



ESTUDO SOBRE DESTINAÇÃO ADEQUADA AOS RESÍDUOS LÍQUIDOS, SÓLIDOS E GASOSOS GERADOS NO PROCESSO DE GALVANOPLASTIA DA INDÚSTRIA I. T.

Jaqueline Aparecida Toigo IC-Fecilcam, Engenharia de Produção Agroindustrial, Fecilcam,

jaquetoigo@yahoo.com.br

Marcio Carvalho dos Santos (OR), Engenharia de Produção Agroindustrial,

marcasan@pop.com.br

Tânia Maria Coelho (CO-OR), Engenharia de Produção Agroindustrial,

coelho.tania@ymail.com

1. Introdução

É perceptível, na atual conjuntura econômica e social, a importância da Gestão Ambiental, que de acordo com Barbieri pode ser entendida como as diretrizes e as atividades administrativas e operacionais, tais como planejamento, direção, controle, alocação de recursos e outras realizadas, com o objetivo de obter efeitos positivos sobre o meio ambiente, quer reduzindo ou eliminando os danos ou problemas causados pelas ações humanas, quer evitando que eles surjam.

Isto advém da importância que a questão ambiental vem ganhando nos últimos anos, tornando as empresas, que tem uma consciência ecológica, mais competitiva no mercado atual.

Diante disto, este estudo procura, através de análises no processo de galvanoplastia, propor um sistema de tratamento para os resíduos efluentes gerados no processo de galvanoplastia da indústria em estudo que aqui será chamada de I. T.

2. Materiais E Métodos

Esta pesquisa pode ser classificada como qualitativa e quantitativa, pois busca propor um sistema de tratamento, que venha reduzir o volume de resíduos gerados nos processos de galvanoplastia. Primeiramente foi realizada uma pesquisa bibliográfica, em especial, em trabalhos realizados na área, enfatizando processos empregados por empresas do ramo, seus procedimentos que mais causam resíduos e os que mais estão de acordo com a legislação ambiental. Os dados, referentes ao processo na empresa estudada, foram coletados através de observações realizadas durante visitas técnicas e também por experimentos realizados para a medição do volume de efluentes gerados pela indústria I.T. Para esta coleta de dados foi necessário o uso de um béquer e de um cronômetro, onde, o béquer foi utilizado para medir o volume dos resíduos efluentes dos tambores de enxágüe que são descartados, e o cronômetro para calcular o tempo gasto

para atingir determinado volume. Com esses dados tabelados calculamos a vazão dos resíduos. Foi utilizado, também, para esquematizar o layout da empresa o software Auto CAD.

3. Fundamentação Teórica

Galvanoplastia: O processo de Tratamento de Superfícies, em particular o processo galvânico, consiste na deposição de uma fina camada metálica sobre uma superfície, geralmente metálica, por meios eletroquímicos, a partir de uma solução diluída do sal do metal correspondente, a fim de conferir um efeito de maior proteção superficial e decorativo (ONIDO, 2006).

Resíduos Líquidos Galvânico: Os resíduos líquido gerados no processo de galvanoplastia são classificados, de acordo com Pontes (2000), nas seguintes categorias:

- EFLUENTES CRÔMICOS – banhos de cromo em geral, abrillantadores e passivadores e suas águas de lavagem.
- EFLUENTES CIANÍDRICOS – banhos de cobre, zinco, cádmio, prata, ouro, certas soluções desengraxantes e suas águas de lavagem.
- EFLUENTES GERAIS ÁCIDOS – soluções decapantes, soluções desoxidantes e suas águas de lavagem.
- EFLUENTES GERAIS ALCALINOS – desengraxantes químicos por imersão e eletrolíticos e suas águas de lavagem.

Essa classificação pode ser transformada em dois grandes grupos, os de águas alcalinas com cianetos composto pelos efluentes gerais alcalinos e os efluentes cianídricos; e o grupo dos ácidos com cromatos composto pelos efluentes crômicos e pelos efluentes ácidos.

4. Estudo Aplicado

Resíduos Líquidos

5. Quantificação do Volume de Resíduos Líquido

O objetivo deste trabalho é estudar um sistema de tratamento adequado às características da indústria de torneiras I. T.. Portanto para isso é necessário quantificar o volume de resíduo gerado no processo de galvanoplastia desta indústria.

Através do fluxo do processo de galvanoplastia verificado durante visitas técnicas, foi possível identificar as etapas geradoras de resíduos, que são as etapas de enxágüe. Foi necessário também identificar os pontos de vazão neste processo que é a vazão de quatro torneiras que ficam abertas durante a realização do processo de galvanoplastia para que aconteça uma renovação parcial da água destes tambores de enxágüe.

A Tabela 1 mostra o volume de resíduo efluente de cada classe gerado no processo de galvanoplastia da indústria I. T. no período de um dia.

Tabela-1: Classificação e volume do resíduo efluente da indústria I. T.

Classificação	Volume
Águas alcalinas com cianetos	2, 6882 m3/dia
Águas ácidas com cromatos	4, 3048 m3/dia
Total	6, 993 m3/ dia

6. Segregação dos Despejos

A segregação dos despejos foi proposta para reunir os resíduos efluentes de acordo com suas características, que no caso, foi separada em linha de águas alcalinas com cianetos e linha águas ácidas com cromatos. Isto é necessário, pois essas linhas têm tratamento inicial distintos.

Para facilitar a separação dos resíduos em duas linhas, verificou-se a necessidade de uma reestruturação no layout do setor de galvanoplastia da indústria I. T. A Figura 1 mostra o atual layout da indústria em estudo, onde é possível verificar a disposição dos tanques de tratamento e os tambores de enxágüe utilizados no processo.

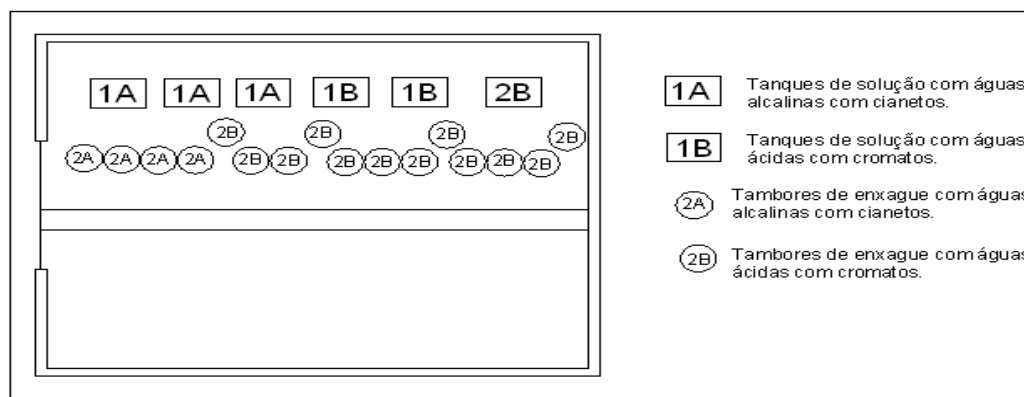


Figura - 1: Layout atual da indústria I. T.

Como é possível observar na Figura 9, as vazões dos resíduos de águas alcalinas com cianetos (1A e 2A) e as vazões dos resíduos de águas ácidas com cromatos (1B e 2B),

sai na mesma caneleta, ou seja, juntos, isso impede que o tratamento dos resíduos seja realizado.

A mudança proposta para a indústria I. T. pode ser visualizada na Figura 2, na qual os equipamentos são separados de acordo com a linha de resíduo gerado, facilitando assim a coleta destes resíduos e encaminhando-os cada um para seu respectivo tanque de tratamento.

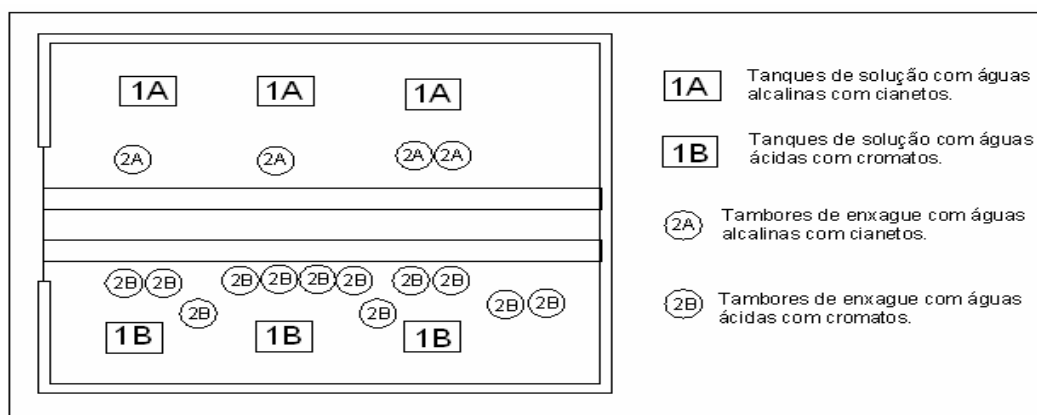


Figura – 2: Layout proposto para indústria I. T.

Segundo Braile e Cavalcanti (1993, apud PASQUALINI, 2004, p. 57), o tratamento físico-químico consiste em coletar e tratar separadamente os resíduos industriais.

As duas linhas passam por um gradeamento, onde são separados possíveis sólidos, posteriormente as duas linhas seguem para tratamento em um sistema, no qual primeiramente ocorre um tratamento químico, onde, no tanque de reação de água alcalina com cianeto ocorre a oxidação dos efluentes alcalinos contendo cianetos com hipoclorito de Sódio, e no tanque de reação de água ácida com cromatos ocorre a redução dos efluentes ácidos contendo cromatos com metabissulfito de sódio; em seguida as duas linhas seguem para uma neutralização em relação ao pH da solução, e então para a decantação. O lodo decantado é seco com o calor do sol e enviado para aterro industrial e a água segue para um filtro de areia, e então pode ser reutilizada no processo. A Figura 3 mostra o fluxograma deste sistema de tratamento baseado em estudos de Pontes (2000), onde os tanques serão dimensionados de acordo com os volumes de resíduos gerados na indústria.

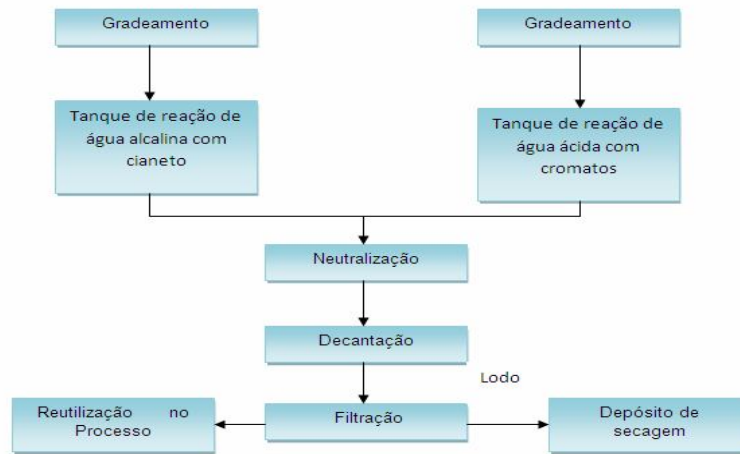


Figura - 3: Fluxograma de tratamento do resíduo efluente da indústria I. T. Dimensionamento dos Tanques de Tratamento

Para otimizar a utilização dos produtos utilizados para o tratamento dos resíduos gerados, produtos esses que serão especificados por um químico responsável, optou-se pela realização de um tratamento semanal dos resíduos gerados no processo, pois, a empresa I. T. gera um volume considerado baixo para que seu tratamento seja realizado todos os dias em que o setor entra em funcionamento. Portanto, para o dimensionamento do sistema de tratamento dos resíduos da empresa em estudo, foi levado em consideração o volume aproximado de resíduos gerados semanalmente e também um volume de segurança, ou seja, o tanque tem um volume maior que o necessário. Então, chegou-se ao resultado que pode ser observado a seguir, onde está a dimensão dos tanques utilizados para a realização das operações necessárias, que são: tanque de acúmulo e reação de água alcalina com cianeto, tanque de acúmulo e reação de água ácida com cromatos, tanque de neutralização, decantação, leito de secagem, tanque de filtração e tanque de acúmulo dos efluentes tratados. A Figura 4 demonstra o fluxo do sistema de tratamento dos resíduos efluentes.

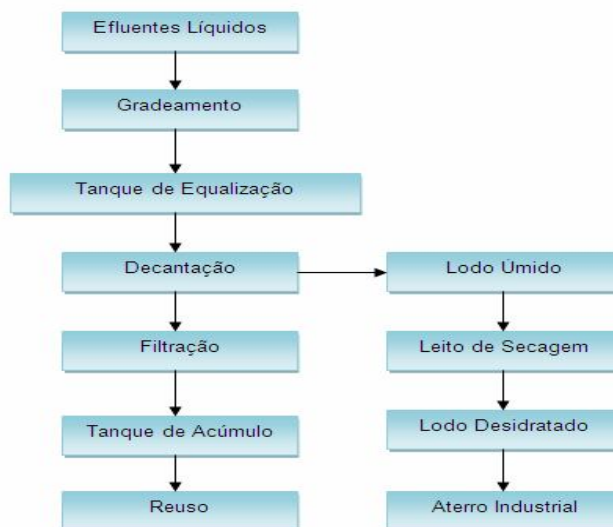


Figura – 4: Fluxograma do sistema de tratamento.

6.1. Tanque de Acúmulo e Reação de Água Alcalina com Cianeto

Este tanque receberá os efluentes a serem tratados. Após acúmulo seguem por bombeamento para o tanque de neutralização. É composto por um tanque cilíndrico, considerando a dimensão dos tanques de banhos o tanque de acúmulo foi dimensionado com os valores que podem ser observado no Quadro 1.

Número de unidades	01
Material de fabricação	Polipropileno
Volume total	10 m ³
Diâmetro adotado	3,6 m
Altura adotada	1 m

Quadro – 1: Dimensionamento do tanque de acúmulo e reação de água alcalina com cianeto.

6.2. Tanque de Acúmulo e Reação de Água Ácida com Cromatos

Receberá os efluentes a serem tratados. Após acúmulo seguem por bombeamento para o tanque de neutralização. É composto por um tanque cilíndrico, considerando a dimensão dos tanques de banhos o tanque de acúmulo foi dimensionado com os valores que podem ser observado no Quadro 2.

Número de unidades	01
Material de fabricação	Polipropileno

Volume total	10 m ³
Diâmetro adotado	3,6 m
Altura adotada	1 m

Quadro – 2: Dimensionamento do tanque de acúmulo e reação de água ácida com cromatos.

6.3. Tanque de Neutralização

Este tanque receberá os efluentes a serem neutralizados, de acordo com seu pH. Após a neutralização seguem por bombeamento para o tanque de decantação. É composto por um tanque cilíndrico, considerando a dimensão dos tanques de banhos. O tanque de acúmulo foi dimensionado com os valores que podem ser observado no Quadro 3.

Número de unidades	01
Material de fabricação	Polipropileno
Volume total	20 m ³
Diâmetro adotado	5,1 m
Altura adotada	1 m

Quadro – 3: Dimensionamento do tanque neutralização

6.4. Tanque de Decantação

Este tanque receberá os efluentes a serem decantados, separando partículas sólidas da líquida. Após decantação o efluente líquido segue para o tanque de filtração e o resíduo sólido segue para o leito de secagem e após esta etapa o lodo terá como destino o aterro industrial. Os valores do tanque de decantação pode ser observado no Quadro 4.

Número de unidades	01
Material de fabricação	polipropileno
Taxa de decantação	5,60 m ³ / m ² h
Volume total	20 m ³
Diâmetro adotado	5,1 m
Altura adotada	1 m

Quadro – 4: Dimensionamento do tanque de decantação.

6.5. Depósito de Secagem (leito de secagem)

Este tanque receberá resíduos sólidos para serem secos e após esta etapa o lodo terá como destino o aterro industrial. Os valores do depósito de secagem pode ser observado no Quadro 5.

Número de unidades	01
Material de fabricação	Polipropileno
Massa de sólidos	1,49 m ³ / dia
Densidade do lodo	0,82 kg/L
Volume	5 m ³
Largura	5 m
Comprimento	2,5 m
Altura	0,4 m

Quadro – 5: Dimensionamento depósito de secagem.

Na Figura 5 podem ser observadas as dimensões do depósito de secagem, que tem um formato diferente dos demais tanques.

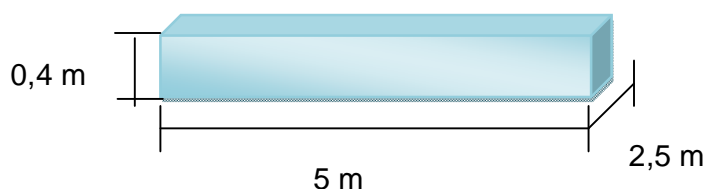


Figura – 5: Depósito de secagem.

6.6. Filtro de Areia

Após a decantação o efluente líquido segue para o filtro de meio filtrante de areia e carvão ativado. As dimensões deste filtro podem ser observadas no Quadro 6.

Número de unidades	03
Material de fabricação	Metálico
Vazão média	0,5 m ³ /h
Tempo de detenção	6,5 h
Volume	3,4 m ³
Diâmetro	1,9 m
Altura	1,2 m

Quadro – 6: Dimensionamento filtro de areia.

6.7. Tanque de Acúmulo dos Efluentes Tratados

Este tanque será destinado para o armazenamento dos efluentes tratados que poderão ser reutilizados no processo de galvanoplastia. O Quadro 7 mostra as dimensões do tanque de acúmulo dos efluentes tratados.

Número de unidades	02
Material de fabricação	Fibra

Volume do tanque	10 m ³
Volume total	20 m ³

Quadro – 7: Dimensionamento do tanque de acúmulo dos efluentes tratados.

6.8. Resíduos Gasosos

Os resíduos gasosos gerados no processo de galvanoplastia são gerados nas reações de desengraxamento e nos processos eletrolíticos.

Esse tipo de resíduos pode ser tratado através de lavadores de gases.

Segundo Pontes, as emissões gasosas podem ser controladas com lavadores de gases e podem ser coletadas por exaustores. O lavador de gases pode ser observado na Figura 6.



Figura – 6: Lavador de gases.

6.9. Resíduos Sólidos

Os resíduos sólidos provenientes do processo de galvanoplastia são os lodos, que são gerados no sistema de tratamento dos resíduos líquidos, na etapa de decantação, onde se encontram com uma alta concentração de água, por isso, seguem para o depósito de secagem até a água ser evaporada.

6.9.1. Quantificação dos Resíduos Sólidos

O volume dos resíduos sólidos gerados é demonstrado no Quadro oito.

Volume de resíduos líquidos	14 m ³ / semana
Volume de resíduos sólidos	2,98 m ³ /semana

Quadro – 8: Volume de resíduos sólidos

Conforme demonstrado no Quadro 8 o volume dos resíduos sólidos varia de acordo com o volume dos resíduos líquidos. Sendo considerado, para o cálculo dois dias de galvanização na indústria em estudo, ou seja, uma semana.

6.9.2. Destinação dos resíduos sólidos

Como destino final, estes resíduos são encaminhados para aterros industriais da classe I, esta classificação é baseada na NBR 10004, e a classe I é destinada aos resíduos contendo metais pesados que sejam considerados perigosos.

Independentemente dos tipos de material que os constitui, os lodos devem ser tratados ou dispostos em instalações localizadas dentro da própria indústria ou fora dela e transportados dos locais de geração até essas instalações. Existem métodos de tratamento e destinação de lodos, sendo que um dos mais usados é a disposição em aterros industriais. Muito embora, em alguns casos particulares, seja possível dispor em aterros resíduos com teor de umidade superior a 85%, geralmente só se aceitam materiais com baixo teor de umidade e com uma certa capacidade de suporte. Os métodos mais comumente utilizados para desidratação de lodos são a centrifugação, os filtros-prensa, a filtração a vácuo e os leitos de secagem. (SCHNEIDER, 2001, apud SISMA, 2007).

6.10. Embalagens Utilizadas no Processo de Galvanoplastia

As embalagens utilizadas para o envase dos produtos químicos utilizados nos processos de galvanoplastia não podem ser reutilizadas para qualquer tipo de finalidade. Apesar de não ser um grande número de embalagens, o resíduo químico que ficou nesta embalagem podem trazer danos ao meio ambiente se disposto de forma incorreta.

Sendo assim, um adequado destino para estas embalagens é o retorno às indústrias fornecedoras destes produtos, com isso essas empresas podem reutilizar essas embalagens ou determinar um descarte adequado a elas.

7. Conclusões

Conforme os resultados apresentados neste estudo, conclui-se que a galvanoplastia é um processo complexo, com diversas operações com reações eletrolíticas e químicas.



Essas operações realizadas no processo de galvanoplastia geram diversos tipos de resíduos como os líquidos, gerados principalmente nas etapas de enxágue, os gasosos consequentes das reações eletrolíticas e os sólidos que são resultados do sistema de tratamento galvânico.

Foram definidos um sistema de tratamento e um destino adequado a esses resíduos, sendo que para os resíduos líquidos foi proposto um sistema com várias operações como, neutralização do efluente de acordo com o pH, decantação, filtração. Para os resíduos gasosos gerado neste processo foi proposta uma lavagem dos gases, na qual os gases podem ser captados por um exaustor e lavados através de um lavador de gases. E por fim, os resíduos sólidos, onde o lodo é originado no processo de decantação do sistema de tratamento dos resíduos líquidos, e após sua concentração é encaminhado para um aterro industrial de classe I.

Também foi proposto para a indústria em estudo técnicas de minimização dos resíduos gerados, como o aumento do tempo de gotejamento das peças entre um tanque e o outro, e também a utilização de rampas de respingo para que os respingos das peças não caíam no chão. A utilização destas técnicas permite a indústria I. T. uma redução dos resíduos e uma significativa minimização dos custos dos produtos utilizados no processo, pois todo resíduo antes era um insumo.

Por fim, as propostas feitas a indústria I. T. foi de grande valia para esta, pois com isso, torna-se mais competitiva por se tornar ecologicamente responsável. Além de este estudo ser relevante para a indústria, esta pesquisa é de extrema importância também para a sociedade, pois mais uma organização tornou-se preocupada em garantir um ambiente equilibrado para as gerações futuras.

8. Referências

BARBIERI, J. C. **Gestão ambiental empresarial**. São Paulo: Saraiva, 2004.

ONIDO. **Projeto programa piloto para a minimização dos impactos Gerados por resíduos perigosos**. Minas Gerais. 2006.

PASQUALINE, Andréia. **Estudo de caso aplicado à galvanoplastia**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – PPGE/UFSC. Florianópolis – SC.

PONTES, Haroldo de Araújo. **Tratamento líquido de efluentes de galvanoplastia**. Paraná: Departamento de Engenharia Química, 2000.

SISMA, Rui. **Levantamento da Geração de Resíduos Galvânicos e Minimização de Efluentes Cianeto**. Disponível em: <http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/1884/10938/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Completa%20-%20Rui%20Simas.pdf>. Acesso em: 08 de junho de 2009.