

TE073 - ASPECTOS AMBIENTAIS DO GERENCIAMENTO DA ATIVIDADE GALVÂNICA – ESTUDO DE CASO

Marta Regina Lopes Tocchetto – Professora - Universidade Federal de Santa Maria – UFSM - Departamento de Química - CCNE

Lauro Charlet Pereira – Pesquisador - Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias – EMBRAPA CNPMA

André Lopes Tocchetto - Mestrando em Computação Aplicada - Universidade do Vale dos Sinos - UNISINOS

Resumo

O processo galvânico compõe-se de diversas etapas para a preparação das peças até o recobrimento metálico, as quais ocasionam impactos na água, no solo e no ar devido a presença de substâncias com elevada toxicidade. Os solventes clorados por este motivo estão tendo o uso reduzido ou sendo banidos. Os ácidos contaminados do processo de decapagem constituem-se outro problema significativo. O descarte de banhos esgotados e águas de lavagem também representa alta carga de poluentes, já que as soluções contêm, entre outros elementos tóxicos, cianeto e metais pesados como cádmio, cromo, níquel, cobre, etc. O gerenciamento de resíduos com cianeto, por exemplo, aumenta os custos ambientais das empresas, devido às exigências de tratamento e disposição. O cromo hexavalente usado nos revestimentos de cromo tem sido associado ao aparecimento de câncer em seres humanos após inalação prolongada, também é tóxico à vida aquática em concentrações relativamente baixas. A eliminação do uso de substâncias químicas perigosas reduz os riscos ambientais e ocupacionais. Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi definido: verificar o gerenciamento da atividade galvânica em uma empresa do Rio Grande do Sul. A metodologia adotada foi a investigativa, em estudo de caso, realizada a partir de visitas *in loco*, durante as quais foram feitas entrevistas. A empresa estudada localiza-se na região serrana do Estado. Os resultados apontaram haver: a) dificuldades em encontrar substituintes adequados aos processos e às exigências dos produtos; b) disposição para reduzir o uso de substâncias tóxicas, apesar da elevação de custos. O estudo de caso também possibilitou identificar que a implantação das estratégias ambientais foi motivada pelo cumprimento da legislação e para reduzir os custos de tratamento de resíduos e efluentes. Verificou-se que, mesmo não havendo uma preocupação com a prevenção, as medidas adotadas têm se refletido na melhoria da proteção ambiental.

Palavras Chaves: gerenciamento ambiental, redução de impactos e estratégias ambientais.

1. Introdução

A Figura 1 mostra o processo galvânico e os principais aspectos ambientais, os quais ocasionam impactos significativos no meio ambiente, devido a presença de metais pesados, principalmente. A presença de gorduras, graxas e pós metálicos nas peças destinadas ao revestimento, favorecem à formação de manchas e reduz a aderência da camada de recobrimento metálico. A maior parte destas impurezas provém das etapas de lixamento, corte, furação e polimento das chapas. Por este motivo são encaminhadas ao desengraxe e a decapagem antes de serem recobertas. O desengraxe eletrolítico é o mais simples, mais rápido, mais eficiente e menos impactante para o meio ambiente.

Os solventes clorados são eficientes agentes desengraxantes. No passado, eram considerados seguros por não serem inflamáveis. Devido à alta toxicidade e aos impactos ambientais causados, estão tendo o uso reduzido ou sendo banidos (TURI, 2002; EPA, 2002). Em junho de 2001, o tricloroetileno, um dos mais usados solventes clorados, teve seu risco reclassificado pela União Européia de 3 para 2, categoria carcinogênico (HSE, 2004). A reclassificação teve como objetivo levar as empresas à eliminação do uso. Caso não seja possível a substituição, a recomendação é que o processo seja enclausurado, a fim de evitar a emissão dos vapores tóxicos para o ambiente de trabalho (IPPC, 2004).

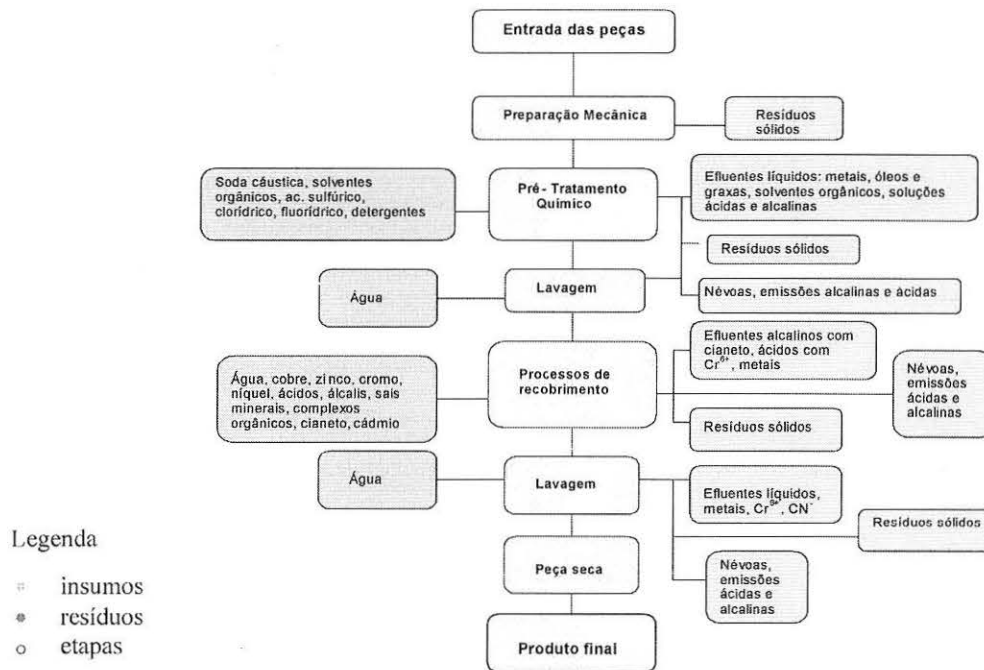


Figura 1. Fluxograma Genérico do Processo Galvânico
Fonte: Adaptação (INTEC, 2001).

Os ácidos contaminados do processo de decapagem constituem-se outro problema significativo. Desta forma, o desenvolvimento de decapantes tolerantes a altas concentrações de ferro é uma inovação para o processo de limpeza e uma alternativa para reduzir o encaminhamento de grandes volumes de efluente ao tratamento (BSTSA, 2004). Alternativas limpas têm surgido, com o objetivo de reduzir os impactos ambientais, ocasionados pelas tecnologias convencionais. O descarte de banhos esgotados e águas de lavagem também representa alta carga de poluentes, já que as soluções contêm, entre outros elementos tóxicos, cianeto e metais pesados como cádmio, cromo, níquel, cobre, etc. Cianetos de sódio e potássio estão presentes em diversos banhos de eletrodeposição, como os de cobre, zinco, cádmio, prata, ouro e também de latão, bronze e ligas de cobre-estanho-zinco.

O processo de tratamento físico-químico dos efluentes destrói os cianetos por oxidação. Porém, alguns dos complexos de cianetos são resistentes aos métodos de oxidação tradicional, permanecendo no efluente tratado, ou se incorporando aos resíduos sólidos. O gerenciamento de resíduos com cianeto aumenta os custos ambientais das empresas,

devido às exigências de tratamento e disposição (Tocchetto, 2004). Os procedimentos e as condições de operação de banhos de cobre sem cianeto são similares aos banhos alcalinos com cianeto, assim os equipamentos podem ser utilizados em ambos os casos. Soluções alcalinas de cobre não cianetadas eliminam cianeto do efluente líquido e do lodo gerado. Banhos de cobre alcalino sem cianeto contêm $\frac{1}{2}$ a $\frac{1}{4}$ a menos de cobre, em relação aos processos tradicionais. O tratamento de águas de lavagens de banhos alcalinos sem cianeto gera uma menor quantidade de lodo.

Os revestimentos de cromo são amplamente utilizados para aumentar a proteção e/ou proporcionar uma aparência mais atraente, a determinados produtos. Se a meta principal é a aparência, é dito processo decorativo. O revestimento é quase sempre aplicado sobre níquel brilhante, cuja base comumente é aço, alumínio, plástico, ligas de cobre e zinco fundido. Tradicionalmente, os depósitos de cromo são obtidos a partir de eletrólitos, contendo cromo VI. Os depósitos obtidos conferem uma agradável aparência de cor esbranquiçada. O trióxido de cromo (CrO_3) é o principal componente das soluções, cuja concentração varia em torno de 25%. O cromo hexavalente tem sido associado ao aparecimento de câncer em seres humanos após inalação prolongada, também é tóxico à vida aquática em concentrações relativamente baixas.

O tratamento de águas com concentrações de Cr^{6+} é feito com soluções redutoras de bissulfito e dióxido de enxofre. Soluções de cromo hexavalente usam anodos de chumbo, os quais se decompõem ao longo do tempo, formando cromato de chumbo, que deve ser tratado e disposto como resíduo perigoso. Emissões fugitivas, efluentes líquidos e resíduos sólidos que causam graves impactos ao meio ambiente, são gerados pelo processo de revestimento de cromo. Os impactos podem ser minimizados pela substituição por processos mais limpos e adoção de medidas preventivas. Devido à proteção e às características obtidas com os revestimentos de cromo VI, há dificuldade para encontrar substituintes equivalentes. Processos com cromo trivalente têm sido alternativa, pois são considerados menos tóxicos. O efeito produzido é semelhante ao do cromo hexavalente, porém com maiores custos e exigências no controle das condições de processo.

Diretrizes recentes da União Européia, Diretriz 2002/95/EC, limitam as quantidades de cromo hexavalente, em certos produtos e também de chumbo, cádmio e mercúrio, dentre outras substâncias perigosas (EC, 2003). A eliminação do uso de substâncias químicas perigosas melhora o processo, aumenta a produtividade e a competitividade, enquanto protege o meio ambiente ambiental e reduz o consumo de recursos naturais (Hjeresen, 2002). Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi estabelecido “verificar o gerenciamento da atividade galvânica em uma empresa do Rio Grande do Sul”.

2. Material e Método

Para a realização da pesquisa selecionou-se uma empresa de grande porte, com práticas de gerenciamento ambiental e sistema de gestão ambiental implantado. A empresa escolhida localiza-se na Região Serrana do Rio Grande do Sul, onde encontra-se a maior concentração de indústrias com atividade galvânica do Estado. A metodologia adotada foi a investigativa, em estudo de caso, realizada a partir de visitas *in loco*, durante as quais foram feitas entrevistas com o responsável pela gestão ambiental e pelo

gerenciamento da unidade galvânica. Estabeleceu-se algumas questões-chaves para nortear as perguntas e conduzir objetivamente, as entrevistas. Tais questões foram:

Qual a estrutura do sistema de gestão ambiental implantado?

Quais os principais processos executados?

Quais as medidas ambientais implantadas para reduzir o impacto ambiental da atividade galvânica?

Qual o estágio das técnicas implantadas frente às Melhores Técnicas Disponíveis – BAT (IPPC, 2004)?

Outras fontes informativas e documentais também foram utilizadas, visando obter mais subsídios para a pesquisa, como, por exemplo, Internet, palestras promovidas pela própria empresa, *folders* institucionais, jornais, revistas técnicas e artigos.

3. Resultados e Discussão

Os resultados apresentados referem-se ao período da realização da pesquisa, ou seja, abril a setembro 2003. A empresa estudada possui área total construída de 16.282,94 m². O total de funcionários era de 1.028. Toda a planta havia sido certificada pelas normas ISO 9000, versão 2000. O SGA implantado não foi baseado nas normas ISO 14001, sendo de caráter informal, como destacou o entrevistado. A diversidade de produtos na época da pesquisa, era muito grande, visto que mais de três mil itens diferentes eram fabricados. A galvânica encontrava-se instalada em uma área de 500 m². A produção semanal verificada foi de cerca de 2.000 peças. O consumo de água foi de 200 m³/mês.

Os principais acabamentos metálicos realizados e identificados foram zincagem alcalina, cobre alcalino e estanho. A maioria é realizada em tambor, apenas a linha de estanho opera em gancheira. Outros tratamentos de superfície também foram identificados, como fosfatização, cromatização, pintura, decapagem e desengraxe. A pintura tem como objetivo apenas a diferenciação dos mais de três mil componentes fabricados, evitando trocas na linha de montagem. É feita com anilina e verniz. Algumas peças não são recobertas, apenas decapadas com mistura sulfonítrica para encaminhamento à soldagem. Esta operação é realizada cinco vezes, e, ao final, a peça é passivada. Segundo o entrevistado, a substituição desta solução apresenta como desvantagem a menor velocidade na limpeza das peças e redução de qualidade do produto final.

O controle dos banhos de revestimento é realizado por laboratório da própria empresa. O monitoramento é fundamental para prevenir descartes desnecessários. Os banhos com baixa concentração de cianeto, comumente denominados banhos baixo cianeto, não exigem filtragem contínua, pois a geração de lodo é menor. Esses banhos operam em linhas semi-automáticas. A filtragem dos banhos de revestimento é feita com carvão ativado, a cada seis meses. Ao banho filtrado é feito um reforço de concentração para retorno à operação. O retido neste processo é encaminhado à ETE (estação de tratamento de efluentes) para tratamento.

O cianeto dos banhos foi reduzido de 60 g/L (alto cianeto) para 25 g/L (baixo cianeto). O propósito é eliminar o cianeto da linha de zinco, dentro de três a quatro anos. Os custos financeiros são equivalentes, à opção zinco sem cianeto. As maiores exigências deste processo se referem à limpeza das peças, para evitar problemas de aderência da

camada a ser depositada. Assim, o desengraxe é feito com solvente organoclorado, no caso, com o percloroetileno. Segundo o entrevistado, há dificuldade de encontrar um substituinte com a mesma eficiência, devido aos diferentes óleos usados nas operações mecânicas de preparo das peças. A maior concentração de CN^- é encontrada na linha de banhos de Cu alcalino. A substituição por banhos sem CN^- tem como fator limitante o custo, que é dez vezes maior. Este recobrimento é realizado no corpo de algumas peças.

A linha de banhos de Sn alcalino é utilizada somente uma vez a cada dois meses. Esta linha funciona como alternativa para outra unidade da empresa, que possui apenas este processo. É também o único processo em gancheira. A linha que utiliza fosfato de Mn está sendo gradualmente desativada, pois o produto está saindo de linha. Assim, está sendo operada apenas para recobrir peças destinadas à reposição. A desativação foi motivada pelas dificuldades de atendimento à legislação e pela necessidade de redução de custos. Com relação à cromatização, está sendo testada a alternativa com Cr^{3+} . O problema está na exigência de resistência à corrosão dos produtos, ou seja, devem ser aprovados após 96 h em câmara salina (*salt spray*). Nenhum substituinte, até o momento, foi aprovado neste teste. A empresa está disposta a investir na substituição, mesmo tendo custos maiores. Os ganhos esperados com esta substituição referem-se a redução de custos no tratamento de efluentes líquidos e também a melhoria das condições ocupacionais da empresa. As emissões gasosas são controladas por lavadores de gases.

O efluente líquido dos lavadores é tratado na estação de tratamento de efluentes (ETE). Este efluente tratado é usado nas descargas dos banheiros. Somente um banheiro funciona com água tratada. Foi implantado um sistema para captação da água da chuva, usada em diversas operações, como, por exemplo, na limpeza em geral. O tratamento dos efluentes líquidos é dividido em troca iônica e físico-químico. A água tratada, através das colunas de troca iônica, retorna ao processo de origem. A redução de concentração de CN^- nos banhos trouxe vantagens na etapa de tratamento, resultando em menor gasto de reagentes e aumento da vida útil das resinas trocadoras. O ajuste de pH do efluente final é feito com CO_2 , em substituição ao H_2SO_4 anteriormente usado. O uso do CO_2 reduz o desgaste dos equipamentos, além de permitir um ajuste de pH mais homogêneo em toda a solução.

O lodo resultante do tratamento do efluente é encaminhado para o filtro prensa para redução da umidade. A fração líquida é tratada na ETE e retorna ao processo. O lodo é armazenado em tambores e sacos plásticos para encaminhamento ao co-processamento, em fornos de cimento, no Estado do Paraná. Os fatores motivadores para implantação do sistema de gestão ambiental foram, exclusivamente o atendimento à legislação e a redução de custos. A falta de recursos financeiros e de conscientização, foram apontadas como agentes dificultadores, para a adoção de estratégias ambientais. Outra dificuldade enfrentada tem sido a escolha de substituintes adequados aos processos e aos produtos. A eliminação destes fatores, na visão do entrevistado, depende de desenvolvimento tecnológico e da redução dos custos financeiros das tecnologias alternativas.

O Quadro 1 apresenta os principais problemas identificados durante o estudo de caso e as alternativas para controle dos mesmos.

Quadro 1. Problemas e Alternativas de Solução

Problemas identificados	Alternativas
Desengraxante (solvente organoclorados)	<ul style="list-style-type: none"> • Ondas ultrasônicas, por exemplo, é uma alternativa que aumenta a eficiência dos processos convencionais. Esta alternativa permite eliminar do processo ou reduzir o uso das substâncias químicas de alta toxicidade para os operadores e para o meio ambiente. Além disso, proporciona um processo de limpeza com alta qualidade.
Decapante (solução sulfonítrica)	<ul style="list-style-type: none"> • O enclausuramento dos processos, além dos sistemas exaustores existentes possibilita uma operação mais segura e maior proteção para os operadores e para o meio ambiente.

Pelos resultados, observou-se que os processos de limpeza estão condicionados às características das peças e das operações realizadas para sua fabricação, por esta razão a substituição dos mesmos, torna-se mais difícil. Assim, conforme o Quadro 1 a realização dos processos em sistemas fechados, poderia ser uma solução para a melhoria da qualidade ambiental e da redução de riscos à saúde dos trabalhadores, conforme preconizam as Melhores Técnicas Disponíveis - BAT (IPCC, 2004).

4. Conclusões

O estudo de caso possibilitou estabelecer as seguintes conclusões:

- a implantação das medidas ambientais foi motivada pelo cumprimento da legislação e para reduzir os custos decorrentes do gerenciamento de resíduos, mesmo assim a empresa apresentou melhoria significativa do desempenho ambiental, em relação ao período anterior a adoção das mesmas;
- as estratégias ambientais identificadas foram direcionadas quase que exclusivamente ao processo de recobrimento;
- a preocupação com a prevenção não é explícita na política da empresa, porém as medidas adotadas têm se refletido em maior proteção ambiental, como, por exemplo, na redução da concentração do cianeto dos banhos de recobrimento e no reuso da água.
- as medidas implantadas foram de caráter pontual, pois não estão integradas ao sistema de gestão que é de caráter informal;
- a aceitação de lavadores de gases para o controle das emissões gasosas e a ausência de uma legislação mais rigorosa podem ser fatores que têm contribuído para a manutenção de processos com substâncias altamente tóxicas, mesmo havendo alternativas tecnológicas bastante eficientes. Assim, o estudo de caso permitiu verificar que a empresa alterna uma postura pró-ativa e uma postura reativa;

- o enclausuramento dos processos de decapagem e desengraxe poderia ser implantada, até que uma alternativa adequada às exigências dos produtos fosse encontrada;
- as exigências crescentes da legislação e dos custos com tratamento de efluentes e resíduos se constituem em fatores significativos para induzir as empresas a implantação de medidas ambientais, contribuindo assim, para a melhoria do desempenho ambiental dessas e da qualidade ambiental.

5. Referências Bibliográficas

BSTSA (2004) British Surface Treatment Suppliers Association. Disponível: <http://www.bstsa.org.uk/> Acesso: 10/02/04.

EC (2003). The European Parliament and of the Council of The European Union. Directive 2002/95/EC of 27 January of 2003 on the restriction of use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment, **Official Journal of the European Union (OJ)**, L37/19.

EPA (2002). **Fact Sheet: Metal Recovery Technologies for the Metal Finishing Industry**. Disponível em: <http://es.epa.gov/techinfo/facts/michigan/michfs20.html>. Acesso em: 09/12/2002.

HJERESSEN D. L. *et al* (2002). **Green Chemistry: Environment, Economics, and Competitiveness**. Corporate Environmental Strategy, v.9, n.3, p. 259-266, 2002.

HSE (2004). Health & Safety Executive. Disponível: <http://www.hse.gov.uk>. Acesso: 29/01/04.

INTEC (2001). Opciones de Gestión Ambiental: sector galvanoplastia. Disponível em <http://www.intec.cl>. Acesso em 15/10/2001.

IPPC (2004). Integrated Pollution Prevention and Control -.Draft Reference Document on the Best Available Techniques for the Surface Treatment of Metals and Plastics. 487p. European Commission, 2004.

TOCCHETTO, M. R. L., 2004. **Implantação de Gestão Ambiental em Grandes Empresas com Atividade Galvânica no Rio Grande do Sul**. 2004. 176 p. Doutorado em Engenharia. Programa de Pós Graduação em Engenharia de Engenharia Metalúrgica, dos Materiais e de Minas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

TURI (2002). MASSACHUSETTS TOXICS USE REDUCTION INSTITUTE. Disponível em: <http://www.turi.org>. Acesso em 27/12/2002.