

MÉTODOS E PROCESSOS QUÍMICOS AMBIENTALMENTE MAIS LIMPOS EM GALVÂNICAS – REVISÃO DE LITERATURA

FUKUI, Vivian Saory; GOUVEIA, Jorge Luiz Nobre

vfukui@gmail.com

Centro de Pós-Graduação Oswaldo Cruz

Resumo: A prática do desenvolvimento sustentável exige que as empresas avaliem os seus conceitos, a adequação dos produtos e dos processos produtivos com o intuito de reduzir os impactos ambientais e sociais. Grandes empresas com atividade de alto impacto ambiental estão submetidas a um maior controle de fiscalização. A atividade de galvanoplastia é considerada crítica ambientalmente e as indústrias desse ramo fazem parte do grupo tradicionalmente responsável pela grande produção de resíduos perigosos, geração de efluentes, desperdício de matérias-primas, água e energia, o que justifica a obrigatoriedade da criação de novas alternativas para reverter este quadro a fim de diminuir os impactos ambientais. Diante dessas considerações, essa pesquisa objetiva revisar na literatura alguns dos principais métodos e processos químicos ambientalmente mais limpos em galvânicas, além de apresentar casos de sucesso de galvânicas que implantaram instrumentos de gestão. Dar-se-á ênfase na substituição de materiais de alta toxicidade e poluentes por outros menos agressivos ao meio ambiente. Como resultados, são apontadas as ações mais indicadas para produção mais limpa, contribuindo para o controle dos impactos ambientais associados a melhor qualidade do processo produtivo.

Palavras-Chave: Galvanoplastia, Processos, Resíduos, Impactos Ambientais, Produção Mais Limpa

Abstract: The practice of sustainable development requires that companies assess their concepts, the appropriateness of products and production processes in order to reduce environmental and social impacts. Large companies with high environmental impactivity are subject to greater supervisory control. The activity of electroplating is considered critical environmentally and this industries are part of the group traditionally responsible for large production of hazardous waste, effluent generation, waste of raw materials, water and energy, which justifies the requirement of creating new alternatives to reverse this situation in order to reduce environmental impacts. With these considerations, this research aims to review the literature some of the main methods and environmentally cleaner chemical processes in galvanic, besides discuss success stories of galvanics that implemented management tools. It will emphasize to the replacement of toxic pollutants and for other less harmful to the environment. As a result, it presents the most appropriate actions for cleaner production, contributing to the control of environment impacts associated with better quality of the production process.

Keywords: Electroplating, Processes, Waste, Environmental Impacts, Cleaner Production

INTRODUÇÃO

A Produção Mais Limpa é uma estratégia ambiental que busca otimizar a produção de tal forma a estimular os objetivos do desenvolvimento sustentável. Essa técnica incorpora mudanças no processo produtivo através do uso de matérias-primas de fontes renováveis, geração mínima de resíduos e emissões prejudiciais ao meio ambiente (CASTRO; OLIVEIRA, 2009, p. 1-2).

A prática do desenvolvimento sustentável exige que as empresas avaliem os seus conceitos, a adequação dos produtos e processos produtivos com o intuito de reduzir os impactos ambientais e sociais. O investimento na sustentabilidade ambiental engloba aspectos de tecnologias limpas, reciclagem e uso de produtos ecologicamente corretos, impactos gerenciados, conformidade legal e preservação do meio ambiente (HEINZ, 2011, p. 64-65).

As estratégias ambientais podem estar focadas nos processos e/ou nos produtos e o que geralmente ocorre é o primeiro foco das estratégias estar direcionado ao processo. Para este processo ser considerado equilibrado ambientalmente a empresa deverá estar mais próxima dos seguintes objetivos: poluição zero, não produção de resíduo, baixo consumo de energia, eficiente uso de recursos, nenhum risco para os trabalhadores. Quanto aos produtos deverão ser obtidos por uso de matérias-primas renováveis ou recicláveis, com baixo consumo de energia e que não prejudiquem o meio ambiente (TOCCHETTO, 2004, p. 35).

As indústrias do ramo galvanico são consideradas altamente impactantes devido à toxicidade das matérias-primas e dos resíduos gerados. Empresas com atividade de alto impacto ambiental estão submetidas a maior controle exigidos por órgãos ambientais, acionistas ou mesmo as comunidades de entorno (TOCCHETTO, 2004, p. 2).

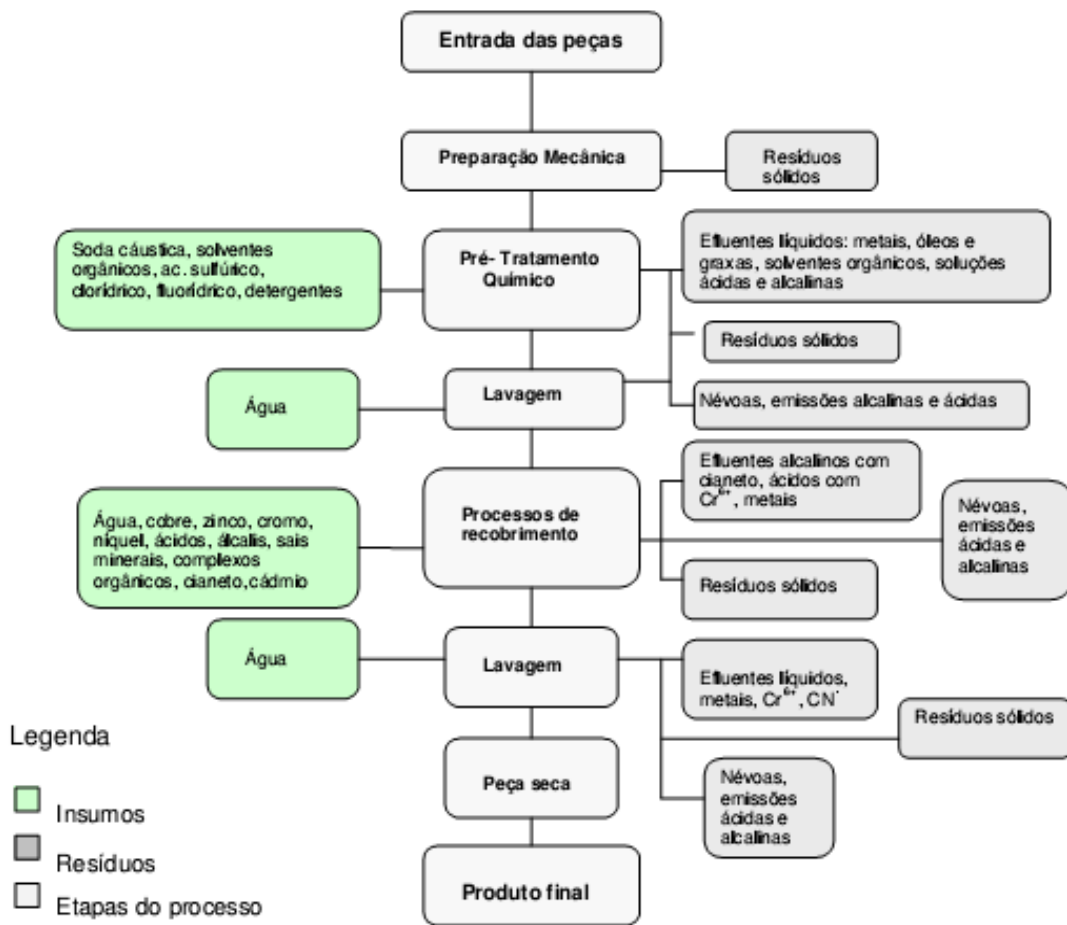
A galvanoplastia é um ramo da indústria metalúrgica que consiste em tratar superfícies metálicas ou plásticas através de processos químicos ou eletrolíticos e pelo fato de se utilizar uma grande quantidade de produtos químicos pode causar riscos à saúde humana (NOGUEIRA, 2008, p. 1).

Nas indústrias que operam com banhos de galvanoplastia são encontrados diversos produtos químicos que podem estar na forma de sais como os cianetos, na forma de líquidos, soluções ou até mesmo de névoas ou vapores. Os efeitos nocivos à saúde dos trabalhadores dependem de fatores como a toxicidade do produto, tempo de exposição, via de penetração da substância no organismo (SOBRINHO et al., 1996, p. 19).

As etapas do processo produtivo de uma galvanica consistem basicamente do pré-tratamento, tratamento e pós-tratamento. O pré-tratamento corresponde à etapa de preparação da superfície a ser tratada por meio mecânico e/ou químico. É na etapa do tratamento que ocorre a deposição e no pós-tratamento as peças passam por processos de lavagem, secagem, embalagem, pintura, estoque e expedição (SESI, 2007, p. 24-25).

Na figura 1 verifica-se o processo composto das diversas etapas desde a preparação das peças até o recobrimento metálico (INTEC, 2000 apud TOCCHETTO, 2004, p. 6).

Figura 1: Fluxograma Genérico do Processo Galvânico



Fonte: Adaptação de INTEC, 2000

O processo galvânico consiste em revestir a superfície de um objeto, oferecendo-lhe maior proteção contra a corrosão, maior durabilidade e beleza. Com as solicitações mais rigorosas à legislação de segurança e saúde no trabalho, aos quesitos de qualidade e de leis ambientais faz com as empresas do ramo invistam no aprimoramento de seus processos produtivos (SESI, 2007, p. 23).

“Como sabemos, o tratamento de efluentes industriais, geralmente é composto de várias etapas, o que acarreta em um elevado custo para a empresa e ainda assim dificilmente consegue-se atingir índices ideais de tratamento” (CASAGRANDE, 2009, p. 2).

A melhoria das práticas operacionais visa à redução do arraste dos líquidos dos banhos e consumo de água, a melhoria da eficiência das lavagens, a reciclagem de insumos e a redução de uso de matérias-primas tóxicas. Dar-se-à ênfase no último item que consiste em substituir os materiais tóxicos e poluentes por outros menos agressivos ao meio ambiente. Porém para isso há de se verificar se os substituintes são práticos na sua aplicação e estão disponíveis no mercado, na qualidade do produto, se a substituição trará alterações nos custos, se isto estará solucionando um problema e criando outro (PACHECO, 2002, p. 8).

Diante desse contexto, o presente trabalho tem por finalidade verificar na literatura métodos e processos químicos ambientalmente mais limpos em indústrias galvânicas e

apresentar alguns casos de sucesso de galvanicas que implantaram instrumentos de gestão visando à minimização de recursos naturais e/ou a utilização de matérias-primas menos tóxicas.

DESENVOLVIMENTO

A Produção mais Limpa tem como objetivo causar o menor impacto possível sobre o meio ambiente, com produtos e processos, desde a obtenção de matéria-prima até o descarte, incluindo reciclagem, reuso de água, energia.

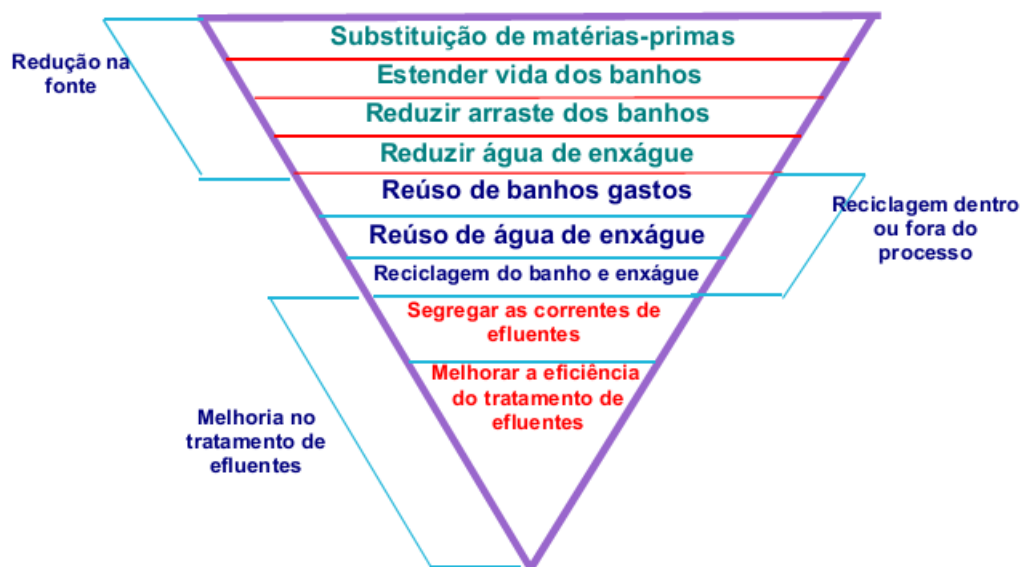
A diminuição de resíduos industriais pode acontecer antes ou depois da sua geração. Uma das maneiras é a implantação de técnicas de produção mais limpa, provocando alterações no processo produtivo, melhoria no sistema de captação e de acondicionamento de resíduos (NASCIMENTO, 2006, p. 96).

Uma das estratégias para minimização de resíduos é a redução na fonte através de modificações dentro do processo que envolve alterações de matérias primas, de tecnologia e mudanças de procedimento e práticas operacionais. Como alteração de matérias primas há o processo de substituição por materiais menos tóxicos e mais seguros (ROCCA et al.,1993, p. 25-28).

A fim de evitar a geração de efluentes, recuperar as matérias-primas e ao mesmo tempo garantir a qualidade final muitas indústrias galvanotécnicas tem desenvolvido sistemas com metodologias mais limpas tais como: aumento da vida útil dos banhos, reciclagem completa das matérias-primas, redução considerável do consumo de água, eliminação de substâncias tóxicas (ALFES, 2006, p. 140-141).

Na figura 2, as medidas estão em ordem de importância com relação à produção mais limpa. (SANTOS, 2005, p. 31)

Figura 2: Escala de medidas de Produção mais Limpa em galvanoplastias



Fonte: Santos, 2005

O mercado automobilístico tem exigido a eliminação de produtos prejudiciais à saúde e buscado alternativas de processos menos agressivos ao meio ambiente e ao ser humano (ZANINI, 2006, p. 96-97).

Os banhos dos processos de galvanoplastia apresentam elevadas concentrações de metais que contaminam as águas de lavagem ocasionando grandes volumes de efluentes líquidos a serem tratados. Desengraxantes, decapantes, ativados, banhos galvânicos e águas de lavagem são os principais processos geradores de efluentes líquidos (TOCCHETTO, 2004, p. 19).

Devido à preocupação com o meio ambiente houve mudanças significativas nos processos químicos como a não-utilização de cianetos dado ao seu alto nível de poluição e grau de toxicidade. Uma vantagem é o que o processo sem cianeto é comprovadamente mais barato, porém torna-se necessário um pré-tratamento adequado (PIERRI, 2006, p. 116-117).

A empresa Robert Bosch Ltda, fabricante de material elétrico para veículos, aparelhos e ferramentas, localizada em Campinas-SP, buscou adotar medidas para eliminação do cianeto dos processos de tratamento de superfície. Para isso foram desenvolvidos processos de cobre e zinco alcalino isentos de cianeto, as linhas produtivas foram submetidas e adaptadas aos novos processos e testes foram realizados para garantir resultados eficientes e com qualidade oferecidos pelos processos com cianeto. Embora tenha tido custos com a aquisição e manutenção de novos banhos, houve ganho na eliminação dos riscos ambientais e ocupacional (CETESB, 2010, Caso de sucesso 64).

Uma das maiores tendências é a substituição do cromo hexavalente pelo cromo trivalente no processo decorativo. Outra tendência de mercado é a utilização de processos isentos de cianeto. No setor protetivo é o processo de zinco-níquel e passivadores isentos de cobalto. As implantações dessas novas tendências possibilitam a redução de etapas de processos, custos e consumo de água (GONÇALVES, 2010, p. 52-58).

Os revestimentos de cromo podem ser utilizados para proporcionar uma aparência mais atraente, neste caso o processo é dito decorativo, e este revestimento é aplicado sobre a camada de níquel brilhante proveniente de base de aço, alumínio, ligas de cobre, etc. Quando os revestimentos de cromo são aplicados para aumentar a proteção, a resistência à corrosão, o processo é denominado de cromo duro ou funcional. Tradicionalmente utiliza-se cromo hexavalente, porém devido a sua alta toxicidade tem se utilizado substituintes menos tóxicas como alternativas. Processos com cromo trivalente produzem efeito semelhante ao cromo hexavalente, porém com maior custo e exigindo maior controle das condições de processo (TOCCHETTO, 2004, p. 15).

De modo a atender a política ambiental da empresa e às exigências de seus clientes a empresa metalúrgica TRW localizado em Limeira buscou uma alternativa de prevenção à poluição para o processo galvânico por meio da substituição do cromo hexavalente pelo trivalente, o qual apresenta uma toxicidade bastante reduzida. Como resultados houve alteração na tonalidade, que passou de amarela para preta ou de amarela para “clear”, eliminação do potencial cancerígeno dos vapores dos banhos e redução da toxicidade dos efluentes líquidos. Mesmo que a aquisição desse processo tenha sido um investimento alto foi um caso de sucesso para empresa tanto do ponto de vista ambiental quanto da saúde ocupacional (CETESB, 2004, Caso de Sucesso 32).

Alguns exemplos de substituição de matérias-primas em processos empregados na indústria de bijuterias são:

- Substituição do cianeto nos banhos de cobre: Uso de sulfato de cobre em meio ácido ao invés o cianeto de cobre em meio alcalino permite uma redução significativa nas emissões de cianeto, assegurando uma melhoria da saúde do trabalhador. Uma alternativa é usar o banho de cobre à base de pirofosfato de cobre, porém é pouco aplicado em virtude do seu alto custo de implantação e operação. Como vantagens apresentam menor toxicidade, menor geração de lodos e alta penetração (PACHECO, 2002, p. 36).

Visando a redução dos custos de tratamento e dos impactos ambientais a empresa Jóias Morozini Ltda, fabricante de bijuterias, localizado em Limeira encontrou uma alternativa para a situação através da redução do uso de cianeto de sódio no banho de desengraxante que é

uma substância de alto grau de toxicidade que pode causar problemas se lançada no meio ambiente. A empresa conseguiu economizar na compra de matéria-prima bem como eliminar a emissão de resíduos contendo cianeto no lodo ou no efluente tratado pela empresa (CETESB, Caso de Sucesso 42, 2007).

Há outras medidas de Produção mais Limpa em galvanoplastias que serão mencionadas, mas não serão discutidas em detalhes por não ser o objetivo deste estudo:

- Aumento da vida útil dos banhos: filtração do banho para eliminar impurezas e partículas não dissolvidas, filtração com carvão ativado para eliminar aditivos orgânicos degradados, eletrólise seletiva de banhos para eliminar metais contaminantes (SANTOS, 2005, p. 32-33).

- Redução das perdas por arraste que acarreta a maioria das perdas econômicas do processo de galvanoplastia através de medidas como: aumentar o tempo de escorrimento das ganchetas antes de passar para o enxágue, adicionar um tanque vazio depois dos banhos de processos, manter o escorrimento das ganchetas de forma inclinada em ângulos de 45 a 60 graus (SANTOS, 2005, p. 33-40).

A empresa Zetti Indústria e Comércio e Galvânica de Bijuterias EPP Ltda, prestadora de serviços em eletrodeposição de Metais Nobres em Limeira adotou uma alternativa para redução de arraste da substância dos tanques para a lavagem com objetivo de reduzir os custos de seus produtos. Através da inclinação a 45° das ganchetas, em uma haste colocada na borda do tanque, retornando o escoamento para o banho evitou a perda do mesmo e reduziu a geração de efluente para o sistema de tratamento (CETESB, 2007, Caso de Sucesso 36).

A água está presente em quase todas as etapas dos processos galvânicos o que torna desejável implantar um sistema de produção mais limpo, reutilizar água nos processos, além de reciclar matéria-prima e propriamente água (ARAÚJO; KATZ, 2009, p. 2).

A empresa Realen Folheados Indústria Comércio e Exportação Ltda, localizada em Limeira, trocou o seu processo de lavagem das peças chuveiros do tipo convencional que provocava grande consumo de água por um novo tipo de chuveiro com bocal menor e orifícios com diâmetros menores dotado de gatilho para acionamento que aperfeiçoou também o procedimento de enxágue. Com isso a empresa conseguiu reduzir os custos de processo, o consumo de água e efluentes a tratar (CETESB, 2007, Caso de Sucesso 40).

CONCLUSÃO

As empresas, em geral, estão percebendo a extrema importância da sustentabilidade e da preservação ambiental não apenas pelo fato de cumprir obrigações com órgãos ambientais, mas também por ser um fator de sobrevivência da organização e de competitividade (CASTRO; OLIVEIRA, 2009, p. 15).

Observa-se uma tendência internacional para as empresas buscarem substituintes de substâncias perigosas reduzindo a geração de efluentes líquidos, as emissões gasosas os e resíduos sólidos tóxicos (TOCCHETTO, 2004, p. 128).

Diante dessas considerações, foram apresentadas dentro da revisão de literatura alternativas e sugestões de medidas de Produção mais Limpa (P+L) que podem ser implantadas nas empresas do setor. A empresa garante processos mais eficientes com custos de produção mais baixos, melhora da competitividade, diminuição de riscos de acidentes de trabalho e conseqüentemente melhoria das condições de saúde e segurança do trabalhador.

Analisando os casos de sucesso apresentados durante o desenvolvimento nota-se que na maioria dos casos as empresas têm buscado alternativas para reduzir o consumo de produtos químicos, água, bem como reduzir os custos de processo e a geração de efluentes. Mesmo em alguns casos tendo apresentado altos custos de investimentos obteve-se ganhos econômicos bem como a eliminação e/ou a diminuição dos riscos ambientais e ocupacionais. As empresas

exemplificadas adotaram uma postura proativa em relação à legislação ambiental, às reduções de custos e à melhoria da qualidade de produtos e serviços.

Uma empresa ecologicamente correta é definida não apenas pelas características do processo, mas também pelos produtos que fabrica.

As ações mais indicadas correspondem àquelas ligadas diretamente ao processo e ao produto, pois através de substituições de produtos tóxicos e alterações de processos haverá uma menor geração de resíduos, além de um menor gasto em tratamento de efluentes industriais e impactos socioambientais.

REFERÊNCIAS

ALFES, H. *A História da galvanoplastia no Brasil*. 1. ed. São Paulo: Andreatto Comunicação & Cultura, 2006. p. 140-141. ISBN 978-85-60456-00-0.

ARAÚJO, P.; KATZ, J. *Descarte Zero de Efluentes Galvânicos – Uso do reator de eletrocoagulação-flotação de alta eficiência combinado com resinas de troca iônica para tratamento de efluente de galvanoplastia*. Inc: 2ND INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION, 2009, São Paulo: Maio 20-22, 2009. p.2.

CASAGRANDE, D. F. M. Mestrado em Qualidade Ambiental. *Minimização de impactos ambientais da indústria galvânica através do uso de soluções livres de cianeto*. Novo Hamburgo, 2009. p. 2.

CASTRO, A. C. F; OLIVEIRA, E. B. O desenvolvimento sustentável e as implicações da Produção Mais Limpa: um estudo de caso no setor moveleiro. 2009. p. 1-2.

CASTRO, A. C. F; OLIVEIRA, E. B. O desenvolvimento sustentável e as implicações da Produção Mais Limpa: um estudo de caso no setor moveleiro. 2009. p. 15.

CETESB. *Produção Mais Limpa, Caso de Sucesso nº 32 – Substituição de cromo hexavalente por cromo trivalente*. São Paulo, jul. 2004. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br/tecnologia-ambiental/producao-e-consumo-sustentavel/82-casos>>. Acesso em 22 set.2012.

CETESB. *Produção Mais Limpa, Caso de Sucesso nº 36 – Redução no consumo produtos químicos em banhos de eletrodeposição*. São Paulo, jan. 2007. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br/tecnologia-ambiental/producao-e-consumo-sustentavel/82-casos>>. Acesso em 22 set.2012.

CETESB. *Produção Mais Limpa, Caso de Sucesso nº 40 – Redução no consumo de água da rede pública em banhos galvânicos*. São Paulo, jan. 2007. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br/tecnologia-ambiental/producao-e-consumo-sustentavel/82-casos>>. Acesso em 22 set.2012.

CETESB. *Produção Mais Limpa, Caso de Sucesso nº 42 – Redução do uso de cianeto de sódio no banho desengraxante*. São Paulo, jan. 2007. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br/tecnologia-ambiental/producao-e-consumo-sustentavel/82-casos>>. Acesso em 22 set.2012.

CETESB. *Produção Mais Limpa (P+L) / Produção e Consumo Sustentáveis (PCS), Caso de Sucesso N° 64 – Eliminação do cianeto do processo de tratamento de superfície*. São Paulo, ago.2010. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br/tecnologia-ambiental/producao-e-consumo-sustentavel/82-casos>>. Acesso em 22set. 2012.

GONÇALVES, W. G. *Processos Galvânicos: Ecologia é a palavra de ordem. Produtos para galvanoplastia: Ótimas perspectivas para 2010*. Tratamento de Superfície, Associação Brasileira de Tratamentos de Superfície, n° 159, p. 52-58, Janeiro-Fevereiro, ano XXVIII, 2010.

HEINZ, G. *O desafio da sustentabilidade empresarial*. Tratamento de Superfície, Associação Brasileira de Tratamentos de Superfície, n° 167, p. 64-65, Maio-Junho, ano XXX, 2011.

NASCIMENTO, T. C. F. *Gerenciamento de Resíduos sólidos da indústria de galvanização*. Rio de Janeiro, 2006. p. 96.

NOGUEIRA, L. S. *Plano de prevenção de riscos ambientais (PGRA) para empresas de galvanoplastia*. Goiânia, 2008. p. 1.

PACHECO, C. E. M. *Manuais ambientais. 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*. 4. ed. São Paulo: CETESB, 2002. p. 8.

PACHECO, C. E. M. *Manuais ambientais. 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*. 4. ed. São Paulo: CETESB, 2002. p. 36.

PIERRI, C. B. *A História da galvanoplastia no Brasil*. 1. ed. São Paulo: Andreatto Comunicação & Cultura, 2006. p. 116-117. ISBN 978-85-60456-00-0.

SANTOS, M. S. et al. *Bijuterias (Série P+L)*. São Paulo: CETESB, 2005. p. 31-40.

ROCCA, A. C. C. et al. *Resíduos sólidos industriais*. 2 ed. São Paulo: CETESB, 1993. p. 25-28.

SESI. *Manual de segurança e saúde no trabalho Indústria Galvânica*. São Paulo: SESI, 2007. p. 23-25.

TOCCHETTO, M. R., L. *Implantação de Gestão Ambiental em grandes empresas com atividade galvânica no Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, 2004, p. 2.

TOCCHETTO, M. R., L. *Implantação de Gestão Ambiental em grandes empresas com atividade galvânica no Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, 2004, p. 6.

TOCCHETTO, M. R., L. *Implantação de Gestão Ambiental em grandes empresas com atividade galvânica no Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, 2004, p. 15 -35.

TOCCHETTO, M. R., L. *Implantação de Gestão Ambiental em grandes empresas com atividade galvânica no Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, 2004, p. 128.

SOBRINHO, F. V. et al. *Ventilação local exaustora em galvanoplastia*. São Paulo: FUNDACENTRO, 1996. p.19.

ZANINI, A. *A História da galvanoplastia no Brasil*. 1. ed. São Paulo: Andreatto Comunicação & Cultura, 2006. p. 96-97. ISBN 978-85-60456-00-0