19 de outubro de 2010.
2. PONTE, Haroldo de Araújo. **Tratamento de Efluentes Líquidos de Galvanoplastia.** Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Departamento de Engenharia Química. Disponível em: <<http://www.gea.ufpr.br/arquivos/lea/material/Tratamento%20de%20Efluentes.pdf>>. Acesso em: 19 de outubro de 2010.
3. MOREIRA, Danna Rodrigues. **Desenvolvimento de Adsorventes Naturais para Tratamento de Efluentes de Galvanoplastia.** Dissertação para a obtenção do título de mestre em Engenharia e Tecnologia de Materiais. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: 2009. Disponível em: <[http://tede.pucrs.br/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=2848](http://tede.pucrs.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=2848)>. Acesso em: 19 de outubro de 2010.
4. CONAMA. **Resolução CONAMA 357 de 17 de março de 2005.** Resoluções CONAMA. Resoluções vigentes publicadas entre julho de 1984 e novembro de 2008. 2ª edição. Brasília: 2008.
5. JUNIOR, Ruben Bresaola; CARRARA, Silvia Marta Castelo de Moura. **REUSO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS GERADAS EM PROCESSOS DE GALVANOPLASTIA.** Campinas: 2000. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/aresidua/i-099.pdf>>. Acesso em: 20 de dezembro de 2010.
6. PACHECO, Carlos Eduardo Medeiros et al.. **Compilação de técnicas de prevenção à poluição para a indústria de galvanoplastia: projeto piloto de prevenção à poluição em indústrias de bijuterias no município de Limeira.** 4ª ed. São Paulo: CETESB, 2002. 37 p. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsiaia/fulltext/compilacao.pdf>>. Acesso em: 21 de dezembro de 2010.
7. HILARIO, Larissa S. et al. **REMOÇÃO DE ALGUNS METAIS PESADOS DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DESCARTES DE LABORATÓRIOS QUÍMICOS.** Natal: 2007. Disponível em: <[www.annq.org/congresso2007/trabalhos\\_apresentados/T3.pdf](http://www.annq.org/congresso2007/trabalhos_apresentados/T3.pdf)>. Acesso em: 22 de dezembro de 2010.