

**UNIVERSIDADE SAGRADO CORAÇÃO**

**JOSÉ WILSON LONGATTO JÚNIOR**

**RESOLUÇÕES E PROCESSOS DE TRATAMENTO  
DE ÁGUAS RESIDUAIS EM GALVANOPLASTIA**

BAURU  
2011

**JOSÉ WILSON LONGATTO JÚNIOR**

**RESOLUÇÕES E PROCESSOS DE TRATAMENTO  
DE ÁGUAS RESIDUAIS EM GALVANOPLASTIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Química, sob orientação do Prof. Dr. Vicente Alexandre de Lucca Neto.

BAURU  
2011

**JOSÉ WILSON LONGATTO JUNIOR**

**RESOLUÇÕES E PROCESSOS DE TRATAMENTO DE ÁGUAS  
RESIDUAIS EM GALVANOPLASTIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Química, sob orientação do Prof. Dr. Vicente Alexandre de Lucca Neto.

Banca examinadora:

---

Prof. Dr. Vicente Alexandre de Lucca Neto.  
Universidade Sagrado Coração

---

Prof. Ms. Carlos Henrique Conte.  
Universidade Sagrado Coração

---

Prof. Ms. Setsuko Sato.  
Universidade Sagrado Coração

Bauru, 29 de Junho de 2011.

Dedico este trabalho especialmente  
aos meus pais que tanto me incentivaram.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a minha mãe Aparecida que sempre me incentivou nos estudos e que nunca permitiu que eu desistisse de meus objetivos e ao meu pai que sempre me deu muita perseverança e paciência.

Agradeço ao meu orientador Vicente por todos os conhecimentos adquiridos.

Agradeço a todos meus amigos da faculdade e do ônibus que me apoiaram direta e indiretamente durante todo o curso.

O único lugar aonde o sucesso vem  
antes que o trabalho é no dicionário.  
(Albert Einstein)

## RESUMO

O presente Trabalho de Conclusão de Curso descreve as principais etapas dos processos galvânicos como o desengraxe, decapagem ácida, lavagem e eletrodeposição de metais como cobre, níquel e cromo. Também aborda técnicas que visam a diminuição de água de lavagem e de produtos químicos gerados nos arrastes de um processo para o outro, acarretando uma queda no consumo de produtos empregados no tratamento dos efluentes galvânicos. Mostra as principais resoluções, como Conama 237, 1997, Conama 375, 2005 e Conama 430, 2011, que devem ser adotadas para o licenciamento da empresa, assim como os parâmetros utilizados para o descarte dos efluentes previamente tratados, visando a proteção do homem e do meio ambiente, perpetuando o equilíbrio da vida aquática. O tratamento de efluentes deve ser utilizado para o despejo e para o descarte de lodo galvânico em aterros industriais, sendo que os processos químicos envolvidos no mesmo empregam desde reações de óxido-redução a precipitação, como por exemplo, a redução do cromo hexavalente a trivalente, precipitação de metais na forma de hidróxidos e degradação do íon cianeto que aumenta a eletrodeposição de alguns tipos de metais.

**Palavras-chave:** Processos. Galvânica. Reações. Resoluções. Eletrodeposição.

## ABSTRACT

This Graduation Final Work describes the main steps of the galvanic processes like degreasing, acid pickling, washing and electroplating of metals as copper, nickel and chrome. It also uses techniques that aims the reduction of washing water and chemical products generated by drags from a process to another, leading a fall consumption in products used on the treatment of galvanic effluents. This work shows the main resolutions, as Conama 237,1997, Conama 375, 2005 and Conama 430,2011, that must be used for the licensing company, as well as the parameters used for the discard of the effluents previously treated, aiming the environment and men protection, perpetuating the balance of aquatic life. The treatment of the effluents must be utilized for eviction and the discard of galvanic mud in industrial landfill, and the chemical processes involved affect from oxidation reduction to precipitation, for example a reduction of the hexavalent chrome to trivalent, precipitation of metals in form of hidroxides and the degradation of cyanide ion that increases the electroplating of some types of metals.

**Word-Key:** Process. Galvanic. Reactions. Resolution. Electrodeposition.



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>10</b>
2.1	GERAL .....	10
2.2	ESPECIFICO .....	10
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>11</b>
3.1	GALVANOPLASTIA .....	11
3.1.1	DESENGRAXE .....	13
3.1.2	BANHO DE LAVAGEM.....	14
3.1.3	DECAPAGEM ACIDA.....	14
3.1.4	PROCESSO .....	15
3.1.5	COBREACÃO .....	15
3.1.5.1	NIQUELAÇÃO.....	17
3.1.5.2	CROMAÇÃO.....	18
3.2	MINIMIZAÇÃO DE RESÍDUOS GALVÂNICOS .....	19
3.2.1	DIMINUIÇÃO DE ARRASTES .....	19
3.3	LICENCIAMENTO E DESPEJO DE RESÍDUOS .....	19
3.4	RESÍDUOS .....	23
3.4.1	EFLUENTES LÍQUIDOS .....	24
3.4.1.1	CLASSIFICAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DOS EFLUENTES .....	24
3.4.1.2	OXIDAÇÃO DE CIANETOS .....	25
3.4.1.3	REDUÇÃO DE CROMO HEXAVALENTE.....	25
3.5	PRECIPITAÇÃO DE METAIS .....	26
3.6	LODO GALVÂNICO .....	27
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>28</b>
<b>5</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>29</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Galvanoplastia é o processo de eletrodeposição de metais sobre a superfície de materiais, os quais podem ser ou não condutores de eletricidade. Este revestimento pode ser tanto de materiais nobres como a prata e ouro ou outros tipos de metais, tais como níquel, cromo, cádmio, zinco entre outros. Dependendo do tipo de revestimento, o processo protege a superfície contra corrosões, aumenta a condutividade térmica e elétrica, fornece aspectos decorativos e pode até mesmo proteger contra o ataque de produtos químicos específicos.

Como toda indústria química, as galvanicas geram resíduos de alta toxidez, entre eles, metais pesados e ânions, os quais precisam ser tratados de maneira eficiente. No entanto, tais resíduos necessitam ser diminuídos no processo, uma vez que muitas empresas possuem um tratamento muito eficiente, porém, em sua produção existem vazamentos e operações falhas que geram maior quantidade de resíduos líquidos que poderiam ser reaproveitados. Esses fatores, juntamente com o custo total do processo de tratamento, poderiam ser evitados.

As empresas adotam diferentes métodos de tratamento de efluentes, no entanto, os mais empregados nas empresas de pequeno e médio porte são os tratamentos por processos físico-químicos que operam por batelada.

Existem certas resoluções que estabelecem condições para licenciamento e outras para padrões de lançamento de efluentes. O Conama (Conselho Nacional de Meio Ambiente) é o órgão responsável pela aplicação destas leis e as principais são as resoluções Conama N° 237, 1997 e Conama N° 375, 2005, respectivamente. A última é complementada pela resolução Conama N° 430, 2011.

A região Centro Oeste Paulista, localizada na bacia hidrográfica Tietê-Paraná, possui um número razoável de galvanicas que operam dentro da legalidade. Tal finalidade é em decorrência do grande número de indústrias de calçados e bolsas, equipamentos de proteção individual, bijuterias e acessórios em geral.

Este trabalho visa descrever os métodos de tratamento de efluentes em processos galvanicos, para que os resíduos formados sejam descartados ou mesmo reaproveitados dentro dos critérios e classificações definidas. Uma das resoluções mais importantes são Conama N° 357 de 2005 e Conama N° 430, 2011, que regem os parâmetros máximos para sua disposição.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 GERAL**

Apresentar os principais processos galvanicos e o tratamento de efluentes através de métodos físico-químicos e padrões para descarte.

### **2.2 ESPECIFICO**

Identificar processos que geram maior quantidade de resíduos e descrever métodos para reduzi-los.

### **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1 GALVANOPLASTIA**

O processo de galvanoplastia se faz por uma fina deposição metálica sobre superfície metálica por meios químicos ou eletrolíticos, a partir de uma solução salina do metal em questão que confere maior proteção superficial e decorativa. (PASQUALINI, 2004 apud NOGUEIRA, 2008).

O processo de eletrodeposição trata-se de um processo de revestimento de materiais condutores, ou não condutores, por metais a partir de uma solução contendo íons destes metais. Esse processo gera, como consequência, efluentes líquidos, resíduos sólidos e emissões gasosas, com considerável grau de toxicidade.

Basicamente, o processo de galvanoplastia envolve uma sequência de banhos consistindo de etapas de pré-tratamento, de revestimento e de conversão de superfície. Entre estas etapas, a peça sofre um processo de lavagem.

Desta forma, são originados efluentes líquidos, emissões gasosas e resíduos sólidos que necessitam de tratamento específico. Dependendo dos procedimentos adotados durante o processo, é possível obter-se uma minimização do consumo de água utilizada no processo bem como uma redução no volume de solução arrastada entre processos. (MELO; MACHT, 2001, p. 12).

Em geral processos galvanicos seguem etapas conforme o fluxograma, porém existem processos como o da cromação que necessitam de etapas extras.

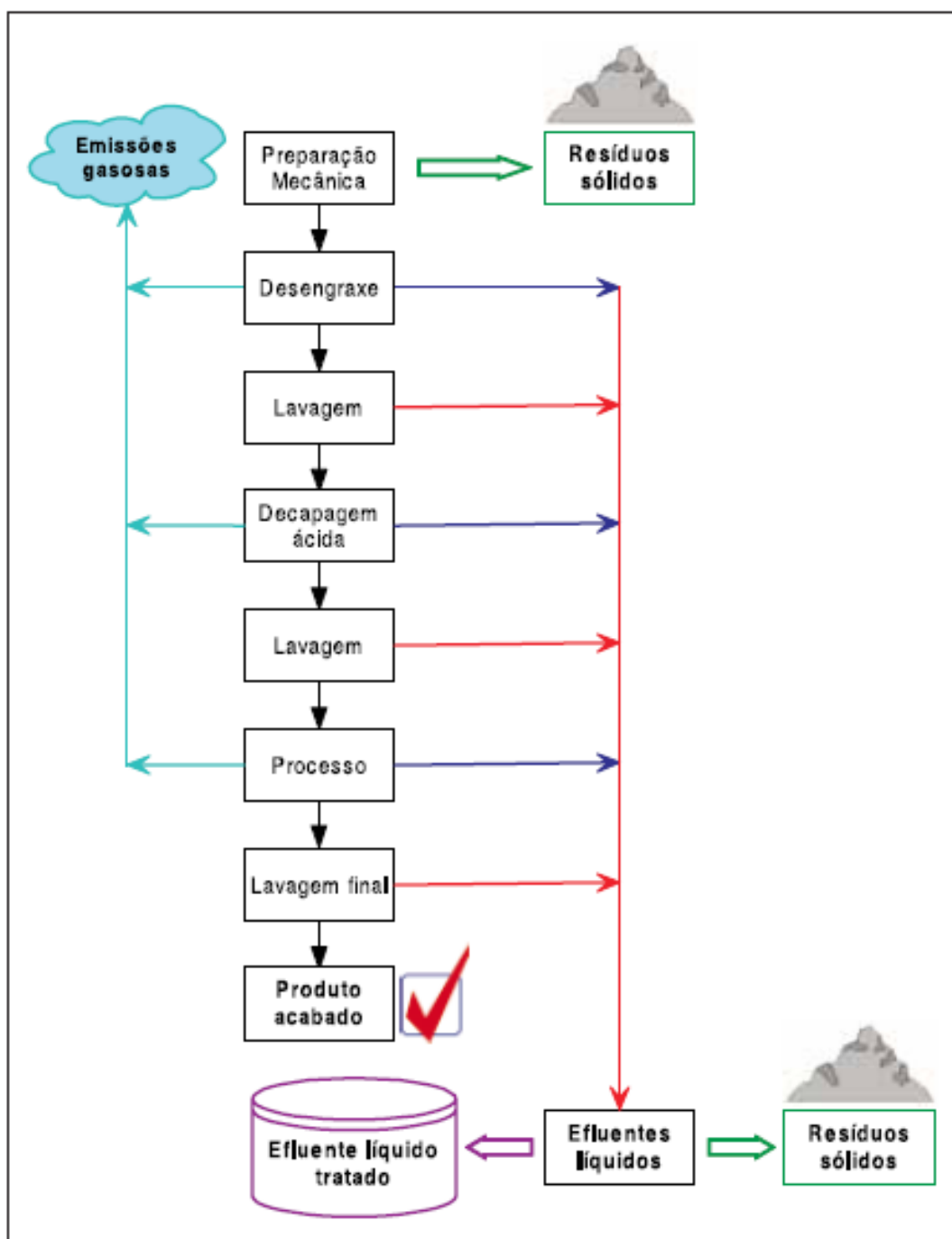


Figura 1. Fluxograma geral da galvanoplastia.  
Fonte: MELO; MACHT (2001, p. 12).

### 3.1.1 DESENGRAXE

Após o processo de fabricação e de acabamento mecânico, a peça normalmente apresenta uma camada de óleo ou graxa em sua superfície. Essa camada tem que ser removida previamente ao processo de recobrimento. (MELO; MACHT, 2001, p. 12).

O processo de desengraxe utiliza soluções alcalinas concentradas. Esta etapa visa a remoção de óleos, graxa e outros orgânicos residuais aderidos à superfície das peças, devido os processos de laminação, transporte e outros que possam prejudicar o recobrimento da peça. Para tal, banhos à base de hidróxido de sódio, NaOH, vendido comercialmente como soda cáustica, são geralmente empregados, principalmente em função do baixo custo e da sua boa ação desengraxante. (PEREIRA, BRETZ, MAGALHÃES, 2007).

Tabela 1. Tipo de material a ser desengraxado em função da composição da solução, concentração, temperatura e densidade de corrente.

Material a ser Decapado	Composição da Solução	Concentração	Temperatura	Densidade de Corrente
Aço	Hidróxido de Sódio Carbonato de Sódio Lauril Sulfato de Sódio Água	35 g 25 g 1 g q.s.p. 1 L	70 - 80°C	7 A/dm <sup>2</sup>
Cobre e ligas de Cobre	Hidróxido de Sódio Carbonato de Sódio Fosfato Trisódico Teepol Água	7 g 20 g 9g 0,1 mol L <sup>-1</sup> q.s.p. 1 L	80°C	2,5 a 4 A/dm <sup>2</sup>
Zinco	Fosfato Trisódico Lauril Sulfato de Sódio Água	20 g 1 g q.s.p. 1 L	90°C	5 a 6 A/dm <sup>2</sup>

Fonte: MELO; MACHT (2001, p. 28).

### **3.1.2 BANHO DE LAVAGEM**

A lavagem em cascata com contra corrente é uma lavagem que se utiliza a mesma água em vários banhos, sendo que precisa determinar a razão entre o fluxo de arraste, a reposição de água no tanque com o critério de lavagem.

Para se obter uma boa lavagem é necessário que o fluxo de água do sistema de lavagem seja turbulento, pois a falta de turbulência diminui a homogeneização da água de lavagem, este problema pode ser resolvido com a injeção de ar comprimido na parte inferior do banho. (MELO; MACHT, 2001).

Segundo Figueiredo (2000), a lavagem em cascata e contra corrente aumenta em mais de dez vezes a eficiência da lavagem e com redução do consumo de água acima de 90% em comparação com as lavagens simples.

O banho de lavagem é utilizado entre várias etapas do processo e não somente no desengraxe de peças.

### **3.1.3 DECAPAGEM ÁCIDA**

Uma superfície metálica que irá ser submetida a um tratamento de acabamento necessita estar livre de óxidos e outros compostos que são produtos de corrosão, pois as características de aderência tornam-se comprometidas. Os principais ácidos inorgânicos utilizados são o ácido clorídrico, HCl, ácido sulfúrico, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, ácido nítrico, HNO<sub>3</sub>, ácido fosfórico, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, e ácido fluorídrico, HF. (GENTIL, 1987 apud CARRARA, 1997).

Essa etapa consiste na remoção de óxidos, hidróxidos ou outros tipos de impurezas sólidas pela imersão da peça em uma solução ácida. O tipo de ácido, sua concentração e a temperatura da operação dependem da natureza do material. Logo após a decapagem, a peça deve ser lavada, abundantemente, com água.

Tabela 2. Material a ser decapado em função da solução, concentração e temperatura.

Material a ser decapado	Composição da solução	Concentração	Temperatura
Aço	Ácido clorídrico Água	500 mL q.s.p. 1 L	Ambiente
Aço, Cobre	Ácido sulfúrico Água	50 mL q.s.p. 1 L	Até 80°C
Para cobre e ligas de cobre	Ácido sulfúrico Ácido nítrico Ácido clorídrico Água	380 mL 72 mL 4 mL q.s.p. 1 L	Ambiente
Aços de alto carbono baixa liga ou cementado (decapagem anódica)	Ácido sulfúrico Água	205 mL q.s.p. 1 L	Abaixo de 30°C
Alumínio	Hidróxido de sódio		30 - 18°C

Fonte: MELO; MACHT (2001, p. 29).

### 3.1.4 *PROCESSO*

### 3.1.5 *COBREÇÃO*

O cobre é um metal avermelhado, maleável, dúctil e de fácil polimento. Quando exposto ao ar, isto é, na presença de oxigênio, sofre oxidação aderindo uma camada de óxido metálico.

É um ótimo metal para formar camadas intermediárias de outros revestimentos, dentre as quais, a deposição de níquel, denominada de niquelação. O cobre pode ser depositado sobre outro metal, usando-se soluções que contenham sulfato de cobre (II) ou soluções que contenham cianeto de cobre (I). Embora seja mais demorada e de custo maior, a cobreção em banhos alcalinos de cianeto de cuproso apresenta aderência maior que a cobreção por soluções ácidas à base de sulfato. (MELO; MACHT, 2001).



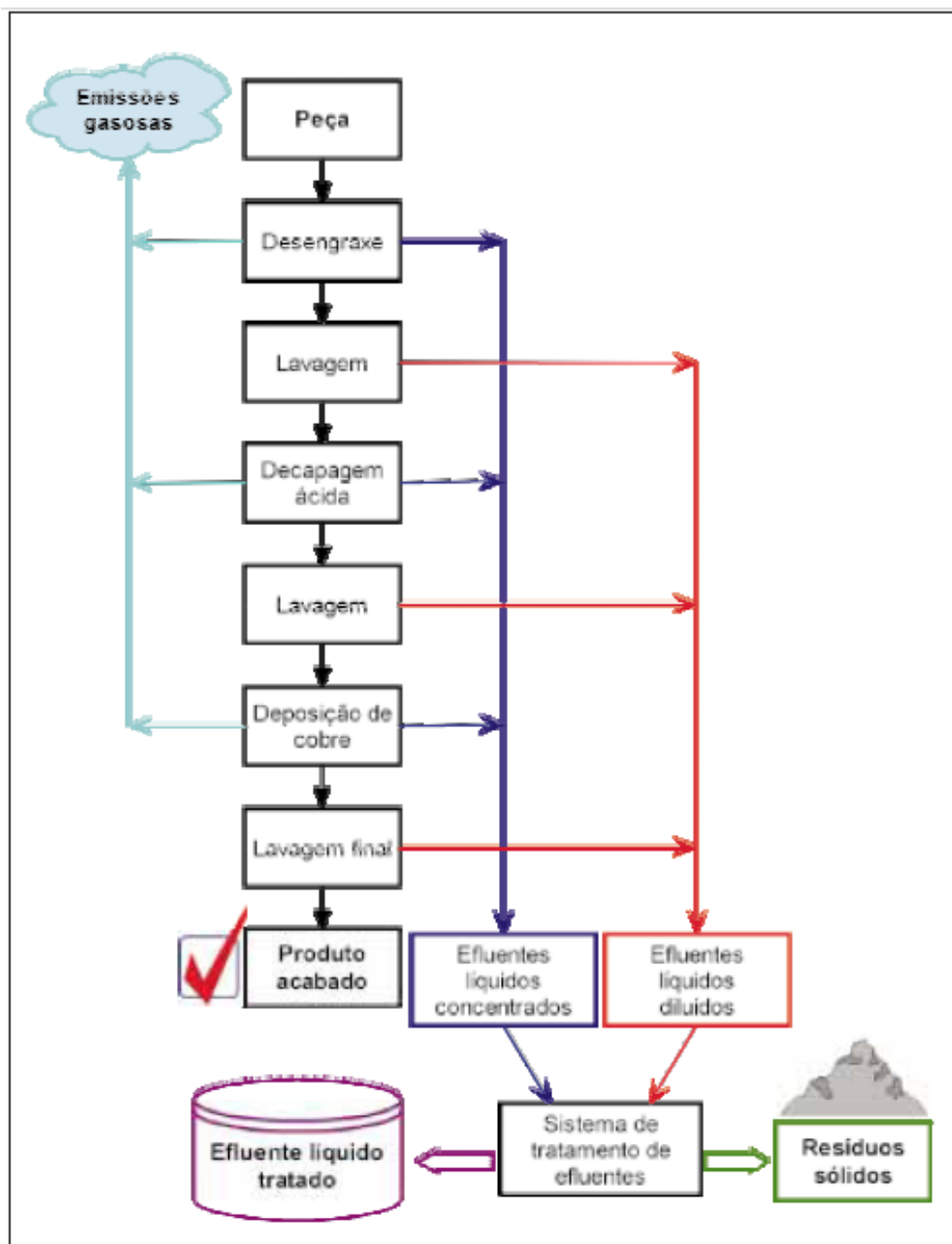


Figura 2. Fluxograma da Cobreação.  
 Fonte: MELO; MACHT (2001, p. 31).

### 3.1.5.1 NIQUELAÇÃO

A eletrodeposição do níquel é obtida em uma solução aquosa contendo cloreto e sulfato de níquel (II), pela aplicação de corrente direta entre um ânodo de níquel metálico e a peça a ser recoberta. Nos ânodos de níquel eletrolítico, o metal sofre oxidação formando os íons  $Ni^{2+}$  que substituem os que são removidos durante a eletrodeposição, no cátodo. Como mencionado anteriormente, a cobreação prévia é necessária na maior parte dos processos de niquelação. Da mesma forma, a eletrodeposição de níquel é necessária para posterior cromação. (MELO; MACHT, 2001).

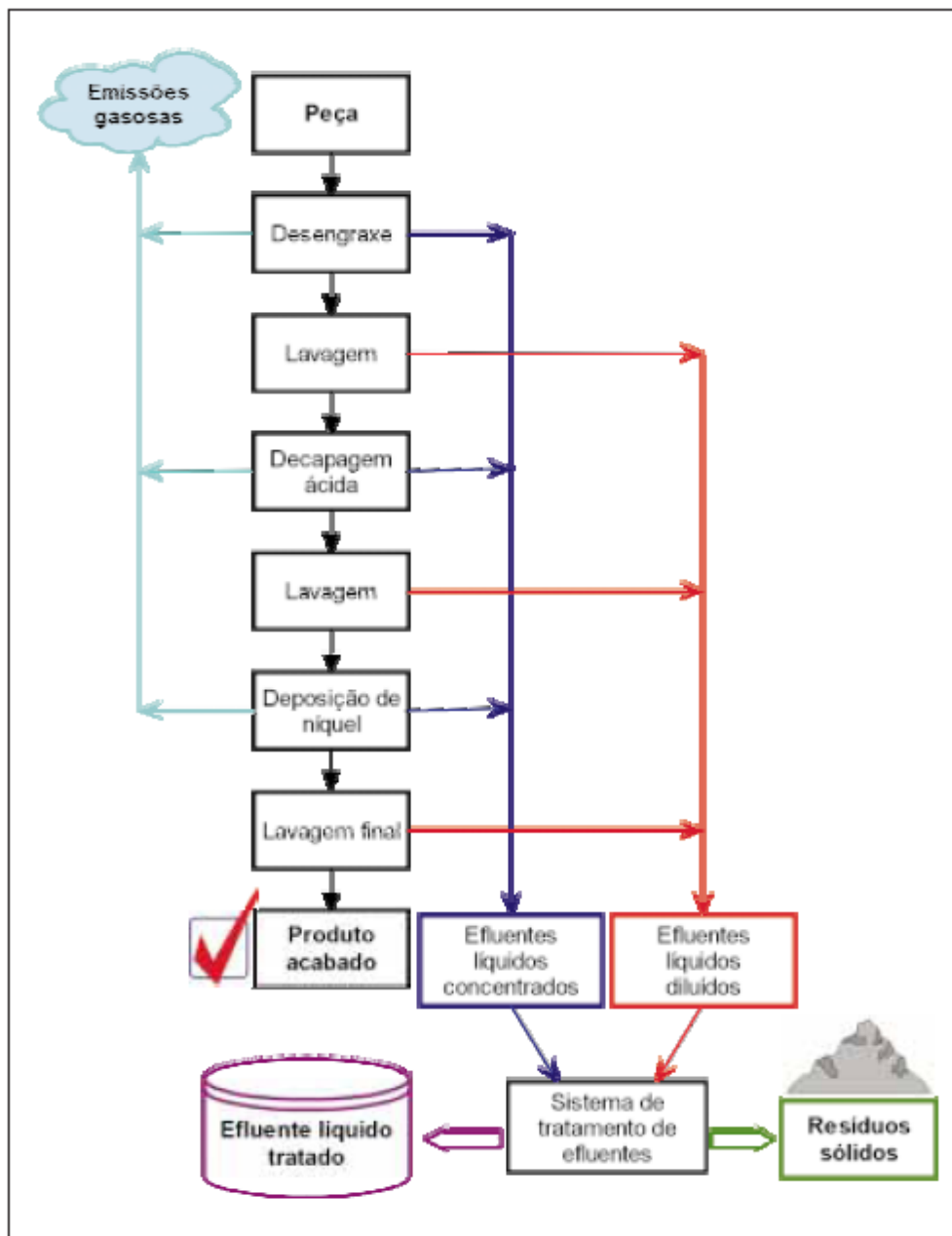


Figura 3. Fluxograma Niquelação.  
Fonte: MELO; MACHT (2001, p. 37).

### 3.1.5.2 CROMAÇÃO

Os banhos galvânicos empregados na eletrodeposição de cromo têm como componentes básicos íons de cromo hexavalente,  $\text{Cr}^{6+}$ , que podem ser introduzidos na forma de ácido crômico,  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ , ou óxido crômico,  $\text{CrO}_3$ , e ácidos orgânicos e inorgânicos, dos quais os mais comuns são o ácido sulfúrico,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , e o ácido clorídrico,  $\text{HCl}$ . Íons cromo trivalente,  $\text{Cr}^{3+}$ , também estão presentes, ou pela adição ou pela formação durante o processo, como consequência da redução de cromo hexavalente. (MELO; MACHT, 2001).

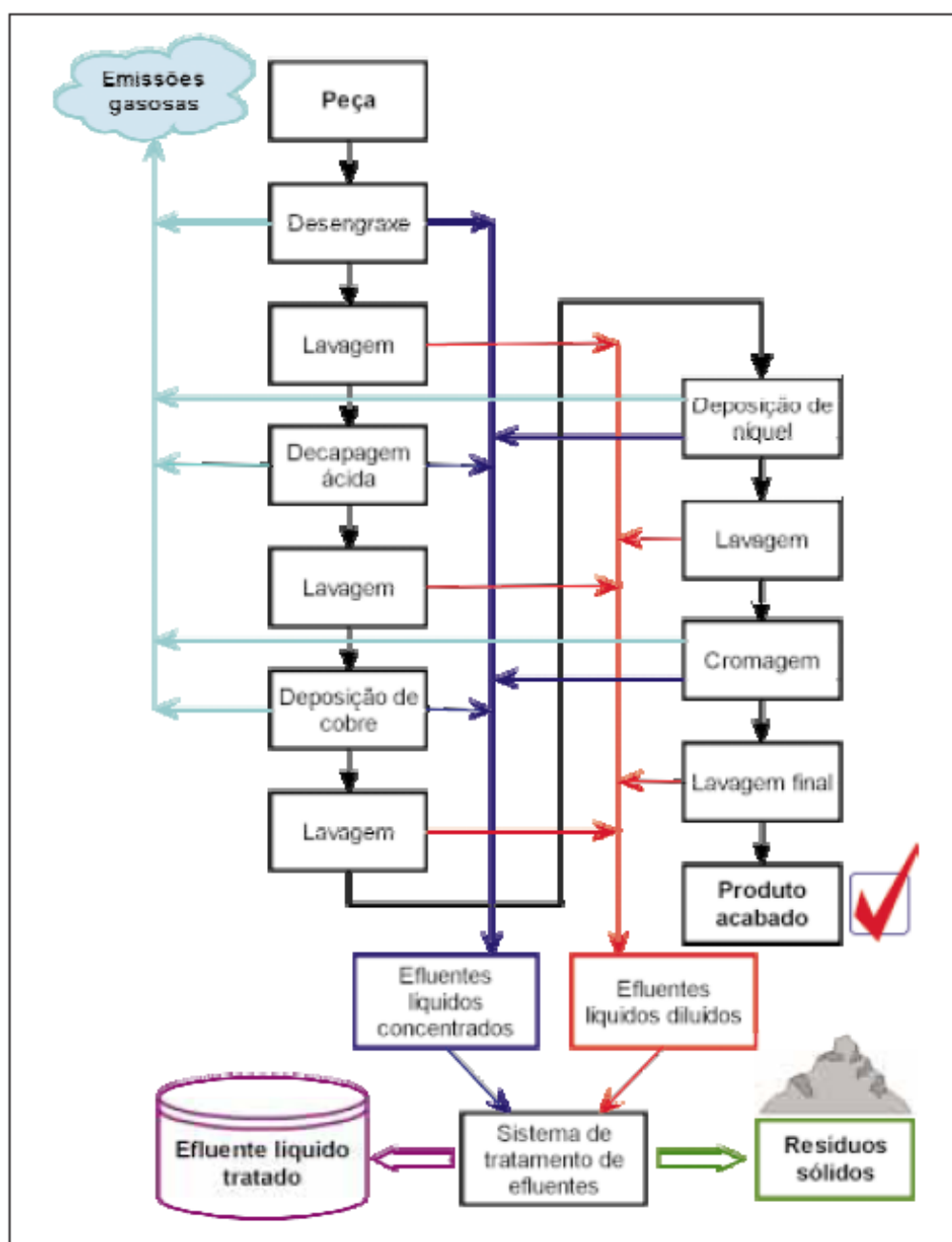


Figura 4. Fluxograma da Cromação.  
Fonte: MELO; MACHT (2001, p. 38).

## 3.2 MINIMIZAÇÃO DE RESÍDUOS GALVÂNICOS

É necessária uma diminuição nestes resíduos tanto pela perda econômica dos reativos, quanto pela necessidade de se utilizar maiores quantidades de reativos para tratar os efluentes gerados.

Com procedimentos simples e de baixo custo de implantação, é possível uma redução notável na quantidade de geração de efluentes. Essa redução envolve a redução no consumo de água e de arraste de reativos. (MELO; MACHT, 2001).

### 3.2.1 DIMINUIÇÃO DE ARRASTES

Existem várias maneiras de diminuição de arrastes para certas partes do processo, com isso diminuem-se os custos com gastos em reagentes como no tratamento de efluentes, entre eles são: reduzir a concentração do banho dentro dos limites mínimos, aumentar o tempo de gotejamento das peças em cada banho, diminuir a velocidade de retirada das peças nos banhos, usar rampa de respingos entre banhos e a quantidade mínima de água de lavagem para cada operação. (FIGUEIREDO, 2000).

Se aumentarmos o tempo de gotejamento para 15 a 20 segundos podemos reduzir o arraste até 20%, no entanto, o posicionamento da peça na gancheira é de fundamental importância. Por isto podemos colocar uma rampa de respingos que consiste em mandar de volta ao tanque de origem os respingos resultantes do transporte de um banho para o outro. (MELO; MACHT, 2001).

## 3.3 LICENCIAMENTO E DESPEJO DE RESÍDUOS

Conforme a resolução Conama N<sup>o</sup> 237, 1997, um órgão ambiental precisa licenciar a localização, construção, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos para que possa estar dentro dos conformes para entrar em funcionamento, conforme é designado ao IBAMA e ao SISNAMA, que são os órgãos executores.

O processo de licenciamento ambiental segue algumas etapas, as quais são:

- Requerimento da licença pelo empreendedor, acompanhado de documentos projetos e estudos pertinentes;
- Análise do órgão ambiental dos documentos, projetos, estudos ambientais e vistorias técnicas quando necessário;

- Solicitação de esclarecimentos do órgão ambiental em decorrência da análise dos documentos, projetos e estudos realizados, podendo haver reiteração da mesma solicitação caso os esclarecimentos não sejam satisfatórios e audiência pública se necessária;
- Emissão de parecer técnico conclusivo para posterior deferimento ou indeferimento. (CONAMA RES.237, 1997).

Atualmente, a água integra em nosso país e até mesmo em nosso planeta uma das preocupações em um desenvolvimento sustentável precisando, assim, de uma prevenção por parte do agente poluidor, com base em legislações vigentes do país. A saúde da população e o equilíbrio da vida aquática não podem ser afetados pela má qualidade da água. Em virtude disto, criam-se meios para avaliar a evolução da qualidade de água e melhorar a qualidade de vida da sociedade e do meio ambiente.

Foi adequado o lançamento de efluentes para águas doces com um total de quatro classes colocando em conformidades os parâmetros inorgânicos. (CONAMA RES 375, 2005).

Foi adequado o lançamento de efluentes para águas doces com um total de quatro classes colocando em conformidades os parâmetros inorgânicos. (CONAMA RES 375, 2005).

Classe 1. São águas que podem ser destinadas para consumo humano com apenas tratamentos simples.

Tabela 3. Parâmetros de águas classe 1.

<b>Parâmetros Inorgânicos para disposição</b>			
<b>Elemento</b>	<b>Concentração mg L<sup>-1</sup></b>	<b>Elemento</b>	<b>Concentração mg L<sup>-1</sup></b>
Alumínio dissolvido	0,1	Fósforo total (ambiente lêntico)	0,020
Antimônio	0,005	Fósforo total (ambiente intermediário)	0,025
Arsênio total	0,01	Fósforo total (ambiente lótico)	0,1
Bário total	0,7	Lítio total	2,5
Berílio total	0,04	Manganês total	0,1
Boro total	0,5	Mercúrio total	0,0002
Cádmio total	0,001	Níquel total	0,025
Chumbo total	0,01	Nitrato	10,0
Cianeto livre	0,005	Nitrito	1,0
Cloreto total	250	Prata total	0,01
Cloro residual total	0,01	Selênio total	0,01
Cobalto total	0,05	Sulfato total	250
Cobre dissolvido	0,009	Sulfeto (H <sub>2</sub> S não dissociado)	0,002
Cromo total	0,05	Urânio total	0,02
Ferro dissolvido	0,3	Vanádio total	0,1
Fluoreto total	1,4	Zinco total	0,18

Fonte: CONAMA Nº 375 (2005, p. 11).

A Resolução descreve que os parâmetros inorgânicos de águas doces de classe 2, que podem ser designadas à população após tratamentos intermediários, são iguais aos padrões de classe 1. (CONAMA RES 375, 2005).

Classe 3. São águas doces que podem ser destinadas a população humana por meio de tratamentos convencional ou avançados.

Tabela 4. Parâmetros de água classe 3.

<b>Parâmetros Inorgânicos para disposição</b>			
<b>Elemento</b>	<b>Concentração mg L<sup>-1</sup></b>	<b>Elemento</b>	<b>Concentração mg L<sup>-1</sup></b>
Alumínio dissolvido	0,2	Ferro dissolvido	5,0
Arsênio total	0,033	Fluoreto total	1,4
Bário total	1,0	Lítio total	2,5
Berílio total	0,1	Manganês total	0,5
Boro total	0,75	Mercúrio total	0,002
Cádmio total	0,01	Níquel total	0,025
Chumbo total	0,033	Nitrato	10,0
Cianeto livre	0,022	Nitrito	1,0
Cloreto total	250	Prata total	0,05
Cobalto total	0,2	Selênio total	0,05
Cobre dissolvido	0,013	Sulfato total	250
Cromo total	0,05	Sulfeto	0,3
Fósforo total (ambiente lântico)	0,05	Urânio total	0,02
Fósforo total (ambiente intermediário)	0,075	Vanádio total	0,1
Fósforo total (ambiente lótico)	0,15	Zinco total	5

Fonte: CONAMA N° 375 (2005, p. 17).

A resolução Conama Nº 430, 2011, que veio a complementar a resolução Conama Nº 375, 2011, altera em partes padrões e diretrizes para o lançamento de efluentes em corpos de águas receptoras, como pH entre 5 e 9, temperatura inferior a 40°C ou não exceder a 3°C do ponto de mistura.

Tabela 5. Parâmetros de disposição.

<b>Parâmetros inorgânicos Valores máximos</b>			
<b>Elementos</b>	<b>Concentração mg L<sup>-1</sup></b>	<b>Elementos</b>	<b>Concentração mg L<sup>-1</sup></b>
Arsênio total	0,5	Ferro dissolvido	15,0
Bário total	5,0	Fluoreto total	10,0
Boro total	5,0	Manganês dissolvido	1,0
Cádmio total	0,2	Mercúrio total	0,01
Chumbo total	0,5	Níquel total	2,0
Cianeto total	1,0	Nitrogênio amoniacal total	20,0
Cianeto livre	0,2	Prata total	0,1
Cobre dissolvido	1,0	Selênio total	0,30
Cromo hexavalente	0,1	Sulfeto	1,0
Cromo trivalente	1,0	Zinco total	5,0
Estanho total	4,0		

Fonte: CONAMA Nº 430 (2011, p. 4).

### 3.4 RESÍDUOS

As indústrias galvanicas geram quantidades significativas de resíduos como cromo, níquel, cobre e cianeto dependendo do tipo de processo utilizado, portanto necessita-se de uma investigação e possível avaliação para que possa identificar uma tecnologia de tratamento mais adequada. (SIMAS, 2007).

Os resíduos galvanicos se formam de tempos em tempos, conforme os banhos eletrolíticos vão sendo utilizados e não possuem o mesmo efeito que se necessita. Logo, precisa ocorrer o descarte destes para que possa ser tratado de forma conveniente. (HUGENNEYER, 1997 apud CARRARA 1997).



### **3.4.1 EFLUENTES LÍQUIDOS**

Os efluentes são gerados através de descartes de dos banhos químicos e das águas de lavagem do processo normalmente eles são coloridos e possuem valores de pH que atingem extremos ácidos e básicos. São dispostos para a estação de tratamento continuamente os de banhos de lavagem e periodicamente os de tanques de desengraxe, decapagem ácida e de banhos em geral. (PUGAS, 2007 apud NOGUEIRA, 2008).

#### **3.4.1.1 CLASSIFICAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DOS EFLUENTES**

Os efluentes líquidos precisam ser depositados para possível tratamento de acordo com suas composições químicas, através de tanques de acumulo. É ressaltada a necessidade em fazer um levantamento de todos os tipos de efluentes gerados, tal como vazão, dimensionamento dos tanques, vazão diária, frequência de purgas de concentrados e informações qualitativas da formação dos banhos. (PASQUALINI, 2004 apud NOGUEIRA, 2008).

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.

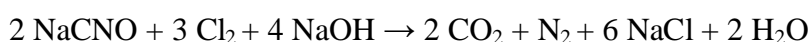
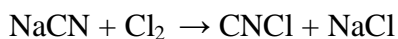
Efluentes gerais alcalinos. Desengraxantes químicos por imersão e eletrolíticos e suas águas de lavagem.

Quanto aos efluentes quelatizados e aos óleos, deverão ser avaliadas as suas quantidades de descartes para definir se há necessidade de separá-los dos efluentes gerais. Em geral, as quantidades desses tipos de efluentes são pequenas e seus descartes poderão ser programados e controlados sem maiores problemas. (MELO; MATCH, 2001, p. 14).

#### 3.4.1.2 OXIDAÇÃO DE CIANETOS

Os efluentes contendo cianetos são muito tóxicos e precisam ser oxidados na forma de cianatos com reagentes oxidantes como hipoclorito, cloro-gás ou peróxido de hidrogênio, é normalmente oxidado para efluentes com menos de 1% de cianeto livre.

As reações por cloração são:



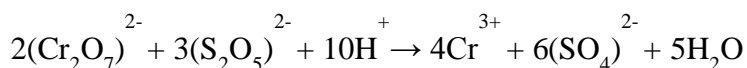
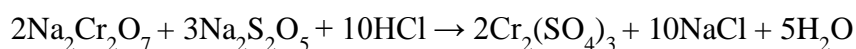
A oxidação ocorre em duas etapas, a primeira ocorre na alcalinização do meio para o pH entre 10,5 a 12,8 que irá se formar o cianeto. Nunca o pH poderá ser inferior a 9,5, pois formam-se gases extremamente tóxicos como cianeto cianogênio ou até mesmo gás cianídrico. Logo deveremos verificar se há cloro livre, caso tenha um residual de 0,5 a 1 ppm o efluente está livre de cianeto e poderá ser reduzido o pH na faixa de 8,0 a 8,5 para que o cianeto se oxide em gás carbônico e nitrogênio. (MELO; MATCH, 2001).

#### 3.4.1.3 REDUÇÃO DE CROMO HEXAVALENTE

O cromo quando está em sua forma hexavalente não precipita quando se eleva o pH. Portanto, não há como retirá-lo da solução. Logo é necessário reduzi-lo de cromo hexavalente para trivalente. (JACOBSEN, 1977 apud PIMENTEL, 2003).

Os principais redutores utilizados para reduzir o cromo são o metabissulfito de sódio,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ , bissulfito de sódio,  $\text{NaHSO}_3$ , sulfato ferroso,  $\text{FeSO}_4$ , e dióxido de enxofre,  $\text{SO}_2$ , porém, o mais utilizado é o metabissulfito de sódio pelo seu baixo custo e ótimo rendimento. (BRAILE E CAVALCANTI, 1993 apud PIMENTEL, 2003).

Seguem as reações abaixo com Metabissulfito de sódio para a redução do dicromato de sódio que é utilizado nos banhos galvânicos.



Nas reações de redução do cromo hexavalente para o trivalente normalmente utiliza-se com ácido clorídrico. (LIU, 1997 apud PIMENTEL, 2003).

### 3.5 PRECIPITAÇÃO DE METAIS

A precipitação de metais se deve principalmente ao ajuste do pH, o cobre, por exemplo, com pH 10 tem sua máxima solubilidade em  $0,4 \text{ mg L}^{-1}$  fazendo com que o restante seja precipitado na forma de hidróxido. Há variação de metal para metal, como por exemplo, o Níquel que em pH 10 a sua concentração em solução é de  $0 \text{ mg L}^{-1}$ . O Cromo tem solubilidade de  $0,3 \text{ mg L}^{-1}$  em pH 10. O pH ideal para cada tipo de efluente tem que ser pesquisado pelo operador a fim de deixar o efluente dentro dos limites legais. (MELO; MATCH, 2001).

Tabela 6. Precipitação dos metais em função do pH.

pH	Concentração do metal em solução, após a precipitação ( $\text{mg L}^{-1}$ ).					
	Fe	Ni	Cr	Zn	Cd	Cu
6,50	0,80	19,20	17,80	18,50	19,20	11,00
7,00	0,40	18,90	13,70	17,80	18,40	5,80
8,00	0,00	10,80	7,10	9,10	15,20	2,40
8,50	0,00	2,30	5,00	1,60	4,80	1,70
9,00	0,00	0,60	3,40	1,50	0,90	1,20
10,00	0,00	0,00	0,30	8,40	0,00	0,40

Fonte: MELO; MATCH (2001, p. 90).

### 3.6 LODO GALVÂNICO

Os lodos galvânicos provem da precipitação de soluções galvânicas, sistemas de filtragem e da estação de tratamento de efluentes. O lodo é constituído principalmente de metais pesados ou de uma mistura com hidróxidos. (RUI SIMAS, 2007).

Após a precipitação dos metais formando o lodo galvânico, ocorre um bombeamento para leitos de secagem ou em filtros prensa onde é reduzida sua umidade que fica entre 40 a 50%. (NASCIMENTO; MOTHÉ, 2007).

A umidade tem relação direta com o custo da disposição de resíduos tóxicos, pois estes são despostos em aterros sanitários de classe 1 que por sua vez o valor por quilograma de lodo depositado. Em aterros químicos não podem ser descartados com matéria orgânica, pois com o tempo ela irá se decompor e comprometer a sua estrutura, precisa ser sólido ou com uma estrutura consistente para que sustente o material ao amontoar. (MELO; MATCH, 2001).

#### **4 CONCLUSÃO**

O processo de galvanoplastia vem sendo utilizado em boa parte do mundo principalmente para proteger o material que será recoberto contra corrosão, aumentar propriedades como condutibilidade elétrica e pode servir como decoração de peças, que dependendo do tipo de banho galvânico utilizado, serve para dar um aspecto de “espelho” nas mesmas.

Os processos de cobreação, niquelação e cromaço são largamente utilizados para conferir as peças uma maior resistência à corrosão e um aspecto muito decorativo.

A questão ambiental vem mostrando uma preocupação mundial para o tratamento de todos os resíduos de galvânicas, assim como de outras indústrias e atividades do homem, pois em geral são metais pesados e outros componentes extremamente tóxicos como o cianeto, e precisa ser tratado em estações de tratamento de efluentes das próprias galvânicas usando métodos convencionais baseado em reações físico-químicas ou métodos mais avançados. Além desta preocupação, as percas industriais que precisam ser diminuídas, evitar gastos em todos os processos como o aumento de químicos nos banhos que poderiam ser economizados e o uso de uma maior quantidade de produtos químicos para tratamento destes efluentes.

## 5 REFERÊNCIAS

BRASIL. Resolução nº 237 de 19 de Dezembro de 1997. **Resolução nº 237**. Disponível em <<http://www.ibama.gov.br/licenciamento/index.php>>. Acesso em 05/06/2011.

BRASIL. Resolução nº 357 de 17 de Março de 2005. **Resolução nº 357**. Disponível em <<http://www.ibama.gov.br/licenciamento/index.php>>. Acesso em 05/06/2011.

BRASIL. Resolução nº 430 de 16 de Maio de 2011. **Resolução nº 430**. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em 05/06/2011.

CARRARA, Silvia Marta Castelo de Moura. **Estudos de Viabilidade do Reuso de Efluentes Líquidos Gerados em Processos de Galvanoplastia por Tratamento Físico-Químico**. 1997. 137 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil). Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 1997.

FERREIRA, José Migue (Coord.). **Plano Nacional de Prevenção de Resíduos Industriais (PNAPRI)**. Lisboa: INETI. 2000.

FILHO, José Antonio Sales de Melo; MACHT, Axel (Coord.). **Roteiro Complementar de Licenciamento e Fiscalização Tipologia Galvanoplastia**. Recife: CPRH, 2001.

NASCIMENTO, Teresa Cristina F. do; MOTHÉ, Cheila Gonçalves. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais**. Revista Analytica, Rio de Janeiro, Ed. 27, p. 36-48 Fevereiro/Março, 2007. Disponível em <[http://www.revistaanalytica.com.br/ed\\_anteriores/27/art02.pdf](http://www.revistaanalytica.com.br/ed_anteriores/27/art02.pdf)>. acesso em 05 Jun. de 2011.

NOGUEIRA, Luciana Soares. **Plano de Prevenção de Riscos Ambientais (pgra) Para Empresas de Galvanoplastia**. 2008. 28 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) – Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2008.

PIMENTEL, Marcio Antonio da Silva. **Controle da Dosagem de Metabissulfito de Sódio em Efluentes Contendo Cromo Hexavalente**. 2003. Tese (Mestrado em Saúde Pública). Escola Nacional da Saúde Pública. Rio de Janeiro. 2003.

SIMAS, Rui. **Levantamento da Geração de Resíduos Galvânicos e Minimização de Efluentes Contendo Cianeto**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental). Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2007.