

## Índice

<b>Tópico</b>	<b>Página</b>
<b>1- Identificação da Empresa</b>	<b>3</b>
<b>2- Objetivos e Justificativa do Projeto</b>	<b>4</b>
2.1-Objetivos	4
2.2-Justificativas para implantação do projeto	4
<b>3- Processo industrial</b>	<b>7</b>
3.1- Introdução teórica da atividade industrial antes da implantação do projeto	7
3.2- Otimização e redução do consumo de água nas lavagens de um processo de eletrodeposição	13
3.3- Como funciona a tecnologia de resinas de trocas iônicas:	18
<b>4- Descrição do projeto implantado</b>	<b>23</b>
4.1-Apresentação das ações implantadas	26
<b>5- Resultados</b>	<b>31</b>
5.1- Resultados com as implantações do projeto	31
5.2- Discussões	34
5.3. Conclusões	34
5.4- Cronograma de implantação	35
5.5- Agradecimentos	35
5.6- Bibliografia	36
<b>6- Anexos</b>	<b>37</b>
<b>7- Autorização de publicidade do material</b>	<b>50</b>



---

**1- Identificação da Empresa :**

**TERMOGAL TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES LTDA**

Rua Manoel Silveira D'Elboux, 340 – Bairro Novo Itu – ITU – SP – 13301-170

Fones 11- 4022-0484 / 4022-2360 - Fax: 4023-5233

e-mail: [termogal@uol.com.br](mailto:termogal@uol.com.br)

Inscrição Estadual nº 387.037.400.110

CN.P.J. nº 55.243.406/0001-97

Data de fundação: 06/DEZ/1985

Prestação de serviços galvanotécnicos em Cobre, Níquel, Estanho, Prata,  
Anodização, Alodinação, Fosfatização

**Título do projeto :**

**Implantação de um sistema de recuperação com reuso de  
matéria-prima e água em circuito fechado da galvanoplastia  
com descarte zero de efluentes industriais.**

**Categoria de Participação no 2º Prêmio Fiesp de Conservação e Uso de Água:**

**Micro/Pequena Empresa**

Palavras-chave – água, cascata, Cianetos, circuito-fechado, Cobre, contra-fluxo, efluente, Estanho, ETE, galvânica, galvanoplastia, lavadores, metal, minimização, Níquel, P+L, Prata, recuperação, redução, remoção, resíduos, resinas, reuso, reciclagem, segregação, troca-iônica.

**Equipe Responsável:**

Luis Donizeti Rocha – Diretor – 11-40222360 – [termogal@uol.com.br](mailto:termogal@uol.com.br)

Pedro de Araújo – Autor, Consultor Galvanotécnico Autônomo - 11-85162717 –  
11-40297482 - [pdearaujo@ig.com.br](mailto:pdearaujo@ig.com.br)

---

## 2. Objetivos e Justificativa do Projeto :

### 2.1-Objetivo

O objetivo deste projeto foi implantar ***tecnologias de produção mais limpa na planta galvânica*** da ***Termogal Tratamento de Superfícies Ltda***, que resultassem *economia do uso de água* acima de 95% com adoção de um sistema de lavadores cascatas em contra-fluxo dos processos com seus circuitos fechados segregados, *redução de desperdício de matéria-prima com sua recuperação* através da tecnologia de resinas de troca iônica segregada ao ponto gerador do efluente galvânico e conseqüente *redução da massa de lodo galvânico*, resíduo sólido classe I, e finalmente, para os processos não segregados que continuaram a ser tratados na Estação de Tratamento de Efluentes Galvânicos através de reações físico-químicas, *reuso de água* após sua saída do filtro prensa com percolação do filtrado em coluna de troca iônica para total descontaminação e posterior reuso contínuo em circuito fechado. Fechar todos os circuitos de água industrial, inclusive a saída de efluentes para a rede pública.

Estimou-se que as ações conjuntas adotadas para produção mais limpa, após sua implantação, resultariam em *menor custo direto de produção*, *melhor qualidade* do processo, *maior competitividade* da empresa no mercado, *aumento da lucratividade*, *preservação de recursos naturais* oriundos da ***água*** (eliminação de 100% dos lançamentos de efluentes galvânicos e redução do uso de energia elétrica da ETE-G); ***solo*** (dos aterros sanitários); ***atmosfera*** (minimização de massa de lodo galvânico a ser fundida em fornos de alta temperatura); e ***combustíveis naturais***.

Os *benefícios sociais* também são esperados no médio e longo prazo, tanto pela criação de uma nova cultura de produção mais limpa, quanto pela possibilidade da contribuição para melhoria da qualidade de vida das populações que habitam principalmente as margens ribeirinhas dos recursos hídricos superficiais no entorno da instalação galvânica.

### 2.2-Justificativas para implantação do projeto:

2.2.1-Água é um bem de valor inestimável nos dias atuais e no processo galvânico é matéria-prima de elevado consumo.

2.2.2-O custo da água está cada dia mais difícil de ser administrado na composição dos custos diretos de produção galvânica.

2.2.3-A água utilizada nas galvanoplastias necessita antes do seu descarte de processos de purificação para atendimento da legislação e preservação dos recursos hídricos das bacias hidrográficas do entorno da instalação galvânica.

2.2.4-Os processos usuais de purificação de águas de galvanoplastias geralmente são físico-químicos, produzem massas elevadas de resíduos sólidos classe I que além do alto custo da disposição legal, possuem elevados teores de água incorporada nos sólidos da ordem de até 90% sendo esta água a que têm o maior custo por metro cúbico.

2.2.5-Quanto maior a necessidade de água nos processos galvânicos, maior a área instalada das Estações de Tratamento de Efluentes Galvânicos (ETE-G) pelos métodos físico-químicos, o que têm se tornado um fator de perda de competitividade e lucratividade decorrente tanto do alto valor de investimento necessário nas plantas de ETE-G, quanto na aquisição de propriedades para instalação das galvanoplastias.

2.2.6-A implantação de tecnologias de produção mais limpa na galvanoplastia permite além de benefícios ambientais e sociais, melhorias de qualidade dos processos galvânicos e maior competitividade e lucratividade.

2.2.7-Há carência de cultura da água nos empreendimentos galvânicos e neste projeto, implantado em nossa pequena galvanoplastia, procuramos desmistificar a impossibilidade de que a pequena empresa não pode adquirir processos ecologicamente corretos que incorporam alta tecnologia de produção.

2.2.8-A Galvanoplastia é um segmento produtivo que está normalmente no meio ou final de um processo de fabricação de um produto que contenha partes metálicas ou de plásticos de engenharia, seja do setor automotivo, eletrônico, metalúrgico, mecânico, acessórios e vestuário em geral ou arquitetônico, dentre outros. Geralmente a galvanoplastia é vista como um lugar sujo e molhado cujo ambiente é bastante insalubre onde se dá banho nas peças. E galvanoplastia não é isso. É resultado da pesquisa e desenvolvimento, enfim, pura tecnologia química e eletroquímica, mecânica, eletrônica, física, biológica e recentemente incorporando novos processos de nanotecnologia.

2.2.9-Na galvanoplastia processa-se a etapa de revestimento de um metal menos nobre com outro metal mais nobre ou outro material, como as tintas e as resinas técnicas, que promovam sobre o substrato melhorias tais como resistência à corrosão,

dureza superficial, condução de eletricidade, acabamento estético, etc. Essa etapa popularmente chamada de “banho” é realizada em plantas galvânicas prestadoras de serviços a terceiros ou nas plantas galvânicas internas nas grandes fábricas e geralmente há grande complexidade operacional nos processos unitários. Praticamente a água está presente em quase todas as etapas dos processos galvânicos, logo é preciso conservá-la.

2.2.10-Convencionalmente, o tratamento de superfícies metálicas necessita de grandes volumes de águas para operacionalização dos processos nas galvanoplastias. A qualidade das águas utilizadas nos processos galvanotécnicos em geral, tanto químicos como processos eletroquímicos, é de uma água normalmente igual ou de qualidade superior às águas fornecidas pelas empresas de abastecimento público.

2.2.11-Os principais metais utilizados como revestimentos técnicos e decorativos são oriundos de soluções eletrolíticas aquosas contendo principalmente íons de Zinco, Cobre, Níquel, Cromo, Estanho, Prata, Ouro, além de camadas químicas de conversão como Fosfatização, Cromatização, que servem principalmente como base de ancoragem para pintura técnica e decorativa e Anodização técnica e decorativa, esta última largamente utilizada no setor de arquitetura, dentre outras aplicações. Todos resultam elevados teores de contaminação nas águas efluentes e massas de lodo que variam de 1 a 5% do peso/volume do efluente gerado. Logo, qualquer medida que promova redução do efluente e geração de lodo resulta em inúmeros benefícios.

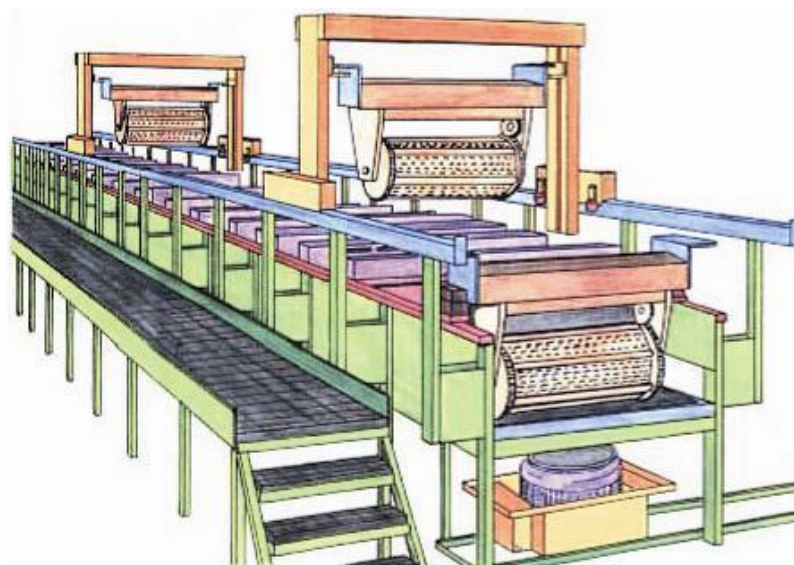
2.2.12-Preservar o meio ambiente e produzir com tecnologias mais limpas permitirão sustentabilidade à empresa no médio e longo prazo, com maior competitividade e lucratividade.

### 3-Processo industrial

#### 3.1-Introdução teórica da atividade industrial antes da implantação do projeto

Galvanoplastia é a denominação genérica para designar a atividade de tratamento de superfícies quando se utilizam processos químicos e eletroquímicos e os processos produtivos ocorrem em equipamentos individuais dispostos em linha ou células, cuja operacionalização pode ser automática ou manual, conforme as figuras 1, 2 e 3.

O processo consiste de um agrupamento de operações unitárias que normalmente se iniciam com a montagem de peças em gancheiras ou sua colocação dentro de tambores rotativos apropriados para receberem a seqüência operacional química e eletroquímica que permitirá ao final, obtenção do revestimento metálico ou não, sobre as peças, com diversa finalidade que poderá ser técnica ou decorativa.



*Figura 1 – Desenho de Linha automática de eletrodeposição em tambores rotativos*

Para revestir um objeto qualquer, seja ele de qualquer substrato, por exemplo: revestimento com um único metal, Estanho sobre uma peça de substrato bronze fundido, são necessárias etapas diversas no processo químico e eletroquímico e entre as etapas onde há reações do meio com a peça, sempre há necessidade das etapas de lavagens intermediárias com elevado consumo de água.

Para exemplificar uma seqüência usando o substrato bronze acima, a menor possibilidade de seqüência de trabalho seria: Engancheiramento > Desengraxe químico > Lavagem > Desengraxe eletrolítico > Lavagem > Decapagem ou ativação ácida > Lavagem > **Revestimento Eletrolítico com Estanho** > **Lavagem** > secagem.



Há em paralelo na indústria galvânica os processos que são operacionalizados para proteção e preservação ambiental nas Estações de Tratamentos de Efluentes – ETE's.



Figura 2 – Linha Rotativa Manual de Estanho, Termogal – layout atual

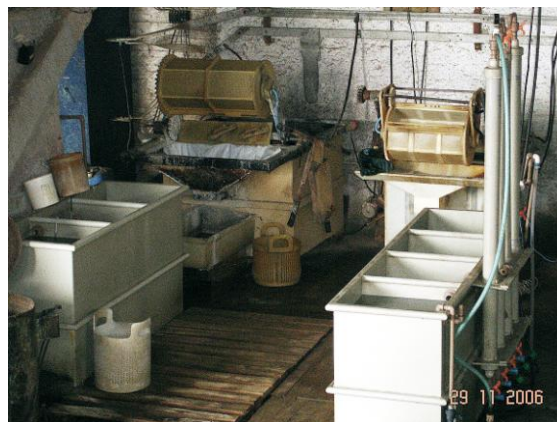


Figura 3 – Linhas Rotativas manuais, Cobre (esq.) e Prata (direita), Termogal - layout atual

A figura 4 abaixo ilustra a etapa de revestimento eletrolítico e lavagem corrente em estágio único :

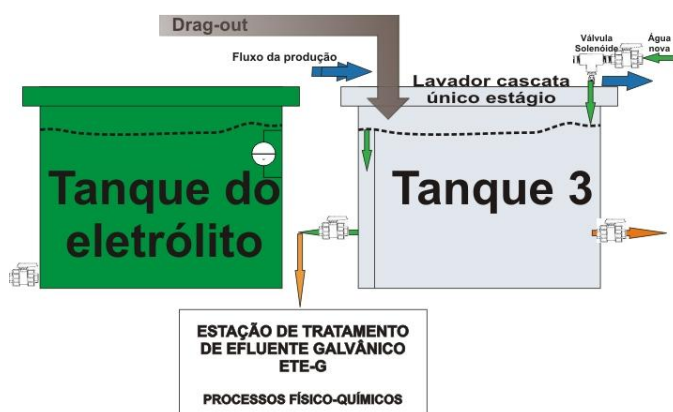


Figura 4– Lavagem após eletrodeposição metálica em estágio único



Figura 5– Lavagem após eletrodeposição metálica do Estanho na Termogal, em estágio único

Na figura 5 acima observamos como era realizada a lavagem de peças estanhadas na Termogal, em estágio único com lavador estático, substituindo o volume de água de lavagem à medida da necessidade observada pelo operador.

Obviamente que, quando há movimento da peça de um passo ao outro do processo, a peça arrasta em sua superfície um volume da solução de trabalho daquela etapa, contaminando a água de lavagem com a solução do estágio anterior e este ciclo se repete do início ao final do processo. As figuras 6 e 7 mostram as seqüências das lavagens de peças em baldes num sistema cascata em contra-fluxo do processo de Estanho da Termogal, atualmente em uso.



*Figura 6- Lavagem de peças em baldes, 3º estágio*



*Figura 7- Lavagem de peças em baldes, 5º estágio*

Em geral, num processo galvânico de produção de peças em bateladas, nos equipamentos chamados tambores rotativos, o arraste por Kilograma de peças pode variar de 5 a 30mL de solução de trabalho. Se considerarmos que um eletrólito de Estanho possui em média 15g/L de metal, podemos dizer que o arraste de Estanho poderá variar de 75mg até 450mg por um único Kilograma de substrato revestido. Se considerarmos que o tanque de lavagem depois do eletrólito de Estanho possui um volume de 100 Litros, considerando o menor arraste, depois de 5,34kg de peças produzidas, atingiremos um teor de contaminante nessa água da ordem de 4mg/L, e se considerarmos o maior arraste, após 0,89kg de peças produzidas, o teor de contaminante na água de lavagem será igual a 4mg/L.

O valor de 4mg/L de Estanho presente num efluente de água de lavagem para descarte é o valor máximo permitido pela Legislação Estadual e Federal brasileira.

A tabela I compara os parâmetros legais (Federal e Estaduais) para o lançamento de efluentes industriais em redes públicas ou diretamente nos mananciais superficiais.



*Tabela I- Parâmetros inorgânicos das legislações Estaduais e Federal*

LEGISLAÇÃO BRASILEIRA E DO ESTADO DE SÃO PAULO  <i>PARÂMETROS INORGÂNICOS PARCIAIS PARA LANÇAMENTO DE EFLUENTE INDUSTRIAL EM REDE PÚBLICA OU MANANCIAL SUPERFICIAL</i>	FEDERAL	SP - DECRETO 8468	
	CONAMA 357 –  ARTIGO 34	ARTIGO 18  Manancial de Superfície	ARTIGO 19ª  Rede Pública
Bário total	5,0 mg/L Ba	5 mg/L	x
Boro total	5,0 mg/L B	5 mg/L	x
Chumbo total	0,5	0,5 mg/L	1,5 mg/L
Cianeto total	0,2 mg/L CN	0,2 mg/L	0,2 mg/L
Cobre dissolvido	1,0 mg/L Cu	1 mg/L	1,5 mg/L
Cromo total	0,5 mg/L Cr	5 mg/L	5 mg/L
<b>Estanho total</b>	<b>4,0 mg/L Sn</b>	<b>4 mg/L</b>	<b>4 mg/L</b>
Ferro dissolvido	15,0 mg/L Fe	15 mg/L	15 mg/L
Fluoreto total	10,0 mg/L F	10 mg/L	10 mg/L
Níquel total	2,0 mg/L Ni	2 mg/L	2 mg/L
Nitrogênio amoniacal total	20,0 mg/L N	x	x
Prata total	0,1 mg/L Ag	0,02 mg/L	1,5 mg/L
Sulfeto	1,0 mg/L S	x	1 mg/L
Sulfato	x	x	1000 mg/L
Zinco total	5,0 mg/L Zn	5 mg/L	5 mg/L
x - Resolução Conama 357, Decreto 8468, artigos 18 e 19A não consideram estes parâmetros.			

Imaginemos então, uma pequena indústria que produza diariamente 1 tonelada de peças fundidas em bronze e que necessite revestir suas peças com Estanho lavando as mesmas num tanque de 100 litros de água. Se considerarmos a menor concentração de arraste citado acima, teríamos uma saturação de contaminação na água de lavagem da ordem de 750mg/L (equivalente à massa total de 75000mg no tanque) e para a condição de maior arraste, 4500mg/L de Estanho, (equivalente à massa total de 450000mg no tanque). As figuras 8 e 9 ilustram vários tipos de peças revestidas com Estanho.



*Figura 8 – Terminais de bronze fundidos e Estanhados*



*Figura 9 – Peças usinadas em latão e Estanhadas*

Se considerarmos neste exemplo que a qualidade ideal de água de lavagem é aquela que contém no máximo 4mg/L (400mg total no tanque) continuamente, verificará que para produção de 1 tonelada de peças com água de boa qualidade, são necessários de 18750 litros de água para obtenção de água de boa qualidade na menor massa de contaminante (750mg/L no tanque) até 112500 litros de água para obtenção de água de boa qualidade na condição exemplificada com maior massa de contaminante (4500mg/L). Ocorre que esta situação operacional implica em diluição do teor contaminante no efluente e é proibida pela Legislação.

Óbvio também é que diluir e descartar essa quantidade de água tornaria inviável qualquer operação galvânica.

Então, o que normalmente ocorre é que nas linhas de produção, são inseridos pelo menos dois tanques de lavagens, sendo que o primeiro tanque é de um volume estático e o segundo tanque de lavagem é de água corrente, conforme ilustrado na figura 10 a seguir:

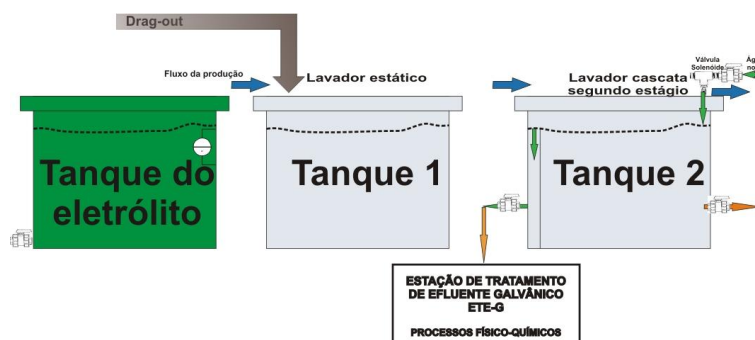


Figura 10 – Lavagem após eletrodeposição com o primeiro volume no tanque 1 estático e o segundo volume no tanque 2 água corrente.

Mesmo assim, ainda há excessivo consumo de água. Para esta condição, a concentração de Estanho no lavador drag-out seria de 750mg/L a 4500mg/L.

Logo, considerando o mesmo arraste variável de 5 a 30mL por kilograma de peças, teríamos no segundo lavador, uma massa total após a produção de uma tonelada de peças, variável para o menor arraste de água do drag-out na **faixa mínima de 3750mg** a 22500mg e para a situação de maior arraste a faixa de 22500mg até a **máxima de 135000mg** de Estanho presente no volume de 100 litros do segundo lavador.

Para produção de uma tonelada de peças, seriam necessários volumes variáveis de água para atingir a concentração de 4mg/l no **segundo lavador**, na faixa de 93,75 litros até 3375 litros de água, o que já começa a viabilizar a operação. Mesmo assim,

se considerarmos o Custo da água e o tratamento físico-químico acrescido do valor da disposição legal dos resíduos sólidos, constatam que há muito a fazer para melhorar a qualidade do meio ambiente e dos processos produtivos em galvanoplastia.

Como referência, um efluente galvânico nessa condição pode gerar após seu tratamento físico-químico de 0,010% a 0,02% de resíduo sólido por litro de efluente tratado. Logo, na melhor situação com gasto de apenas 93,75 litros de água no lavador, teríamos cerca de 9 gramas de resíduo sólido e na pior condição para consumo de 3375 litros de água, teríamos cerca de 650 gramas de resíduo sólido, para produção de uma tonelada de peças.

Mas é preciso lembrar de que em nosso exemplo estamos apenas considerando um passo de todo o processo.

Em geral, o efluente galvânico misturado após o tratamento físico-químico na ETE-G contém entre 1% e 5% peso por volume de resíduo sólido. A figura 11 mostra um efluente galvânico bruto. Na figura 12, o lodo galvânico retirado desse efluente após reações físico-químicas e filtração em filtro prensa na ETE-G.



*Figura 12 – Efluente galvânico bruto, ETE-G Termogal*



*Figura 12 – Lodo galvânico, ETE-G Termogal*

Isso equivale a dizer que a produção completa de uma tonelada de peças do nosso exemplo, para 1% de teor de resíduo sólido após tratamento na ETE-G, resultaria até 135Kg de resíduo sólido com um consumo de água da ordem de até 13500 litros.

Para a condição de 5%, seriam gerados 675Kg de lodo galvânico, o que fatalmente seria uma condição com muitos problemas técnicos operacionais e que não se descarta sua ocorrência em uma galvanoplastia.

Logo, a conclusão que chegamos é que embora exista o desperdício decorrente do tipo de operacionalização existente na planta galvânica, geralmente os resíduos sólidos e líquidos são menosprezados no cálculo do preço de venda do revestimento.

**O custo do tratamento do efluente é fator de competitividade e lucratividade. Quanto mais eficiente o processo, menor o custo. Quanto mais eficaz a tecnologia empregada, maior o diferencial de competitividade.**

Essa situação nos levou a buscar o conhecimento de aplicação das modernas e diversificadas tecnologias atuais para implantar na Termogal, sistemas de produção mais limpa na planta galvânica.

A Termogal, antes da implantação do projeto tratava em sua antiga ETE até 15m<sup>3</sup> dia de efluentes, com geração de lodo galvânico em até 200Kg/dia, dependendo do tipo de descarte que havia no processo.

A primeira parte de renovação tecnológica veio com a introdução de lavadores cascata em contra - fluxos dos processos, conforme descrito abaixo em 3.2. Na segunda etapa, introduzimos resinas de trocas iônicas.

### **3.2 – Otimização e redução do consumo de água nas lavagens de um processo de eletrodeposição**

Demonstramos a seguir que é possível efetuar lavagens com água de qualidade aceitável, reduzir a geração de efluente e recircular água em circuito fechado com reposição mínima de água nova no sistema segregado. Para demonstrar essa técnica, consideraremos conceitos de uso corrente em alguns países nas últimas décadas.

Considerando que é necessário conhecer a eficiência da água de lavagem em termos de sua qualidade, demonstraremos isso através da expressão matemática:  **$Rd = C_b / C_n = Q_l / q_b$** , onde:

**Rd** = eficiência de lavagem

**C<sub>b</sub>** = concentração dos constituintes do eletrólito ou solução química

**C<sub>n</sub>** = concentração dos constituintes no último estágio de lavagem

**Q<sub>l</sub>** = Vazão de água de lavagem expresso em L/h, L/m<sup>2</sup>, ou L/kg.

**q<sub>b</sub>** = arraste de uma etapa a outra expresso nas mesmas unidades da vazão

A qualidade da lavagem depende das concentrações constituintes da solução de trabalho, seja um eletrólito, seja um desengraxante químico ou outro passo de um determinado processo. Seu valor é arbitrário a cada instalação. A tabela II a seguir ilustra alguns valores adotados na Europa para Rd.

*Tabela II- Valores de eficiência de lavagem, Rd, adotados na Europa*

Tipo de processo	Qualidade da lavagem (faixa admissível para Rd)	Concentração do principal constituente do banho para a faixa admissível de Rd. [mg/L]
Desengraxantes químicos e eletrolíticos (sem Cianetos)	500 - 2000	85 a 340
Decapagens e ativações	1000 – 3000	170 a 340
Zinco ácido ou alcalino (sem Cianeto)	1000 – 5000	7 - 35
Zinco Alcalino Cianídrico	5000 – 10000	1,5 - 5
Cobre, Latão, Prata, Ouro (Alcalinos Cianídricos)	7000 - 10000	4 – 7,5
Níquel, Cobre, Estanho, Anodização, Fosfatização, (soluções ácidas)	2500 - 10000	6,25 – 19,25
Cromo técnico (duro) e decorativo	10000 - 50000	5 - 25
Passivações Crômicas, neutralizações, selagens	1000 - 6000	85 - 340

3.2.1-Consideraremos algumas situações conhecidas do galvanizador, usando o novo conceito de eficiência da água de lavagem :

**3.2.1.1** - Para lavagem simples em um único estágio ilustrado na figura 13:

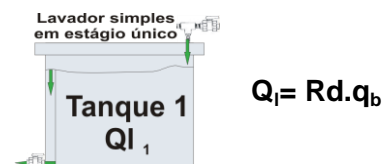


Figura 13

Os dados dos exemplos que vamos utilizar são reais do nosso projeto para o eletrólito de Estanho Ácido. Sejam 15g/L de Sn no eletrólito e desejando-se 0,004g/l de Sn no último lavador, para um arraste de 1,4L/h do eletrólito teríamos:  $Rd = C_b/C_n = Q/q_b$ ,  $Rd = 15/0,004 = 3750$ , logo,  $3750 = Q/q_b$ , então,  $3750 = Q/1,4 = 5250$ ; seria necessária uma vazão de 5250L/h para atingirmos a concentração de 0,004g/l de Sn no efluente.

**3.2.1.2** - Para lavagem contínua com entrada de água individual, em paralelo para cada estágio, ilustrado na figura 14, por exemplo: três tanques lavadores alimentados individualmente. Para este tipo de lavagem, vale a expressão matemática:  $Q_i = Q_{i1} + Q_{i2} + \dots + Q_{in} = n q_b \sqrt[n]{Rd}$ , sendo  $Q_{i1} \dots Q_{in}$  as vazões individuais e iguais de cada



tanque.  $Q_l$  é mínimo para  $Q_{l1}=Q_{l2}=...=Q_{ln}=Q_l/n$  quando as vazões são iguais em cada tanque.



Figura 14

Usando os mesmos dados acima para lavagem simples onde  $R_d = 3750$  e  $q_b = 1,4 \text{ L/h}$  para uma seqüência de lavagem em três tanques teremos:  $Q_l = 3 \times 5,250 \times 3750^{1/3} = 244,69 \text{ L/h}$ , sendo a vazão em cada tanque  $= Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_l/n = 244,69/3 = 81,56 \text{ L/h tanque}$ .

**3.2.1.3** - Para a lavagem cascata em contra-fluxo ou contracorrente ao processo, ilustrado na figura 15.

A expressão matemática a aplicar é:  $Q = q \sqrt[n]{R_d}$

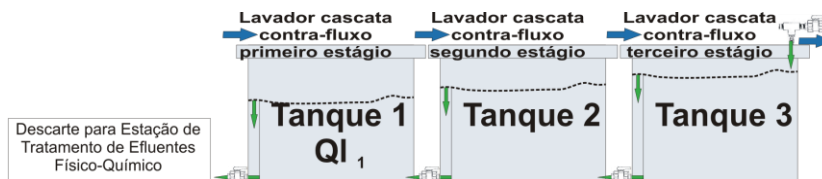


Figura 15

Usando os mesmos dados acima para lavagem simples onde  $R_d = 3750$  e  $q_b = 1,4 \text{ L/h}$  para uma seqüência de lavagem em três tanques teremos:  $Q = 5,25 \times 3750^{1/3} = 81,56 \text{ L/h}$

Considerando esta condição de lavagem cascata em contra-fluxo ao processo, temos um arraste horário de  $1,4 \text{ L}$  que se perde na saída do lavador 3, sendo parte desse volume evaporado na secagem e parte perdido na transferência ficando na calha do piso e sendo descartado para ETE. Devemos acrescentar ainda o volume de solução que retorna para o tanque de eletrodeposição originário do tanque 01, também igual à  $q_b$ , no exemplo  $1,4 \text{ L/h}$ . Logo, o volume de água necessário é  $Q + 2q_b = 81,56 + (2 \times 1,4) = 84,36 \text{ L/h}$ , descartado para ETE.

**3.2.1.4-** Para a lavagem cascata em contra-fluxo ou contracorrente segregado ao processo em circuito fechado.

Nosso objetivo agora, neste tópico, é não descartar mais um volume horário de água do lavador 1 cuja concentração de íons presentes é maior por ser o primeiro passo da lavagem. Considerando que o arraste de  $1,4 \text{ L/h}$  se processa em todos os tanques no

momento de sua transferência, podendo ocorrer variação desse volume em decorrência apenas da temperatura, para uma mesma peça, é necessário considerar que independentemente da temperatura e do uso de corrente elétrica em um estágio de processo, há perda de solução por arraste no momento da transferência.

Se há perda, esta deve ser reposta. Então, fechando-se o circuito, com a instalação de um sensor de nível no tanque de processo para acionamento de uma pequena bomba centrífuga, este sensor poderá comutar a reposição automática de nível de trabalho do eletrólito através da transferência de um volume do tanque 1 para o tanque do eletrólito até o nível de trabalho.

É evidente que o volume transferido do tanque 1 para o tanque de processo, ocorrerá em intervalos de tempos variáveis em função do volume arrastado e deverá ser repostado automaticamente por outro sistema também controlado por sensor de nível instalado no tanque 1 para comutar uma válvula solenóide que admitirá a entrada de água nova no tanque 3, em sistema cascata no contra-fluxo do processo. Conclui-se então que essas operações promovem diluições nos lavadores, sem perda de matéria-prima e sem lançamentos de efluentes concentrados para a ETE.

Quando o estágio de processo, anterior às lavagens, utiliza temperaturas altas há significativa perda de água por evaporação. Se a reposição do volume evaporado por um volume do tanque 1 nesse sistema automático for maior do que o volume arrastado nas peças,  $q_b$ , admite-se que o sistema trabalha com necessidade de reposição de água nova e se o volume de reposição ultrapassar o valor de  $Q_i$ , o equilíbrio para um dado valor de  $R_d$  é automático, entretanto, deve-se considerar que somente quando a vazão de entrada de água nova for maior do que o volume de trabalho do tanque 3 poderemos afirmar que o sistema não necessita de alguma tecnologia de remoção de contaminante instalada em circuito fechado no tanque 3, fato que dificilmente se observa no dia-a-dia.

Com a instalação de um reator de colunas que usa a tecnologia das resinas de troca iônica no tanque de menor concentração, lavador 3 de nosso exemplo, ilustrado na figura 16 obtém-se água industrial com qualidade suficiente para uso do sistema em circuito fechado, gerando economia de água nova de até 99% e com baixo custo energético.

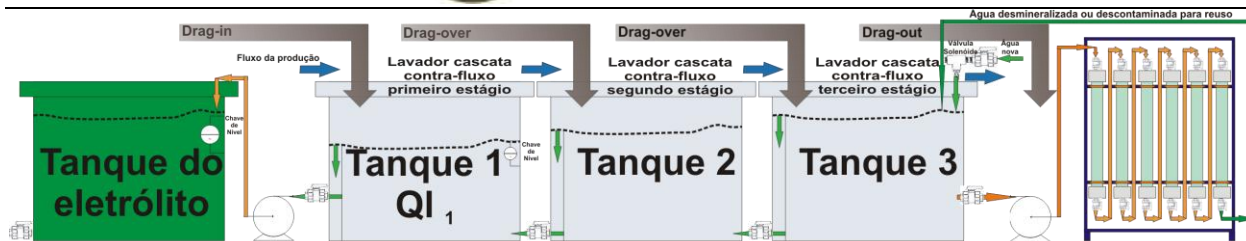


Figura 16

Usando-se os dados de nosso exemplo e considerando temperatura ambiente, a necessidade de reposição de água nova ao processo é de duas vezes  $q_b$ , 2,8 L/h.

Se considerarmos o valor de 5250 L/h necessários para a mesma eficiência com um lavador de estágio simples, pode-se dizer que: nossa economia de água passa a ser 99,95%. Veja resumo na tabela III.

Tabela III - Comparação das três lavagens aqui apresentadas:

Tipo de lavagem	Necessidade de água para $R_d=3750$	Redução do consumo %	Consumo ( $m^3$ ) em 264 horas mensais
Lavagem simples em um tanque	5250 l/h	0	1386,00
Lavagem simples em três tanques	244,69 l/h	95,34	64,59
Lavagem em três tanques cascatas contracorrente	84,36 l/h	98,39	22,27
Lavagem em três tanques cascatas contracorrente em circuito fechado com sistema de troca iônica	2,8 l/h	99,95	0,7392

O dimensionamento do reator de colunas de troca iônica é feito com base na caracterização dos íons presentes na solução, expresso em equivalentes-gramas. O desenho do reator deve levar em conta uma campanha, i.é, um intervalo de duração do ciclo das resinas desejado para a regeneração do sistema.

Com a inserção do reator de troca iônica no lavador 3, figura 16, de menor concentração de íons, o dimensionamento desse reator resulta em um equipamento de pequeno porte.

Pode-se considerar que esta técnica combinada proporciona "Descarte de efluentes líquidos tendendo a Zero". O uso da tecnologia de troca iônica permite a remoção de íons indesejáveis presentes em pequenas concentrações na água de processo de lavagem, no último estágio, e conseqüentemente, decorrente dos teores reduzidos viabiliza a implantação de pequenas colunas, como no exemplo do Estanho, com volume de 6 litros de resina e uma campanha maior com investimento menor.

### 3.3 – Como funciona a tecnologia de resinas de trocas iônicas:

Resinas de troca iônica, atualmente, são copolímeros sintéticos insolúveis, sólidos ou líquidos, que possuem sítios ativos com afinidade a cátions ou ânions, desenvolvidos especialmente para aplicações específicas e são utilizadas principalmente para modificar as características das substâncias presentes em um meio fluído ao ser percolado através de um reator de colunas contendo resinas de características ácidas ou básicas.

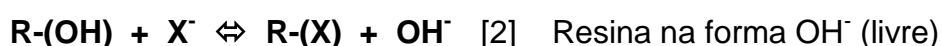
Neste projeto da Termogal utilizamos resinas em forma sólida de matriz polimérica, insolúvel em água, solventes, soluções ácidas e básicas conhecidas.

As reações de troca iônica acontecem quando íons dissolvidos na água passam através das colunas contendo tais resinas catiônicas ou aniônicas.

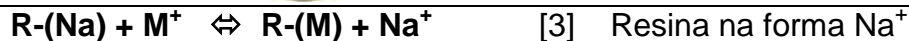
No segmento industrial a troca iônica é usada para remover íons, inclusive metais pesados presentes nas águas residuais de processos diversos, permitindo reuso da água em circuitos fechados indefinidamente, reciclagem e purificação de processos com objetivos de reduzir uso de matéria-prima nova e minimizar a geração de resíduo e volume de efluente.

Os íons presentes no meio fluído, influente, são trocados por outros íons fixados nas resinas, isto é, as resinas adsorvem íons (cátions ou ânions) de uma solução e os substituem por quantidades equivalentes de outros íons da mesma carga baseados em uma escala de seletividade. Quando água poluída por íons  $M^+$  e  $X^-$  é percolada seqüencialmente através de colunas para troca iônica contendo no mínimo duas resinas (catiônica e aniônica), os íons positivos da primeira são substituídos por  $M^+$ , e a seguir, os íons negativos da segunda resina são substituídos por  $X^-$ .

Em geral, as resinas trocam íons hidrogênio <sup>[1]</sup> por cátions e íons hidroxila <sup>[2]</sup> por ânions. Os íons hidrogênio liberados pela resina catiônica combinam-se com as hidroxilas liberadas pela resina aniônica, formando-se água pura ( $H_2O$ ).



Há aplicações específicas em que outros cátions <sup>[3]</sup> ligados às resinas são substituídos por cátions presentes na solução a ser purificada e o mesmo se sucede com alguns ânions <sup>[4]</sup> de algumas resinas:



A água que sai de um equipamento de troca iônica convencional com colunas de resinas catiônicas na forma  $\text{H}^+$  e aniônicas na forma  $\text{OH}^-$  após sua percolação, contém adicionais íons  $\text{H}^+$  e  $\text{OH}^-$ . Há substituição dos íons indesejáveis presentes anteriormente na água contaminada que permanecem adsorvidos nas resinas e a formação de novas moléculas de água em meio à solução percolada.

A tecnologia de troca iônica é utilizada em todos os segmentos industriais: farmacêuticas, alimentícias, química, petroquímica, biotecnologia, processos químicos, nuclear, naval, aeronáutica, espacial, mineração, metalurgia, purificações em geral, água industrial, potável, galvanotécnica e seus efluentes, etc., e nos sistemas municipais de abastecimento público. Veja a ilustração esquemática da troca iônica na figura 17 abaixo:



Figura 17

As resinas de troca iônica possuem capacidade de adsorção de íons normalmente expressas em equivalentes-gramas de  $\text{CaCO}_3$ . Quando ocorre a saturação da resina, significa que ocorreu um ciclo de operação da mesma. Normalmente, procede-se a expansão em contracorrente do leito da resina com um determinado volume de água filtrada, em seguida percola-se um volume pré-determinado de solução regenerante (solução de um ácido forte para resina catiônica e solução de uma base forte para resina aniônica) que será percolada e posteriormente denominada eluato e este conterá os íons retidos nos sítios da resina, para, finalmente proceder-se a lavagem final da resina e iniciar-se um novo ciclo operacional. Para algumas situações específicas não se procede à regeneração da resina e ações como queima ou outras reações químicas que inutilizam a resina são necessárias para atingir um objetivo.

O eluato proveniente de um sistema segregado poderá ser uma solução contendo uma determinada substância utilizada como matéria prima em algum processo específico e será reutilizada no mesmo, reduzindo a geração de resíduos sólidos na



ETE. Esta técnica é utilizada há décadas na Alemanha, Japão e Estados Unidos. Se não for um processo segregado, mas, uma mistura de processos, o eluato será uma solução concentrada de íons indesejáveis, em volumes reduzidos com elevada concentração iônica cujas quantidades de íons presentes são estequiometricamente iguais as existentes em um volume maior gerado para tratamento na ETE de um sistema convencional físico-químico.

Portanto, o eluato de uma mistura de íons de um efluente não segregado será um volume concentrado reduzido e deve ser tratado por métodos físico-químicos anteriormente adotados, requerendo posteriormente que sejam descartados tanto os resíduos sólidos quanto os líquidos de conformidade com a legislação ambiental vigente na região da instalação. Neste caso o que muda em relação ao sistema físico-químico convencional é que há redução significativa do volume de água de processo utilizado, uma vez que com a inclusão da tecnologia de troca iônica o trabalho passa a ser de reuso contínuo de água segregada ao processo em circuito fechado, volume correspondente e necessário para a produção horária de uma planta galvanica. Isto pode proporcionar redução de até 99% no consumo de água nova em uma planta galvanica, conforme se verificará mais adiante.

A simplicidade operacional, baixo custo energético e longa vida útil das resinas (que podem suportar até 500 ciclos de regeneração em regime de trabalho contínuo), aliados ao baixo custo de investimento dos sistemas, colocam a troca iônica em vantagem competitiva aos outros processos conhecidos tais como: (osmose reversa, diálise, eletro diálise, eletrólise, membranas de filtração, destilação, etc.).

Os sistemas de troca iônica estão em uso em todo o mundo sendo um dos processos mais antigos e econômicos de tratamento de águas e efluentes para diversificado uso. A tecnologia de troca iônica, desenvolvida há mais de 60 anos, segue evoluindo continuamente com a modernidade dos processos químicos dispondo-se atualmente de resinas adequadas a inúmeras aplicações específicas, bem como para a engenharia do processo e dos equipamentos utilizados.

Neste trabalho na Termogal utilizamos resinas de diversos grupos funcionais e matrizes poliméricas, das famílias Amberlite® e Amberlyst® [Rohm and Haas Co.], adequadas a cada aplicação, conforme a tabela IV a seguir:

**Tabela IV – classificação das resinas de troca iônica utilizadas neste projeto**

Resina	Matriz Polimérica	Grupo Funcional	Aplicação
Catiônica Quelante	Estireno / Divinilbenzeno	Ácido Iminodiacético	Remoção Seletiva de cátions metálicos
Catiônica Forte Ácida	Estireno / Divinilbenzeno	Sulfonatos	Remoção de cátions metálicos e não metálicos
Aniônica Fraca Básica	Estireno / Divinilbenzeno	Amina Terciária	Remoção de ânions fortes
Aniônica Forte Básica	Estireno / Divinilbenzeno	Amina Terciária	Remoção de ânions fracos e seus complexos

As matrizes podem ser de uma maneira geral, poliestirênicas, poliacrílicas ou de fenol-formaldeído, como ilustrado na figura 18 e figura 19 (formação do copolímero, matriz de poliestireno).

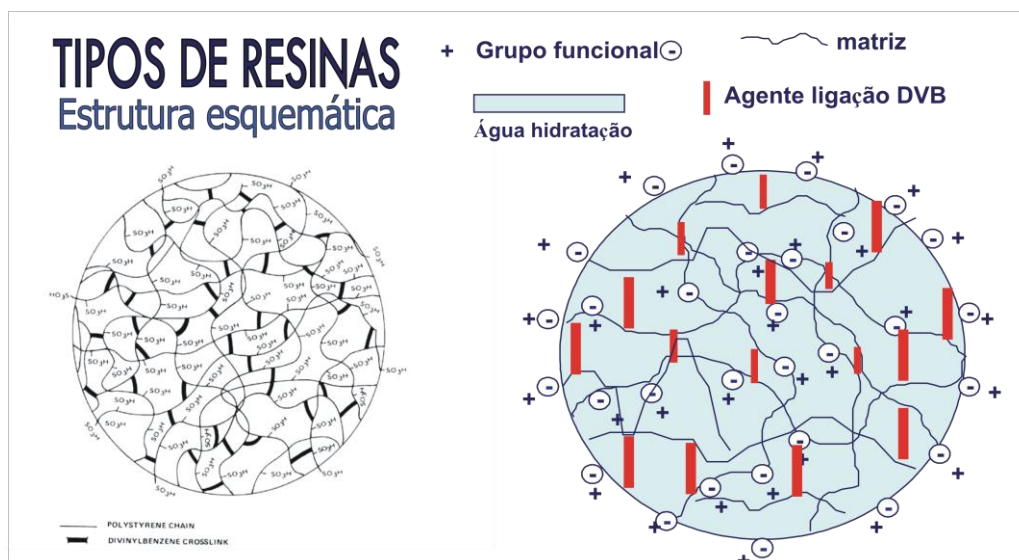


Figura 18

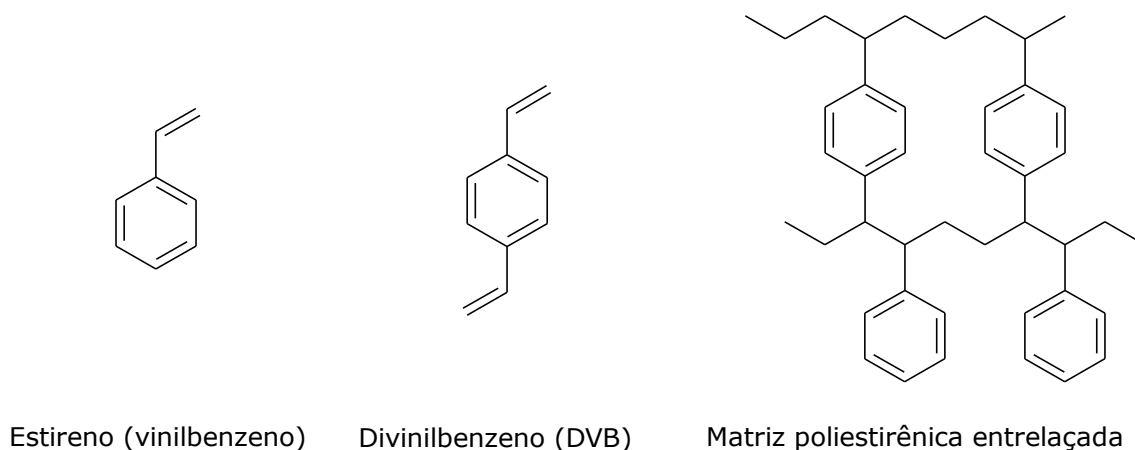
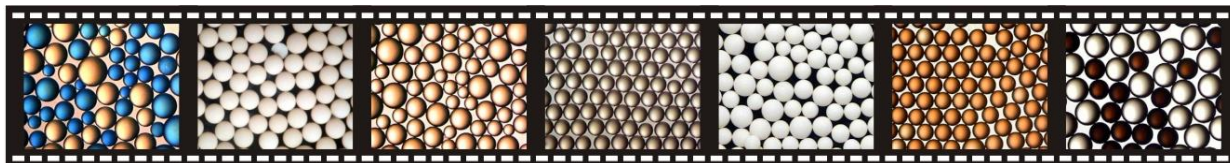


Figura 19

A seguir microfotografias ampliadas de alguns tipos de resinas de trocas iônicas , figura 20, esfera com variação de 300 a 800 micrometros.



*Figura 20 – microfotografias de várias resinas*

Na imagem a seguir, figura 21, seqüência fotográfica : efluente bruto, lodos galvânicos, efluente filtrado, carvão de coco, resina saturada, água de reuso.



*Figura 21 – seqüência fotográfica de recuperação de efluentes não segregados na ETE, com reuso de água.*

#### 4-Descrição do projeto implantado

O grande desafio de nosso trabalho foi desmistificar paradigmas e efetivamente introduzir as tecnologias disponíveis em nossa pequena unidade galvânica, *Termogal Tratamento de Superfícies Ltda – Itu – SP – Brasil*, prestadora de serviços para terceiros, provando sua viabilidade técnica e econômica.

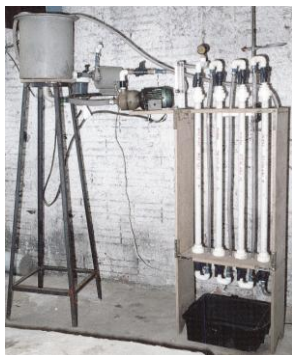
Recorremos às técnicas existentes que efetivamente poderiam ser implantadas e ao final de um determinado período de estudos e comparações, iniciado em janeiro de 2004, concluímos que a melhor proposta seria combinar alguma técnica conhecida do galvanizador com outra técnica menos usual. Elegemos um modelo para implantar: **o sistema de lavadores cascata em contra-fluxo do processo segregando-o conjunto ao sistema de troca iônica e circulando o efluente do lavador de menor concentração em circuito fechado com retorno do drag-out ao tanque de processo.**

Sistemas segregados para os processos de: Prata Cianídrica (com remoção total de Cianetos e recuperação do metal precioso), Cobre Cianídrico, Estanho Ácido, Níquel Watts e água da saída do filtro-prensa da ETE foram desenhados para a Termogal, dimensionados especificamente a cada caso.

A proposta contemplou redução de até 95% no uso de água nova, no consumo de matéria-prima que passou a ser reutilizada de forma segregada ao passo de processo gerador do desperdício e conseqüentemente a minimização do uso da Estação de Tratamento de Efluentes pelo método físico-químico com redução na geração de resíduo sólido para a disposição legal, redução de cerca de 92%.

Para atingir nosso objetivo celebramos uma parceria com a empresa Rohm and Haas Química Ltda. – São Paulo – SP - Brasil que efetivamente detinha conhecimento de uso mundial e tecnologia na fabricação de resinas de troca iônica, aplicáveis às diversas situações existentes na pequena galvanoplastia. O fornecedor disponibilizou volumes de diferentes resinas para que nós construíssemos uma pequena unidade de testes. Obviamente percorremos diversos caminhos, nem todos tranquilos até alcançar os objetivos desejados.

As fotos, figuras 22, 23 e 24 a seguir ilustram os primeiros caminhos percorridos para chegarmos à implantação do primeiro sistema de trocas iônicas, testes realizados com o Estanho ácido.



*Figura 22- Reator de trocas iônicas construído para os primeiros testes com o Estanho*



*Figura 23- Detalhe do Reator de trocas iônicas construído para os primeiros testes com o Estanho*



*Figura 24- Instrumentos de medição instalados no Reator de trocas iônicas construído para os primeiros testes e amostra do efluente contendo Estanho*

Os primeiros resultados obtidos podem ser vistos no laudo analítico nº2191 da Labortec, anexo 1.

O trabalho de implantação do primeiro conjunto de trocas iônicas foi iniciado em meados de setembro de 2004, e nosso foco inicial foi à linha de Estanho ácido, composta de 03 tanques equipados com tambores rotativos e 02 tanques parados, por ser o maior volume de itens produzidos na empresa, cerca de 500ton de peças estanhadas/ano. A proposta seguinte foi recuperar a Prata e remover Cianeto. Foram implantados dois conjuntos reatores de troca iônica para atender a 01 tanque rotativo e 04 tanques parados do eletrólito de Prata Cianídrica, pois representava o segundo maior volume de produção da empresa, cerca de 115ton de peças prateadas/ano. Na sequência, implantou-se o reator de troca iônica para remoção de Cianeto e Cobre, para a linha de Cobreação Cianídrica usada como base para deposição da Prata, Estanho e Níquel. O Níquel Watts, recebeu um equipamento semelhante ao do Estanho ácido, embora esse eletrólito seja pouco utilizado.

Finalmente, todos os pontos listados no projeto inicial tiveram seus processos segregados, com inclusão da recuperação da água originária de filtro-prensa da ETE, normalmente resíduos de piso e descartes eventuais de algum tanque de processo da anodização, fechando-se cem por cento os circuitos de usos de água na planta galvânica, finalizando-se a implantação com a partida do sistema em 01 de setembro de 2006. Verifique o “Auto de Inspeção da Cetesb, reproduzido ao final no anexo 13”.

A figura 16 acima mostra o modelo implantado segregado aos eletrólitos de Prata, Estanho, Cobre e Níquel, e na figura 25 a seguir ilustramos as ações implantadas na



ETE-G, dessa forma fechando-se 100% dos circuitos de água industrial na Termogal, inclusive com o fechamento físico da saída na ETE-G para a rede pública de esgotos.

Na ETE-G, também houve aproveitamento das águas de chuva, de um telhado com 115m<sup>2</sup>, representando em um ano o volume de 161m<sup>3</sup> que se houvesse regularidade nas chuvas, seria equivalente ao volume diário de água nova de reposição necessária para repor os volumes evaporados nos processos galvânicos.

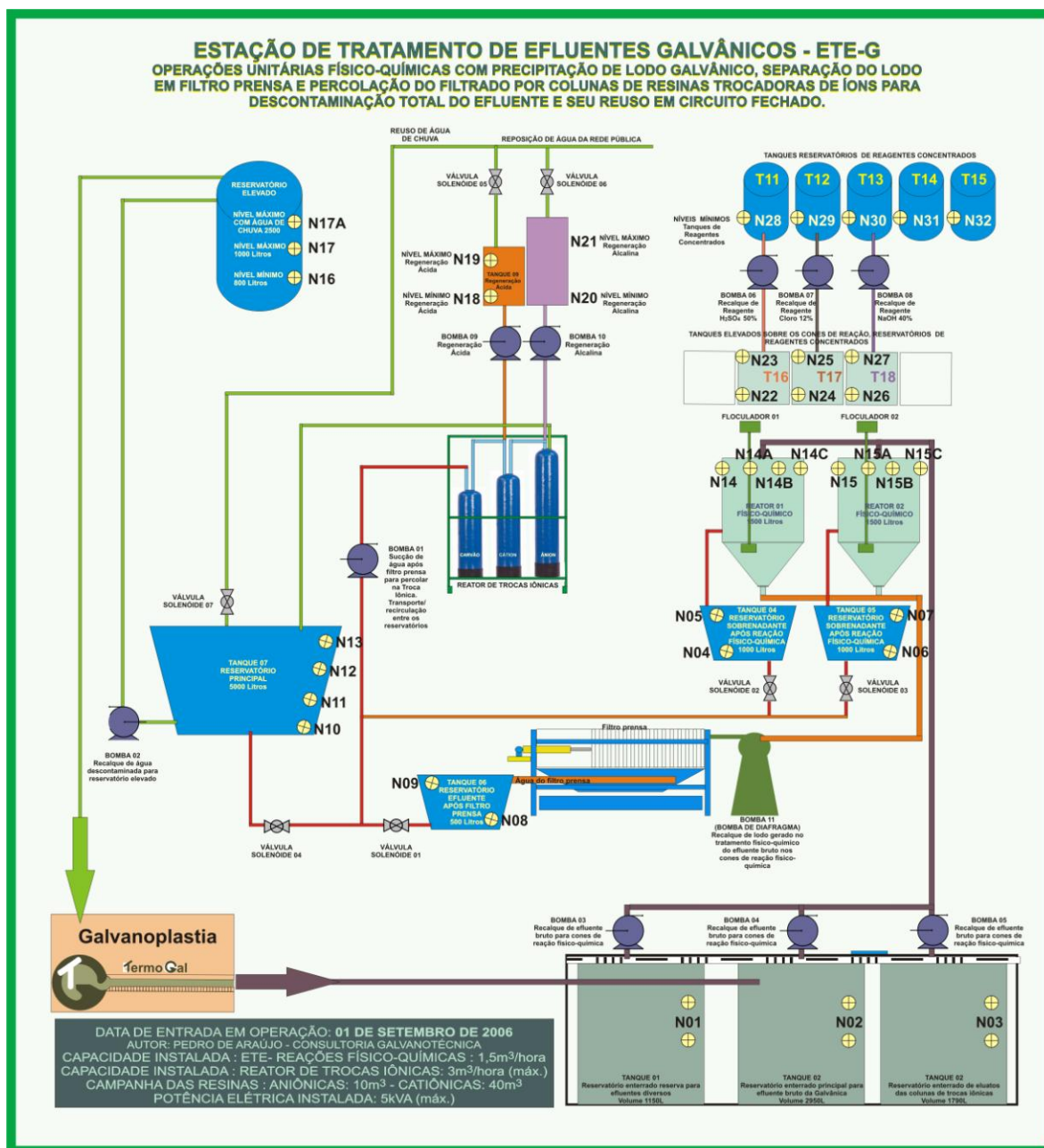


Figura 25 – Esquematização da operação da Estação de Tratamento de Efluentes Galvânicos com reuso de água e descarte zero de efluentes líquidos, incluindo captação de água de chuva.

Atualmente o consumo de água nova nos pontos segregados do projeto origina-se na evaporação da mesma durante a fase de secagem, eluato da troca iônica e reposição de nível de água dos tanques de pré-tratamento do alumínio, anodização e selagem.

#### **4.1-Apresentação das ações implantadas**

**4.1.1-Linha de eletrodeposição de Estanho Ácido.** Composta de 03 tanques rotativos de 750 litros e 02 tanques estáticos de 500 litros, com produção anual de cerca de 500 toneladas de peças estanhadas, sendo 90% dessa produção em substrato bronze fundido. O procedimento adotado contemplou a mudança de layout agrupando os tanques por tipo de eletrólito, tanto para processamento em batelada em tambor rotativo quanto para processamento em gancheiras. A substituição e adequação dos tanques lavadores foi necessária para aplicar a técnica da lavagem no contra-fluxo do processo em circuito fechado.

A primeira ação foi instalação de um sistema de lavadores no contra-fluxo do processo e posterior caracterização de cada passo de lavagem durante dois intervalos, partindo com água limpa em todos os tanques. A figura 26 mostra a seqüência de lavadores instalada, na fase dos primeiros testes.

O reator de troca iônica instalado, figura 27, foi dimensionado para capacidade de 6 litros de resinas em cada coluna, contendo sequencialmente: Carvão Ativado, Resinas: Quelante, Catiônica Forte, Aniônica Fraca e Aniônica Forte. As resinas eliminam do influente todos os ânions e cátions presentes, sendo que o Estanho é removido seletivamente na resina quelante que tem capacidade de remover 350g de Estanho metal por um ciclo de trabalho, regenerado na forma de Sulfato de Estanho que retorna para o eletrólito.

A faixa de vazão de serviço do sistema foi estabelecida em 120-180L/h. A entrada de água nova de reposição no sistema ocorre no lavador 1 quando um determinado volume da solução do eletrólito diluída presente no drag-out é devolvida para um dos tanques de eletrólito de Estanho. O reator de troca iônica foi instalado fazendo sucção inferior no tanque lavador 1, percolando o influente nas colunas e devolvendo o efluente, água descontaminada, para o mesmo lavador em circuito fechado. Perda de água no sistema ocorre conforme o exemplo real do item 3.2.1.1 -. A reposição de água nova no sistema é de cerca de 50 litros/dia.



Drag-out Lavador 4 Lavador 3 Lavador 2 Lavador 1  
**Figura 26-Primeira montagem de testes lavadores cascatas contra fluxo em circuito fechado -Sn**

Arranjo com Reator de Troca Iônica  
**Figura 27 Vista geral**

Após 56 dias da entrada de operação do sistema conforme ilustrado na figura 27 o mesmo foi modificado recebendo tanques definitivos e novo arranjo de layout, ilustrado nas figuras 28 e figura 29, mantendo-se compartimentos lavadores com volumes semelhantes ao protótipo inicial da figura 26.



Drag-out Lavador 4 Lavador 3 Lavador 2 Lavador 1  
**Figura 28**



Arranjo inicial -Troca Iônica  
**Figura 29**

Arranjo modificado  
**Figura 30**

Após a finalização do primeiro ciclo, regenerando-se o sistema 184 dias depois da partida, considerando elevado o teor de Sulfato na solução influente, optou-se por substituir a coluna específica para remoção do citado ânion, com capacidade adequada a campanha desejada conforme ilustrado na figura 30.

#### **4.1.2-Linha de Prata Cianídrica rotativa e Linha de Prata Cianídrica gancheiras.**

As figuras 31 e figura 32 ilustram o desenho implantado para remoção total de complexos cianídricos e Prata na linha de prateação rotativa e parada, respectivamente. Na figura 31 o reator contém em cada coluna 4 litros de resina aniônica forte com lavador cascata de quatro posições no contra-fluxo do processo sendo que no estágio do lavador de menor concentração há sucção do influente que percola sequencialmente nas quatro colunas e devolvendo o efluente descontaminado no mesmo ponto de sucção. O período de campanha das resinas varia de 30 a 40 dias, após a saturação das mesmas, estas são substituídas e enviadas a uma empresa especializada em recuperação de metais preciosos. O sistema está dimensionado para remoção de 1,6kg de Cianeto e Prata para um ciclo. A produção anual é cerca de 90 toneladas de peças prateadas. A reposição de água nova no sistema é de 15 litros/dia. Vazão de serviço na faixa de 80 a 120L/h.



Prata Cianídrica rotativa e tanque lavador cascata com detalhes do reator de troca iônica

Figura 31



Tanque Lavador cascata com reator de troca iônica acoplado, linha de prateação cianídrica gancheiras

Figura 32

Na figura 32 o reator para remoção de complexos cianídricos e Prata contém 6 litros de resina aniônica forte em cada coluna e o lavador contém apenas duas posições de lavagem em contra-fluxo do processo, sendo a campanha maior, varia de 90 a 120 dias. A produção é de 25 toneladas anuais de peças prateadas. Vazão de serviço entre 120 e 180L/h. A reposição de água nova no sistema é de 10 litros/dia.

#### **4.1.3-Linha de Cobre Cianídrico rotativo.**

A figura 33 ilustra o reator de troca iônica instalado na linha de Cobreação cianídrica. O reator é composto de duas colunas contendo 25 litros de resina aniônica forte cada uma e o lavador cascata em contra-fluxo do processo possui três posições. A vazão de serviço está na faixa de 100 a 400L/h. O sistema é capaz de remover 3,15kg de Cianeto e Cobre por um ciclo de trabalho das resinas de troca iônica. A campanha varia de 110 a 150 dias. Ao final do período as resinas são substituídas por uma carga de resinas novas. As resinas saturadas são enviadas como resíduo sólido classe1 ao destino legal final. A reposição de água nova no sistema é de 70 litros/dia. A produção anual de peças é de aproximadamente 300 toneladas.



Linha de Cobre Cianídrico rotativa – reator de troca iônica para remoção de Cianetos e Cobre

Figura 33



Linha de Níquel Watts – reator de troca iônica sobre o tanque lavador

Figura 34

#### **4.1.4-Linha de Níquel Watts.**

A figura 34 mostra o reator de troca iônica instalado na linha de Níquel Watts rotativo. O reator é composto de 5 colunas contendo sequencialmente cada uma, um volume de 5 litros de carvão ativado de coco, resinas: quelante, catiônica forte, aniônica fraca, aniônica forte. A resina quelante tem capacidade de remover seletivamente 500g de Níquel por um ciclo. Ao final do ciclo, o metal regenerado na forma de Cloreto de



Níquel retorna como matéria prima ao tanque de processo. A reposição de água nova no sistema é de 120L/dia. A campanha estimada é de 100 a 120 dias.

#### **4.1.5-Recuperação de água após a saída do filtro-prensa na ETE:**

Na planta galvânica ficaram sem segregação as linhas de anodização e preparação de peças, compostas de banhos desengraxantes, decapantes e ativadores somados ao volume de água de piso, equivalente a 304m<sup>3</sup> ano. Juntamente com as lavagens desses processos são descartados periodicamente um volume de banhos para a ETE, coletados no tanque enterrado, figura 35 e enviados automaticamente para um cone de reação físico-química, figura 36.

Com a implantação da nova ETE, figura 37, nos dias normais de produção que ocorrem de segunda a sexta-feira por um turno de 9 horas trabalhadas, uma vez ao dia uma batelada de 1,5m<sup>3</sup> é tratada e sua água reciclada com reuso em circuito fechado após o procedimento convencional de tratamento pelo método físico-químico. Aos sábados há turno de 4 horas, normalmente retendo-se o volume do efluente gerado para tratamento no primeiro dia normal de trabalho seguinte.



*Figura 35 Tanque receptor de efluente bruto na ETE-G*



*Figura 36 – Reator físico-químico*



*Figura 37 Vista parcial da ETE-G*

O efluente que sai do filtro prensa, figura 38 é percolado por um reator de troca iônica, figura 39 com volumes de 125 litros de carvão, 75L de resina catiônica forte e leito estratificado contendo 125 litros de resinas aniônica fraca e forte. A água recuperada após o reator de troca iônica é armazenada em dois reservatórios, um principal de 5m<sup>3</sup>, figura 40 com aproveitamento de água de chuva no processo, e um reservatório elevado de distribuição, figura 41 com capacidade 2,5m<sup>3</sup>, responsável pelo retorno por gravidade ao processo de produção em circuito fechado. O projeto da ETE-G permitiu



o fechamento da saída de efluentes para a rede pública de esgotos, figura 42. A operacionalização da ETE-G é manual por batelada e há um sistema elétrico-eletrônico de automação de níveis e tempos de processos, figura 43, com possibilidade de total automação futura da planta da ETE-G.



Figura 38 - Operação do filtro prensa



Figura 39 – Reator de trocas iônicas para descontaminação final do filtrado da água após filtro-prensa



Figura 40 – Reservatório de 5m<sup>3</sup> para armazenagem da água de reuso e captação para reuso de água de chuva



Figura 41-Reservatório elevado de água de reuso, 2,5m<sup>3</sup>

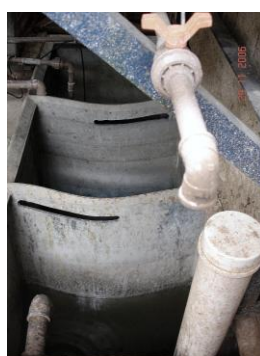


Figura 42- Tubo de 100mm diâmetro, saída de esgotos da rede pública interrompida

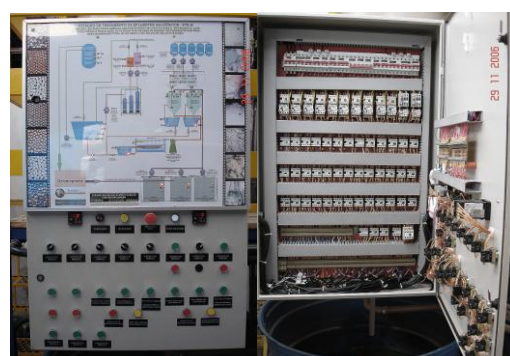


Figura 43 – Painel elétrico-eletrônico de automação de níveis e operação da ETE-G

O uso da ETE e a geração de resíduos sólidos foram reduzidos em 92% com a segregação de boa parte do processo de eletrodeposição. O uso de água de reposição originária da rede pública na planta galvânica ficou restrito para algumas situações de processo onde a qualidade da água de reuso interfere na qualidade final do produto e água evaporada nos secadores de peças. Inclui-se a este volume mensal a água presente nos eluatos das regenerações das resinas de trocas iônicas da ETE, 4m<sup>3</sup> mês. O consumo mensal médio de água de reposição da rede pública está na casa de 15m<sup>3</sup>, sendo este o atual consumo de água no processo industrial da planta galvânica da Termogal.

O sistema de recuperação e reuso de água em circuito fechado na planta galvanica da Termogal é monitorado por instrumentação analógica, com três hidrômetros instalados, sendo um para água de reposição da rede pública, figura 44, o segundo para monitoramento do efluente bruto gerado nos processos, figura 45 e o terceiro para monitoramento do uso do conjunto de trocas iônicas para reuso de água da ETE, figura 46.



Figura 44 Hidrômetro para totalização da entrada de água de reposição da rede pública utilizada no processo galvanico

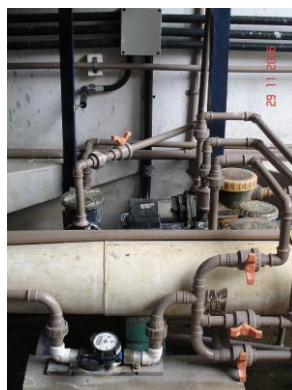


Figura 45 Hidrômetro para totalização do volume de efluente bruto gerado na galvanica a ser tratado na ETE-G

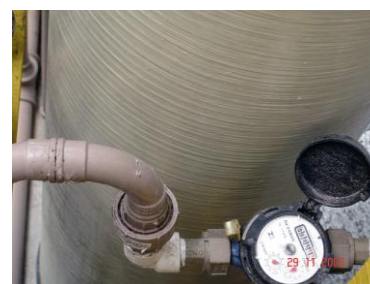


Figura 46 Hidrômetro para totalização do volume de água para reuso percolada no conjunto de trocas iônicas da ETE-G

## 5- Resultados

### 5.1-Obtivemos os seguintes resultados com as implantações do projeto

**Nota:** Resultados analíticos que atestam à viabilidade das tecnologias implantadas e de redução de água considerando as condições de funcionamento da galvanica na época da implantação dos sistemas de troca iônica . A redução de matéria prima citada usou a extrapolação dos dados das caracterizações químicas.

#### 5.1.1-Linha de Estanho Ácido - Os dados são resumidos na tabela V:

Tabela V

Conforme descrito no item 4.1.1 - Caracterização após 17 horas trabalhadas, sem troca iônica com reposição de 100 litros de água nova no lavador 01 – Laudo de análise nº 2557 anexo – Labortec – Campinas-SP.					
TANQUE	Volume(L)	Condutividade	pH	[Sn <sup>2+</sup> ]mg/L	[SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ]mg/L
Drag-Out	132	33,3mS/cm	1,5	1779	9271
Lavador 04	50	31,2mS/cm	11,49	718,8	-
Lavador 03	164	4,96mS/cm	11,33	117,3	-
Lavador 02	172	0,692mS/cm	10,7	24,36	-
Lavador 01	180	0,170mS/cm	8,55	3,7	29
Conforme descrito no item 4.1.1 - Caracterização após 130 horas trabalhadas, com sistema de colunas de troca iônica, segregado ao tanque lavador 01, após reposição de 1040 litros de água nova no lavador 01 - Laudo de análise nº 2601 anexo.					
TANQUE	Volume(L)	Condutividade	pH	[Sn <sup>2+</sup> ]mg/L	[SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ]mg/L
Drag-Out	132	-	0,47	4136	22546
Sol. NaOH	132	-	1,52	1342	-
Lavador 03	164	-	1,7	344	-
Lavador 02	172	-	2,25	98	-
Lavador 01	180	-	7,11	2,95	32
Saída do reator		0,030mS/cm	10,72	<1	<1

A linha de Estanho Ácido reduziu o consumo de água em 98,3% equivalentes a 778,5m<sup>3</sup>/ano e reduziu o desperdício de Estanho metálico em torno de 100 kg/ano.

#### **5.1.2-Linha de Prata Cianídrica Tambor Rotativo** – Dados resumidos na tabela VI:

*Tabela VI*

Conforme descrito no item 4.1.2- Caracterização - Partida do tanque lavador em cascata contra-fluxo do processo - circuito fechado de lavagem após 24 horas trabalhadas sem reator de troca iônica, Laudo de análise n° 2709 anexo.						
TANQUE	Volume(L)	Condutividade	pH	[Ag <sup>0</sup> ]mg/L	[CN <sup>-</sup> total]mg/L	[K <sup>+</sup> ]mg/L
Drag-Out	155	4,19 mS/cm	9,27	7,25	787,5	332,50
Lavador 01	187	0,1118 mS/cm	7,98	0,75	2,825	5,28
12 horas trabalhadas após a partida do reator de troca iônica - circuito fechado de lavagem cascata contra-fluxo do processo - Laudo de análise n° 2709 anexo						
Saída do reator		0,22 mS/cm	9,13	0	<0,005	0,88

A linha de Prata Cianídrica Rotativa reduziu o consumo de água em 99% equivalentes a 392m<sup>3</sup>/ano e eliminou o desperdício de cerca de 5 kg de Prata metálica ano, com eliminação da etapa de oxidação total de Cianetos na ETE.

#### **5.1.3-Linha de Cobre Cianídrico Tambor Rotativo** – Dados resumidos na tabela VII:

*Tabela VII*

Conforme descrito no item 4.1.3- Caracterização -Partida do tanque lavador em cascata contra-fluxo do processo - circuito fechado de lavagem após 144 horas trabalhadas sem reator de troca iônica Laudo de análise n° 2943 anexo					
TANQUE	Volume(L)	Condutividade	pH	[Cu <sup>0</sup> ]mg/L	[CN <sup>-</sup> total]mg/L
Drag-Out	155	25,2 mS/cm	10,3	508	904
Lavador 2	175	11,18 mS/cm	10,4	251	415
Lavador 01	187	4,07mS/cm	10,4	7606	108
36 horas trabalhadas após a Partida do reator de troca iônica- circuito fechado de lavagem cascata contra-fluxo do processo Laudo de análise n° 2999 anexo					
TANQUE	Volume(L)	Condutividade	pH	[Cu <sup>0</sup> ]mg/L	[CN <sup>-</sup> total]mg/L
Drag-Out	155	20,1	10,06	466	498
Lavador 2	175	12,04	10,06	202	277
Lavador 01	187	5,04	9,71	6,91	11,1
Saída resina aniônica forte 1	-	5,11	9,64	0,05	<0,005
Saída resina aniônica forte 2	-	5,05	9,58	0,03	<0,005

A linha de Cobre Cianídrico reduziu o consumo de água em 97% equivalentes a 640m<sup>3</sup>/ano e eliminou o desperdício de cerca de 10 kg de Cobre metálico ano, com eliminação da etapa de oxidação total de Cianetos.

#### **5.1.4-Linha de Níquel Watts Tambor Rotativo** – Não houve monitoramento analítico completo do sistema.

A linha de Níquel Watts Rotativa, reduziu o consumo de água em 95% equivalente a 627m<sup>3</sup>/ano e eliminou o desperdício de cerca de 15 kg de Níquel metálico ano.

#### **5.1.5- Recuperação de água após a saída do filtro-prensa na ETE** –Dados resumidos na tabela VIII:

**Tabela VIII**

Conforme descrito no item 4.1.5- Caracterização do efluente após tratamento físico-químico na ETE – Saída do filtro-prensa - Laudo de análise nº 3092 anexo									
Condutividade	pH	[Cu <sup>o</sup> ]mg/L	[Cr]mg/L	[Sn <sup>o</sup> ]mg/L	[Ni <sup>o</sup> ]mg/L	[Ag <sup>o</sup> ]mg/L	[Zn <sup>o</sup> ]mg/L	Al[mg/L]	[CN <sup>-</sup> ]mg/L
10,67 mS/cm	8,38	0,81	1,61	<1,00	1,74	1,23	16,4	6,48	<0,005
Caracterização do efluente acima depois de percolar pela coluna de troca iônica - Laudo de análise nº 3093 anexo									
Condutividade	pH	[Cu <sup>o</sup> ]mg/L	[Cr]mg/L	[Sn <sup>o</sup> ]mg/L	[Ni <sup>o</sup> ]mg/L	[Ag <sup>o</sup> ]mg/L	[Zn <sup>o</sup> ]mg/L	Al[mg/L]	[CN <sup>-</sup> ]mg/L
17,61 mS/cm	1,88	0,36	0,57	<1,00	0,23	0,04	0,13	1,04	<0,005

Os dados acima foram obtidos de um procedimento piloto utilizado para dimensionamento do sistema definitivo. No ensaio piloto o sistema continha uma coluna de carvão, um leito de resina catiônica forte e um leito de resina aniônica forte. O equipamento atual instalado contém um leito estratificado aniônico fraco-forte dimensionado especialmente para remoção dos excedentes de ânions Sulfato e Cloreto.

Os dados de monitoramento químico-analítico do sistema efetivamente implantado estão resumidos tanto, no laudo nº3745-Labortec, e laudo nº3909 Hidrolabor, anexos.

A tabela IX a seguir resume a operação com 100% de circuitos fechados na planta galvânica e ETE-G, com dados obtidos no período de 01 de setembro de 2006 a 01 de dezembro de 2006.

**Tabela IX**

Dados médios mensais (25 dias trabalhados)	Antes da implantação Estimativas	Após a implantação Dados reais	Economia	Economia em R\$
Necessidade de água da rede pública	375 m <sup>3</sup>	15,68 m <sup>3</sup>	95,81%	(5935,00)*
Geração de efluente a tratar	350 m <sup>3</sup>	26,2 m <sup>3</sup>	92,51%	5539,33
Resíduo sólido gerado	3,5 ton	0,246 ton	92,97%	2115,00
Energia elétrica ETE-G	168,75KWh	37KWh	78,07%	58,65
Mão de obra	225 horas homem	50 horas homem	77,77%	1555,00
Insumos químicos ETE	2330Kg	164Kg	92,61%	2766,00
Insumos químicos Galvânica nos pontos segregados (Ag, Cu, Sn e Ni)				1072,62
Total da economia				<b>13106,60</b>
Investimentos no projeto				<b>250.000,00</b>
Estimativa de "pay-back"				<b>19 meses</b>
Início dos investimentos		Janeiro de 2004		<b>Prazo de implantação 36 meses</b>
Término dos investimentos		Dezembro de 2006		

*\*Considerando o preço médio de 1m<sup>3</sup> de água industrial na cidade de São Paulo para consumos mensais acima de 50 m<sup>3</sup>, valores para fornecimento de água e esgoto pela SABESB – Saneamento Básico de São Paulo, R\$ 16,50 / m<sup>3</sup>*



## **5.2- Discussões**

Analizando as diversas alternativas tecnológicas presentes na atualidade, pudemos verificar que a técnica combinada: resinas de troca iônica com lavadores segregados em circuito fechado usando sistema cascata no contra-fluxo do processo, além da simplicidade operacional e baixo valor de investimento, utiliza-se de pouca energia para seu funcionamento podendo ser implantada em qualquer porte de estabelecimento.

Entretanto, no segmento galvanotécnico a aplicação e utilização da técnica de lavadores cascatas no contra fluxo do processo combinada com colunas de resinas de troca iônica caminha lentamente para formação de uma cultura industrial de reuso de água e recuperação de matéria-prima que proporcione efetivamente ganhos de produtividade, competitividade e proteção ao meio-ambiente. Em nosso projeto, o custeio dos investimentos foi realizado com recursos próprios, entretanto alertamos sobre a necessidade da participação dos organismos oficiais de financiamento com isenções tributárias será primordial para colocar nosso país definitivamente no rol daqueles que têm cultura de água em seus processos produtivos.

## **5.3. Conclusões**

Para a Termogal a viabilidade técnica-econômica do projeto foi constatada, além do que os objetivos iniciais foram atingidos, proporcionando com o uso da técnica descrita neste trabalho, um sistema de produção mais limpa na nossa pequena galvanoplastia, provando ser econômica e tecnicamente viável.

As ações da Termogal proporcionaram redução do uso de água de reposição da rede pública, consumo de matéria-prima para os sistemas segregados e não segregados com reator instalado na ETE após o filtro-prensa, onde se observa redução significativa do uso da ETE-G com redução da geração de resíduos sólidos classe I, dentre outros ganhos obtidos com a implantação deste projeto. Após o segundo ano de operação do sistema, a economia se reverte em lucro.

Este projeto implantado na Termogal demonstra que é possível mudar paradigmas com vantagens em comparação ao modelo tradicional de operação das plantas galvanicas. Basta propor, deliberar, decidir e agir para mudar o meio no qual estamos agarrados às coisas que nos parecem seguras, entretanto, são cômodas!



## 5.4-Cronograma de implantação

Tabela X

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
2004	Início da pesquisa, identificação das tecnologias disponíveis, seleção da tecnologia, contato com fornecedor e estabelecimento de parceria com a Rohm and Haas para testes com resinas de trocas iônicas.						Construção do equipamento de testes piloto		Realização dos ensaios piloto e caracterização químico-analítica dos resultados		Desenho do reator de trocas iônicas para Estanho	
2005	Construção do reator de trocas iônicas da linha de Estanho		Testes com o sistema de lavadores cascatas em contra-fluxo do processo de Estanho	Partida do reator de trocas iônicas do Estanho	Instalação do tanque lavador de cinco estágios no Estanho. Implantação do reator de troca iônica na Prata Rotativa com o lavador cascata contra fluxo, de quatro estágios em circuito fechado				Estudo analítico e Instalação do tanque lavador cascata contra fluxo de três estágios no Cobre Cianídrico rotativo. Implantação do reator de troca iônica no Cobre Cianídrico Rotativo e recirculação de água circuito fechado		Estudo analítico com água não segregadas na ETE. Caracterização para desenho do reator de trocas iônicas. Implantação do reator de troca iônica no Níquel Rotativo e recirculação de água circuito fechado.	
2006	Construção do reator de trocas iônicas da linha de Estanho					Implantação da nova ETE-G			Partida em 01/09/06 e período de monitoramento inicial da performance total do projeto implantado		Final da implantação do sistema de recuperação e reuso de água e matéria-prima com descarte zero de efluentes industriais	

## 5.5- A Termogal agradece as empresas que auxiliaram direta ou indiretamente na execução deste projeto:

- Rohm and Haas Química Ltda – São Paulo – SP – Brasil
- Efil Equipamentos e Processos de Filtração Ltda – São Paulo –SP - Brasil
- Pentair Water Group – USA
- 3M Recuperadora de Metais Ltda – Jarinu-SP-Brasil
- Labortec Consultoria e Análises Químicas Ltda – Campinas-SP-Brasil
- Eletroparque Comércio de Materiais Elétricos Ltda – Itu-SP-Brasil.

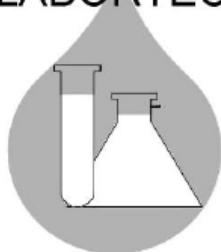
## 5.6- Bibliografia

- DE DARDEL, F. & ARDEN THOMAS V. Ion Exchange: Principles and Applications. Rohm and Haas Company, Alemanha - Berlim, 2001;
- NEMEROW, N. L. Industrial and Hazardous Waste Treatment. New York: International Thomson Publishing Inc. 1991
- THOMAS, N. C. Recovering Silver Nitrate from Silver Chloride Residues in about Thirty Minutes, Journal of Chemical Education, 1990, n. 67, p.794.
- FOLDES, Peter Albert. Galvanoplastia Prática. Editora Polígono, 1973;
- VOGEL, ARTHUR ISRAEL. Análise Química Quantitativa. 5ª edição, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992.
- VOGEL, ARTHUR ISRAEL. Química Analítica Qualitativa. 5ª edição, Editora Mestre Jou, São Paulo – SP, 1981;
- SANTOS NETO, DAVINO FRANCISCO DOS. Tecnologia de Tratamento de Água (Água para Indústria). Almeida Neves Editora Ltda., Rio de Janeiro, RJ, 1976;
- INETI – INSTITUTO NACIONAL DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA INDUSTRIAL, Guia Técnico Sectorial – Sector dos Tratamentos de Superfícies, Departamento de Materiais e Tecnologias de Produção, Lisboa, Portugal, 2000.
- ARAÚJO, PEDRO DE & CUNHA, OSMAR AILTON ALVES DA. Cleaner production with metals recovery and wastewater minimization in the metal finishing plant combining use of ions exchange resins with counter-flow cascade rinses in closed-loop system. Anais-II INTERFINISH Latino Americano- XII-EBRATS-Encontro e exposição Brasileira de Tratamentos de Superfícies-9 a 11 de maio de 2006, ITM EXPO, São Paulo Brasil.

## 6. Anexos:

### 6.1-Anexo 1 – Laudo Labortec nº 2191

**LABORTEC**



**Consultoria e Análises Químicas**

R: Sta. Cruz das Palmeiras, 1096 – Pq. da Figueira CEP:13040-240  
Campinas – SP Fones: (19) 3238-9320 / 3238-7198  
e-mail: a.l.batista@uol.com.br

CERTIFICADO DE ANÁLISES

Nº 2191

Cliente: Termogal Tratamento de Superfícies Ltda

Identificação do material: Águas de lavagem da linha de estanho ácido

Local da Coleta: - Data: 22/09/04 Hora: -

Identificação da Amostra	Valor encontrado (mg/L Estanho)	Valor encontrado (mg/L Sulfato)
AMOSTRA Nº. 03 - 0,3Litros de amostra inicial de um volume de 20litros da solução problema contendo [Sn] teórica(*) de 1,5895g/L, [SnSO <sub>4</sub> ] teórica(*) de 2,8745g/L e [H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ] teórica(*) de 11,2194g/L.	2042	16200
AMOSTRA Nº. 05 – 0,29Litros depois de uma hora de funcionamento da coluna e de circulação pelo sistema, colhida na saída da última coluna aniônica	1,86	4580
AMOSTRA Nº. 09 – 0,26Litros depois de cinco horas de circulação pelo sistema, colhida na saída da última coluna aniônica	13,61	11250
AMOSTRA Nº. 13 – 0,26Litros de amostra depois de nove horas de circulação pelo sistema, colhida na saída da última coluna aniônica	264,9	10450
AMOSTRA Nº. 17 – 0,3Litros de amostra após 14h de circulação pelo sistema, colhida na saída da última coluna aniônica	48,25	11500
AMOSTRA Nº. 18 – 0,26Litros da solução problema colhida do reservatório de circulação. Estava límpida, transparente, com aspecto muito bom. Teste encerrado neste momento.	61,02	10500
AMOSTRA Nº. 19 – Regeneração da coluna catiônica seletiva	1116	14200
AMOSTRA Nº. 20 – Regeneração da coluna catiônica fraca	207,8	14500

Metodologia empregada: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 20<sup>th</sup> Edition e normas técnicas CETESB.

Os resultados acima apresentados referem-se exclusivamente à amostra analisada.

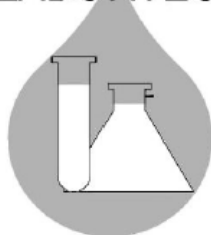


Antonio B. Alves Neto CRQ 04450857 - 4ª Região  
Técnico Responsável

22 outubro, 2004

## 6.1.0-Anexo 2 – Laudo Labortec nº 2557

**LABORTEC**



### Consultoria e Análises Químicas

R: Sta. Cruz das Palmeiras, 1096 – Pq. da Figueira CEP:13040-240

Campinas – SP Fones: (19) 3238-9320 / 3238-7198

e-mail: a.l.batista@uol.com.br

CERTIFICADO DE ANÁLISES

Nº 2557

Cliente: Termogal Tratamento de Superfícies Ltda

Identificação do material: Águas de lavagem da linha de estanho ácido

### Amostras de água de lavagem da linha de estanho ácido. Estudo para implantação de troca iônica

Amostra do Tanque	Volume do Tanque	Data	Hora Coleta	Valor encontrado (mg/L Estanho)	Valor encontrado (mg/L Sulfato)	pH
Drag - Out	132máx.	10/03/05	16:50	1206	6137	não analisado
Sol. NaOH	50	10/03/05	16:50	252,6	não analisado	não analisado
Lavador 03	164	10/03/05	16:50	53,66	não analisado	não analisado
Lavador 02	172	10/03/05	16:50	9,46	não analisado	não analisado
Lavador 01	180	10/03/05	16:50	1,64	17	não analisado
Drag - Out	132máx.	11/03/05	16:30	1779	9271	não analisado
Sol. NaOH	50	11/03/05	16:30	718,8	não analisado	não analisado
Lavador 03	164	11/03/05	16:30	117,3	não analisado	não analisado
Lavador 02	172	11/03/05	16:30	24,36	não analisado	não analisado
Lavador 01	180	11/03/05	16:30	3,70	29	não analisado
Drag - Out	132máx.	14/03/05	13:30	2689	12723	1,06
Lavador 01	180	14/03/05	11:00	7,80	46	não analisado

Metodologia empregada: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 20<sup>th</sup> Edition.

Os resultados acima apresentados referem-se exclusivamente às amostras analisadas.

Antonio B. Alves Neto CRQ 04450857 - 4ª Região  
Técnico Responsável

16 março, 2005

### 6.1.1-Anexo 3– Laudo Labortec nº 2601

**LABORTEC**



## Consultoria e Análises Químicas

R: Sta. Cruz das Palmeiras, 1096 – Pq. da Figueira CEP:13040-240  
Campinas – SP Fones: (19) 3238-9320 / 3238-7198  
e-mail: a.l.batista@uol.com.br

CERTIFICADO DE ANÁLISES

Nº 2601

Cliente: Termogal Tratamento de Superfícies Ltda

Identificação do material: Águas de lavagem da linha de estanho ácido

### **PARTIDA DO REATOR DE TROCA IÔNICA - Amostras de água de lavagem da linha de estanho ácido. 2ª monitoração**

Amostra do Tanque	Volume do Tanque	Data	Hora Coleta	Valor encontrado (mg/L Estanho)	Valor encontrado (mg/L Sulfato)	Valor encontrado (mg/L Sódio)	Valor encontrado (mg/L Cloreto)	Valor encontrado (Condutividade)
Drag-Out	132	01/04/05	16:30	4136	22546	não analisado	não analisado	não analisado
Sol. NaOH	132	01/04/05	16:30	1342	não analisado	não analisado	não analisado	não analisado
Lavador 03	164	01/04/05	16:30	344,0	não analisado	não analisado	não analisado	não analisado
Lavador 02	172	01/04/05	16:30	98,00	não analisado	não analisado	não analisado	não analisado
Lavador 01	180	01/04/05	16:30	2,95	32	não analisado	não analisado	não analisado
Saída do reator V=60L/h	-	01/04/05	16:30	< 1,00	< 1,00	4,95	1,44	0,04 mS/cm
Água Desmineralizada Comercial - Padrão de Referência	-	01/04/05	13:00	não analisado	não analisado	não analisado	não analisado	1,7 µS/cm

Metodologia empregada: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 20<sup>th</sup> Edition.

Os limites de quantificação para os métodos de Estanho e Sulfato são de 1mg/L.

Os resultados acima apresentados referem-se exclusivamente às amostras analisadas.

Antonio B. Alves Neto CRQ 04450857 - 4ª Região  
Técnico Responsável

8 abril, 2005



## 6.1.2-Anexo 4 – Laudo Labortec n° 2709

**LABORTEC**



### Consultoria e Análises Químicas

R: Sta. Cruz das Palmeiras, 1096 – Pq. da Figueira CEP:13040-240  
Campinas – SP Fones: (19) 3238-9320 / 3238-7198  
labortecconsultoria@uol.com.br

CERTIFICADO DE ANÁLISES

N° 2709

Cliente: Termogal Tratamento de Superfícies Ltda

Identificação do material: Águas de lavagem da linha de prata cianídrica

### **PARTIDA DO REATOR DE TROCA IÔNICA - Amostras de água de lavagem da linha de Prata Cianídrica. 1ª monitoração**

Amostra do TANQUE, 3ª Monitoração	Volume do Tanque	Data	Hora Coleta	Valor encontrado (mg/L Prata)	Valor encontrado (mg/L Cianeto)	Valor encontrado (mg/L Potássio)	Valor encontrado (mg/L Cloreto)	Valor encontrado (mg/L Sódio)
Drag-Out*	155	12/05/05	14:00	7,25	787,5	332,5	não analisado	não analisado
Lavador 03*	162	12/05/05	14:00	0,27	não analisado	não analisado	não analisado	não analisado
Lavador 02*	175	12/05/05	14:00	0,44	não analisado	não analisado	não analisado	não analisado
Lavador 01*	187	12/05/05	14:00	0,75	2,82	5,28	não analisado	não analisado
Resina Aniônica Forte**	4,98	12/05/05	16:50	< 0,01	< 0,005	7,12	não analisado	não analisado
Resina Catiônica Seletiva**	4,98	12/05/05	16:50	< 0,01	0,036	0,74	não analisado	não analisado
Resina Aniônica Fraca - Saída do reator V=60L/h**	4,98	12/05/05	16:50	< 0,01	< 0,005	0,88	10,12	26,0

\* Entrada em operação do tanque lavador em 10/05/05 - 14:00'

\*\* Entrada em operação do reator de troca iônica em 12/05/05 - 14:40' - 1ª Amostra coletada 2 horas após partida do reator.

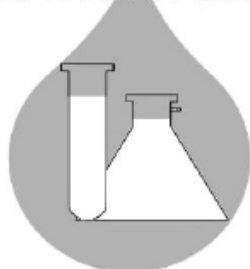
Metodologia empregada: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 20th Edition e normas técnicas CETESB.

Os resultados acima apresentados referem-se exclusivamente às amostras analisadas.

Antonio B. Alves Neto CRQ 04450857 - 4ª Região  
Técnico Responsável

13 junho, 2005

### 6.1.3-Anexo 5 – Laudo Labortec nº 2943

**LABORTEC****Consultoria e Análises Químicas**

R: Sta. Cruz das Palmeiras, 1096 – Pq. da Figueira CEP:13040-240  
Campinas – SP Fones: (19) 3238-9320 / 3238-7198  
labortecconsultoria@uol.com.br

CERTIFICADO DE ANÁLISES

Nº 2943

Cliente: Termogal Tratamento de Superfícies Ltda
--

**Estudo analítico para implantação de sistema de troca iônica em linha de Cobre Alcalino Cianídrico – Amostras coletadas após 144 horas trabalhadas**

Amostra	Hora	Data	Valor encontrado (mg/L Cobre)	Valor encontrado (mg/L Cianeto)
Drag-out	14:45	21/09/05	508	904
Lavador 2	14:45	21/09/05	251	415
Lavador 1	14:45	21/09/05	76,6	108

Metodologia empregada: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 20th Edition e normas técnicas CETESB.

*Os resultados acima apresentados referem-se exclusivamente às amostras analisadas.*

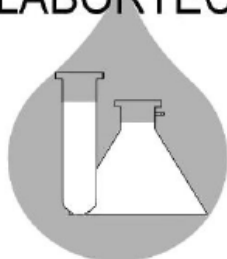


Antonio B. Alves Neto CRQ 04450857 - 4ª Região  
*Técnico Responsável*

30 setembro, 2005

#### 6.1.4-Anexo 6 – Laudo Labortecn°2999

**LABORTEC**



**Consultoria e Análises Químicas**

R: Sta. Cruz das Palmeiras, 1096 – Pq. da Figueira CEP:13040-240  
Campinas – SP Fones: (19) 3238-9320 / 3238-7198  
labortecconsultoria@uol.com.br

CERTIFICADO DE ANÁLISES

Nº 2999

Cliente: Termogal Tratamento de Superfícies Ltda

**Implantação de sistema de troca iônica na linha de Cobre Alcalino Cianídrico - 1ª**  
**monitoração após partida do reator de troca iônica**

Amostra	Hora	Data	Valor encontrado (mg/L Cobre)	Valor encontrado (mg/L Cianeto)
Drag-out	15:00	24/10/05	466	498
Lavador 1	15:00	24/10/05	6,91	11,1
Lavador 2	15:00	24/10/05	202	277
Coluna resina anionica 1	15:00	24/10/05	0,05	< 0,005
Coluna resina anionica 2	15:00	24/10/05	0,03	< 0,005

Metodologia empregada: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 20th Edition e normas técnicas CETESB.

*Os resultados acima apresentados referem-se exclusivamente às amostras analisadas.*

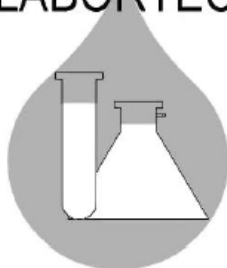


Antonio B. Alves Neto CRQ 04450857 - 4ª Região  
Técnico Responsável

4 novembro, 2005

# 6.1.5-Anexo 7 – Laudo Labortec nº 3092

**LABORTEC**



**Consultoria e Análises Químicas**

R: Sta. Cruz das Palmeiras, 1096 – Pq. da Figueira CEP:13040-240  
Campinas – SP Fones: (19) 3238-9320 / 3238-7198  
labortecconsultoria@uol.com.br

CERTIFICADO DE ANÁLISES

Nº 3092

Cliente: Termogal Tratamento de Superfícies Ltda

Identificação do material: Efluente após trat.Físico-químico na ETE(saída do filtro prensa)

Data da coleta: 07/12/05 Hora: 14:30

**Estudo para implantação do reator de troca iônica, com finalidade de reuso da água de piso**

Determinação	Encontrado (mg/L)
Alumínio	1,04
Cianeto	< 0,005
Cloreto	1660
Cobre	0,81
Cromo Total	1,61
Estanho	< 1,00
Níquel	1,74
Prata	1,23
Sulfato	3717
Zinco	16,4
Obs.:	

Metodologia empregada: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 20th Edition e normas técnicas CETESB.

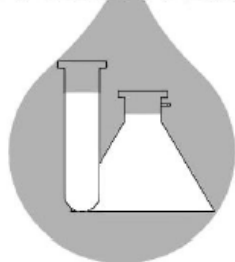
*Os resultados acima apresentados referem-se exclusivamente à amostra analisada.*

Antonio B. Alves Neto CRQ 04450857 - 4a Região  
*Técnico Responsável*

14 dezembro, 2005

# 6.1.6-Anexo 8 – Laudo Labortec nº 3093

**LABORTEC**



**Consultoria e Análises Químicas**

R: Sta. Cruz das Palmeiras, 1096 – Pq. da Figueira CEP:13040-240  
Campinas – SP Fones: (19) 3238-9320 / 3238-7198  
labortecconsultoria@uol.com.br

**CERTIFICADO DE ANÁLISES**

**Nº 3093**

Cliente: Termogal Tratamento de Superfícies Ltda

Identificação do material: Efluente após coluna de troca iônica

Data da coleta: 07/12/05

Hora: 16:30

**Estudo para implantação do reator de troca iônica, com finalidade de reuso da água de piso**

Determinação	Encontrado (mg/L)
Alumínio	6,48
Cianeto	< 0,005
Cloreto	2008
Cobre	0,36
Cromo Total	0,57
Estanho	< 1,00
Níquel	0,23
Prata	0,04
Sulfato	6983
Zinco	0,13
Obs.:	

Metodologia empregada: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 20th Edition e normas técnicas CETESB.

*Os resultados acima apresentados referem-se exclusivamente à amostra analisada.*

Antonio B. Alves Neto CRQ 04450857 - 4a Região

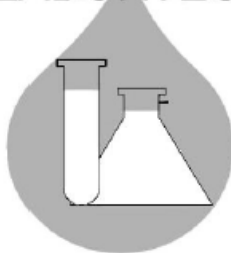
*Responsável*

14 dezembro, 2005



## 6.1.7-Anexo 9 – Laudo Labortec nº 3745

**LABORTEC**



### Consultoria e Análises Químicas

R: Sta. Cruz das Palmeiras, 1096 – Pq. da Figueira CEP:13040-240  
Campinas – SP Fones: (19) 3238-9320 / 3238-7198  
labortecconsultoria@uol.com.br

CERTIFICADO DE ANÁLISES

Nº 3745

Cliente: Termogal Tratamento de Superfícies Ltda	
Identificação do material: Água de reuso circuito fechado ETE do reservatório elevado	
Data da coleta: 20/09/06	
Determinação	Encontrado
Alcalinidade de Carbonatos (mg/L)	48
Alcalinidade de Hidróxidos (mg/L)	< 5
Alumínio (mg/L)	6,86
Cálcio (mg/L)	153,2
Chumbo (mg/L)	< 0,05
Cianeto (mg/L)	0,079
Cloretos (mg/L)	930
Cobre (mg/L)	0,04
Cromo Total (mg/L)	0,05
DBO - 5 dias à 20 °C (mg/L)	46
DQO (mg/L)	114
Dureza Total (mg/L)	298
Estanho (mg/L)	< 1,00
Ferro (mg/L)	0,07
Fluoretos (mg/L)	11,9
Fósforo (mg/L)	0,46
Matéria Orgânica (mg/L)	32
Níquel (mg/L)	0,32
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	15,7
Potássio (mg/L)	106,0
Prata (mg/L)	0,04
Sódio (mg/L)	2945
Sulfato (mg/L)	8230
Sulfeto (mg/L)	< 0,50
Zinco (mg/L)	0,07

Metodologia empregada: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 20th Edition e normas técnicas CETESB.

*Os resultados acima apresentados referem-se exclusivamente à amostra analisada.*



Antonio B. Alves Neto CRQ 04450857 - 4a Região  
Técnico Responsável

17 outubro, 2006

## 6.1.8-Anexo 10 – Laudo Hidrolabor nº 3909

### RELATÓRIO DE ENSAIO

<b>EXAME Nº:</b>	M06/03909
<b>ENTRADA NO LABORATÓRIO:</b>	19/10/06
<b>INÍCIO DA ANALISE:</b>	20/10/06
<b>TERMINO DA ANALISE:</b>	10/11/06
<b>INTERESSADO:</b>	<b>TERMOGAL TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES LTDA</b>
<b>CIDADE:</b>	ITU – SP
<b>ENSAIO:</b>	FÍSICO-QUÍMICO
<b>MATERIAL:</b>	EFLUENTE
<b>COLETADO:</b>	HIDROLABOR
<b>LOCAL DE COLETA:</b>	SAÍDA DO REÚSO APÓS IX - RSK

### EXAMES FÍSICO-QUÍMICOS

ARTIGO 19A - DECRETO 8.468 DE 08/09/76

PARÂMETRO	UNIDADES	VMP (*)	LIMITE DE QUANTIFICAÇÃO	RESULTADO
pH		6,0 a 10,0	0,01	7,32
Temperatura	°C	Inferior 40	----	21,0
Sólidos sedimentáveis	m L / L	20,0	0,1	< LQ
Óleos e graxas	mg/ L	150	0,1	< LQ
Arsênio	mg As/ L	1,5**	0,1	< LQ
Cádmio	mg Cd / L	1,5**	0,02	< LQ
Chumbo	mg Pb / L	1,5**	0,5	< LQ
Cianeto	mg CN/ L	0,2	0,1	< LQ
Cobre	mg Cu / L	1,5**	0,01	0,07
Crômio VI	mg Cr / L	1,5	0,02	< LQ
Cromio Total	mg Cr / L	5,0**	0,1	< LQ
Estanho	mg Sn / L	4,0**	0,5	0,68
Fenol	mg Fenol/ L	5,0	0,1	< LQ
Ferro solúvel	mg Fe / L	15,0	0,05	0,06
Fluoretos	mg F/ L	10,0	0,1	40,44
Mercúrio	mg Hg / L	1,5**	0,01	< LQ
Níquel	mg Ni / L	2,0**	0,1	0,61
Prata	mg Ag / L	1,5**	0,5	< LQ
Selênio	mg Se / L	1,5**	0,5	< LQ
Sulfato	mg SO <sub>4</sub> / L	1.000	0,5	10.742
Sulfeto	mg S / L	1,0	0,02	< LQ
Zinco	mg Zn / L	5,0**	0,01	0,53

#### OBSERVAÇÕES:

\* VMP = valores máximos permitidos

\*\* Todos os elementos constantes desta observação, total de 5,0 mg/L.

LQ: limite de quantificação

Limite de quantificação: para as condições da amostra analisada.

#### Referência Bibliográfica:

"Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater" 21 th Edition.

**Nota:** Os resultados obtidos têm significação restrita e se referem tão somente a amostra analisada.

Sorocaba, 10 de Novembro de 2006.

Clemente Reinaldo Sannazzaro CRF8 5305

Carlos Augusto Pauletti CRF8 15082

1/1

## 6.2-Anexo 11 – Licença de Funcionamento da Cetesb – folha 01

 <b>GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO</b> <b>SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE</b> <b>CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL</b>		02	Processo Nº 06/00159/86
<b>LICENÇA DE FUNCIONAMENTO</b>		Nº 6001237	
		Data 24/07/2001	

Ampliação Novos Equipamentos

**IDENTIFICAÇÃO DA ENTIDADE**

Nome <b>TERMOGAL TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES LTDA.</b>		CGC 55.243.406/0001-97	
Logradouro <b>RUA DOM MANOEL DA SILVEIRA D'ELBOUX</b>		Cadastro na CETESB 387 - 00519 - 9	
Número 340	Complemento JD. NOVO ITU	Bairro JD. NOVO ITU	Município ITU

**CARACTERÍSTICAS DO PROJETO**

<b>Atividade Principal</b>		Código IBGE
Descrição <b>GALVANOPLASTIA</b>		11.82.99-4
Bacia Hidrográfica <b>11 - TIETE MEDIO SUPERIOR</b>	UGRHI <b>10 - SOROCABA/MEDIO TIETE</b>	Classe
Corpo Receptor		

**Área ( metro quadrado )**

Terreno	Construída	Atividade ao Ar Livre	Novos Equipamentos	Lavra(ha)
913,75	262,71		100,00	

**Horário de Funcionamento ( h )**

Início	Término	Número de Funcionários		Licença de Instalação	
07:00	às 18:00	Administração	Produção	Data	Número
		3	8	28/04/2000	06000701

A CETESB-Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, no uso das atribuições que lhe foram conferidas pela Lei Estadual nº 997, de 31 de maio de 1976, regulamentada pelo Decreto nº 8468, de 8 de setembro de 1976, concede a presente licença, nas condições e termos nela constantes;

A presente licença está sendo concedida com base nas informações constantes do Memorial de Caracterização do Empreendimento apresentado pela firma e não dispensa nem substitui quaisquer Alvarás ou Certidões de qualquer natureza, exigidas pela legislação federal, estadual ou municipal;

A presente Licença de Funcionamento se refere aos locais, equipamentos ou processos relacionados no verso ou Folha Anexo;

Os equipamentos de controle de poluição existentes deverão ser mantidos e operados adequadamente, de modo a conservar sua eficiência;

No caso de exigência de equipamentos ou dispositivos de queima de combustível, a densidade da fumaça emitida pelos mesmos deverá estar de acordo com o disposto no artigo 31 do Regulamento da Lei Estadual nº 997, de 31 de maio de 1976, aprovado pelo Decreto nº 8468, de 8 de setembro de 1976, com a redação dada pelo Decreto Estadual nº 15.425, de 23 de julho de 1980;

Alterações nas atuais atividades, processos ou equipamentos deverão ser precedidas de Licença de Instalação, nos termos do artigo 58 do Regulamento acima mencionado;

Caso venham existir reclamações da população vizinha em relação a problemas de poluição ambiental causados pela firma, esta deverá tomar medidas no sentido de solucioná-los em caráter de urgência.

<b>USO DA CETESB</b>	<b>EMITENTE</b>
SD Nº 06002285	Local Agência Ambiental de Sorocaba
ENTIDADE	



**Sérgio Humberto Marangon**  
Gerente da Agência Ambiental de Sorocaba  
CNEA 060 10 16421 - Nº Reg. 06-2772-1




**CONTROLE Nº 209599**

3.3.10.0253-4
40.000 FLS. NUM. CONTR. 195.041 A 235.040 - 06/2000



## 6.2.1-Anexo 12 – Licença de Funcionamento da Cetesb – folha 02



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE  
CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

02

Processo Nº  
06/00159/86

### LICENÇA DE FUNCIONAMENTO


Nº 6001237

Data  
24/07/2001

**LOCAIS, EQUIPAMENTOS OU PROCESSOS**

A presente licença está sujeita a renovação nos termos da Lei nº 9.477 de 30/12/96 e seu Regulamento.

Qtde	Descrição	Potência	Capacidade
1	A presente licença é válida para tratamento superficial de em peças variadas, utilizando os seguintes equipamentos:		
1	Esmerilhadeira	0,50 cv	
1	Compressor de motor a pistão		
1	Furadeira de bancada	0,33 cv	
4	Centrífuga	3,00 cv	
5	Retificador de voltagem		2.000,00 A
2	Tanque		1.250,00 L
3	Tanque		600,00 L
2	Tanque		3.200,00 L
13	Tanque		400,00 L
3	Tanque		200,00 L
3	Tanque		50,00 L
1	Tanque		1.000,00 L
2	Estufa de secagem		
1	Jateamento de esfera de vidro	0,50 cv	



**SELO DE AUTENTICIDADE**  
CETESB COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL  
Assinado digitalmente por Humberto Araujo  
CREA 060 10 16421 - Nº Reg. 06-2772-1

ENTIDADE


Pag. 2

CONTROLE Nº 209638

3.3.16.0253-4

40.030.FLS. NUM. CONTR. 195.041 A 235.040 - 06/2000

## 6.2.2-Anexo 13 – Último auto de inspeção da Cetesb na Termogal

 <p>GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL</p>	19	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2">HORA</th> </tr> <tr> <td>Início</td> <td>Término</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">15:00</td> <td style="text-align: center;">15:40</td> </tr> </table>	HORA		Início	Término	15:00	15:40						
	HORA													
	Início	Término												
15:00	15:40													
<b>AUTO DE INSPEÇÃO</b>		AI Nº <b>1134279</b> Data <b>31/05/2006</b>												
<b>IDENTIFICAÇÃO DA PESSOA FÍSICA OU JURÍDICA</b>														
Nome <b>TERMOGAL TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES LTDA.</b> CGC / CPF Nº <b>55.243.406/000197</b> Cadastro CETESB Logradouro <b>R. DOM MANOEL DA SILVA D'ELBOUX</b> Número <b>340</b> Complemento Bairro <b>J. Novo Itu</b> CEP <b>13.300 - 000</b> Município <b>Itu</b>														
<b>ATIVIDADE PRINCIPAL (IBGE)</b> Descrição <div style="text-align: right;">Código</div>														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2">BACIA HIDROGRÁFICA</th> <th colspan="2">UGRHI</th> </tr> <tr> <td>Código</td> <td>Descrição</td> <td>Código</td> <td>Descrição</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>M</b></td> <td style="text-align: center;"><b>MTS</b></td> <td style="text-align: center;"><b>2</b></td> <td style="text-align: center;"><b>10 - T/S</b></td> </tr> </table>			BACIA HIDROGRÁFICA		UGRHI		Código	Descrição	Código	Descrição	<b>M</b>	<b>MTS</b>	<b>2</b>	<b>10 - T/S</b>
BACIA HIDROGRÁFICA		UGRHI												
Código	Descrição	Código	Descrição											
<b>M</b>	<b>MTS</b>	<b>2</b>	<b>10 - T/S</b>											
<b>OBJETIVO DA INSPEÇÃO</b> <b>ATENDIMENTO AOS PROCESSOS 06/01381/03 E 06/00751/04</b>														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">AR</td> <td style="text-align: center;">ÁGUA</td> <td style="text-align: center;">SOLO</td> <td style="text-align: center;">RUIDO/ VIBRAÇÃO</td> <td style="text-align: center;">LF</td> <td style="text-align: center;">FI</td> <td style="text-align: center;">RECLAMAÇÃO</td> </tr> </table>			AR	ÁGUA	SOLO	RUIDO/ VIBRAÇÃO	LF	FI	RECLAMAÇÃO					
AR	ÁGUA	SOLO	RUIDO/ VIBRAÇÃO	LF	FI	RECLAMAÇÃO								
<b>RELATÓRIO</b> <p>A EMPRESA IMPLANTOU TROCA IÔNICA P/ AS ÁGUAS DE LAVAGEM DE PEÇAS COM EXCESSÃO DA ANODIZAÇÃO. ESSAS LAVAGENS NÃO PRODUZEM EFLUENTES LÍQUIDOS.</p> <p>Em 15/06 DO CORRENTE IRÁ INICIAR UMA NOVA ETE (FÍS. QUÍMICA) SEGUIDA DE TROCA IÔNICA.</p> <p>O BANHO DE ANODIZAÇÃO E O DE LON-GRAXE OPERAM COM ADIÇÃO DE TENSOATIVOS.</p>														
<b>AGENTE CREDENCIADO AGÊNCIA AMBIENTAL</b> Unidade <b>DE SOROCABA</b> Nº Registro Endereço da Unidade <b>Av. Américo de Carvalho, 820</b> <b>Jd. Europa - CEP 18045-000</b> <b>Fone: (15) 3222-2065 / Fax: 3222-2181</b>														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;"> <b>CIÊNCIA</b>          Data <b>31/06/06</b>          Nome <b>LUIS DOWIZETI ROCHA</b> </td> <td style="width: 40%; text-align: center;"> <b>Hélio de Moraes Terra Filho</b>  <b>ENGENHEIRO</b>  <b>CREA 0600558594 - Reg. 06.2124-4</b>          ASSINATURA       </td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">         ASSINATURA       </td> </tr> </table>			<b>CIÊNCIA</b> Data <b>31/06/06</b> Nome <b>LUIS DOWIZETI ROCHA</b>	<b>Hélio de Moraes Terra Filho</b> <b>ENGENHEIRO</b> <b>CREA 0600558594 - Reg. 06.2124-4</b> ASSINATURA		ASSINATURA								
<b>CIÊNCIA</b> Data <b>31/06/06</b> Nome <b>LUIS DOWIZETI ROCHA</b>	<b>Hélio de Moraes Terra Filho</b> <b>ENGENHEIRO</b> <b>CREA 0600558594 - Reg. 06.2124-4</b> ASSINATURA													
	ASSINATURA													

Cód.: 3.3.10.0014-1 - V02



---

## 7- Autorizações de publicidade do material

### Declaração

Luis Donizeti Rocha, portador do RG. nº 7.981.718, CPF nº 66.991.455.849, brasileiro, Diretor e Representante Legal da empresa Termogal Tratamento de Superfícies Ltda, Inscrição Estadual nº 387.037.400.110, CN.P.J. nº 55.243.406/0001-97, estabelecida à Rua Manoel Silveira D'Elboux, 340 – Bairro Novo Itu – ITU – SP Cep 13301-170, Fones 11- 4022-0484 / 4022-2360 - Fax: 4023-5233 e-mail: termogal@uol.com.br, pela presente: declara sua concordância expressa aos termos do Regulamento do 2º Prêmio FIESP de Conservação e Reuso de Água, ao cumprimento à legislação ambiental e de recursos hídricos vigente, e, dá autorização para a FIESP dar publicidade ao projeto ora inscrito no referido prêmio sob título: *“Implantação de um sistema de recuperação com reuso de matéria-prima e água em circuito fechado da galvanoplastia com descarte zero de efluentes industriais”*.

Declara ainda sua responsabilidade pela veracidade das informações prestadas.

Itu, SP, 04 de Dezembro de 2006,

Luiz Donizeti Rocha  
Diretor  
Termogal Tratamento de Superfícies Ltda

---

### Declaração

Pedro de Araújo, portador do RG. nº 13431637 CPF nº 05142780809, brasileiro, Consultor Galvanotécnico Autônomo contratado da empresa Termogal Tratamento de Superfícies Ltda, Inscrição Estadual nº 387.037.400.110, CN.P.J. nº 55.243.406/0001-97, estabelecida à Rua Manoel Silveira D'Elboux, 340 – Bairro Novo Itu – ITU – SP Cep 13301-170, Fones 11- 4022-0484 / 4022-2360 - Fax: 4023-5233 e-mail: termogal@uol.com.br, pela presente: declara sua concordância expressa aos termos do Regulamento do 2º Prêmio FIESP de Conservação e Reuso de Água, ao cumprimento à legislação ambiental e de recursos hídricos vigente, e, dá autorização para a FIESP dar publicidade ao projeto de sua autoria ora inscrito no referido prêmio sob título: *“Implantação de um sistema de recuperação com reuso de matéria-prima e água em circuito fechado da galvanoplastia com descarte zero de efluentes industriais”*.

Declara ainda sua responsabilidade pela veracidade das informações prestadas.

Itu, SP, 04 de Dezembro de 2006,

Pedro de Araújo  
Consultor Galvanotécnico Autônomo