

# CONSELHO REGIONAL DE QUÍMICA - IV REGIÃO (SP)

---



## Minicursos 2010

### Galvanoplastia de metais preciosos

Ministrante: **Wilma Ayako Taira dos Santos**  
Assoc. Brasileira de Tratamento de Superfície  
Contatos: [wilma@electrochemical.com.br](mailto:wilma@electrochemical.com.br)

### Apoio



São Paulo, 07 de maio de 2010



Minicursos CRQ-IV - 2010

Galvanoplastia de metais preciosos

# Galvanoplastia de Metais Preciosos

Wilma Ayako Taira dos Santos

Tel 011 7204 4059

E-mail: [wilma@electrochemical.com.br](mailto:wilma@electrochemical.com.br)



Minicursos CRQ-IV - 2010

**Galvanoplastia de metais preciosos**

# **Galvanoplastia de Metais Preciosos**

- 1. História da galvanoplastia**
- 2. Iniciação da galvanoplastia**
- 3. Aplicação**
- 4. Processos galvânicos e de metais preciosos**
- 5. Controle de processo**
- 6. Controle de camadas**
- 7. Cálculos e custos de metais**
- 8. Tratamentos dos efluentes e sistemas de uso racional de água**



# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

# História – Ouro e prata

## ❖ Antiguidade 10.000 aC

Pesquisas arqueológicas mostram que o ouro foi talvez o primeiro metal trabalhado na humanidade. Devido ser encontrado na natureza na sua forma metálica (pepitas) e maleabilidade para manusear



## ❖ Egípcios 3500-4000 aC - Processamento destes metais para decoração





# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

- Ouro e prata usados como moeda corrente



The first pure gold coins were struck by King Croesus of Lydia (present-day Turkey) during his reign between 560 and 547 BC and gold coins have continued as legal tender since that time. [www.goldpedia.org](http://www.goldpedia.org)







# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos



[www.goldpedia.gold.org](http://www.goldpedia.gold.org)



### Revestimentos de ouro





# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

**Técnica 1** - O ouro era martelado entre duas folhas reforçadas (de origem vegetal) até chegar a espessura de lâminas que eram aplicadas com um tipo de cola como revestimentos de objetos.

**Ouro Fino** é tão maleável que pode ser batido até chegar a uma espessura de  $1112\mu\text{m}$  (1,1 mm), de modo que uma onça (31,1 gr.); pode recobrir cerca de 16 metros lineares.



**Técnica 2** - Utilizado pó de ouro misturado com mercúrio, formando uma pasta com a qual recobriam uma superfície desejada. Com aplicação de calor, o mercúrio era evaporado, ficando só o ouro, que recebia polimento como acabamento final.



# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### ❖ Idade média – 400-1400 dC

Período de poucos novos eventos, mas com a continuidade nas obras, principalmente de templos religiosos e uso do metal como símbolo de riqueza, poder e beleza



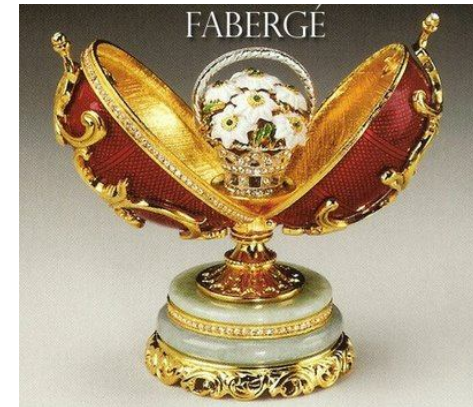
**The Dome of the Rock** - The Mosque of Omar on the Temple Mount in Jerusalem is the oldest existing Islamic monument. It was built in 685-691 on the site where Mohammed is said to have ascended to Heaven. The Temple Mount itself is sacred as is an Islamic shrine and a major landmark located on the Temple Mount in Jerusalem.  
[www.goldpedia.gold.org](http://www.goldpedia.gold.org)





# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos



### Idade Moderna – 1400-1800

- Continuou a desempenhar um importante papel na expressão cultural.
- Religião, política, educação, arquitetura ou puro entretenimento,
- Em 1511, o Rei Fernando de Espanha fez a chamada para expedições rumo as recém-descobertas terras do Hemisfério Ocidental.
- **Em 1700, o ouro foi descoberto no Brasil - em 1720 se tornou o maior produtor, responsável por quase dois terços da produção mundial de ouro.**
- Em 1700, Isaac Newton (como Mestre da Casa da Moeda) fixou o preço do ouro na Grã-Bretanha em 84 xelins, 11,5 pence por onça troy. ( início das cotações).



# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### Ouro - Idade Pós-Moderna – 1800

- O século 19, o ouro é descoberto em Little Meadow Creek, Carolina do Norte em 1803,
- Em 1817, o Reino Unido introduziu o Soberano, uma moeda de ouro avaliado em uma libra esterlina.
- Em 1848, John Marshall encontrou lascas de ouro, perto de Sacramento, Califórnia, provocando a **Califórnia Gold Rush**
- Em 1850 Edward H. Hargraves, retornando para a Austrália, previu e encontrou ouro em seu país em New South Wales.
- 1868 na África do Sul, George Harrison descobriu ouro cavando pedras para construir uma casa. **Desde então, a África do Sul tem sido a fonte de quase 40% do total de ouro extraído.**
- Em 1900, uma lei colocou os Estados Unidos oficialmente sobre o padrão-ouro, comprometendo o país a manter um câmbio fixo em relação a outros países sobre o padrão-ouro.



# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### ❖ Aplicações Prata

- Os compostos de prata mais importantes - o nitrato – cloreto - cianeto
- Durante muitos anos, os espelhos eram feitos por deposição de uma pequena película de prata sobre uma superfície de vidro. Atualmente utiliza-se alumínio para este fim.





Minicursos CRQ-IV - 2010

Galvanoplastia de metais preciosos

# Grupo Platina





# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### Platina

- Os povos andinos descobriram a platina e a utilizavam como substituto da prata.
- Foi conhecido pelos espanhóis, em 1735, quando o navegador, explorador e astrônomo espanhol Antonio de Ulloa, chegou à América do Sul
- Em 1741 foi levada para a China.
- Em 1824 foi encontrada em grande quantidade na Rússia(montes Urais) passando a ser comercializada.

### Paládio

- O paládio é um metal branco prateado parecido com a platina, não se oxida com o ar, e é o elemento do grupo da platina de menor densidade e Resolução Federal CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) nº 357, de 17/03/2005 menor ponto de fusão. É macio e dúctil quando aquecido.





## Minicursos CRQ-IV - 2010

### Galvanoplastia de metais preciosos

#### Ródio

❖ Ródio (do grego *rhodon* que significa "rosa") foi descoberto em 1803 por William Hyde Wollaston logo após a descoberta do paládio. Wollaston verificou a existência do elemento ródio, na Inglaterra, num minério não refinado de platina.

#### Rutênio

❖ O rutênio foi descoberto por Karl Klaus em 1844. Observou que o óxido de rutênio continha um novo metal, obtendo 6 gramas de rutênio da parte da platina que é insolúvel na água régia.

❖ Jöns Berzelius e Gottfried Osann quase o descobriram em 1827. Examinaram os resíduos derivados da dissolução de uma amostra de platina procedente dos Urais com água régia.



## Minicursos CRQ-IV - 2010

### Galvanoplastia de metais preciosos

#### Ósmio

❖ O ósmio ( do grego "osme", que significa "cheiro" ) foi descoberto em 1803 por Smithson Tennant em Londres ( Inglaterra ), juntamente com o irídio em resíduos de platina dissolvidos em água régia.

#### Irídio - curiosidades

- Uma barra desse metal foi usado como padrão para a unidade de comprimento (metro) e unidade de massa (quilograma) pelo Departamento Internacional de Pesos e Medidas, mantido em Sèvres perto de Paris. Esta barra é formada por uma liga com 90% de platina e 10% de irídio.
- O cientista Dewey M. McLean do Instituto Politécnico da Virgínia (EUA), acredita que o irídio é de origem vulcânica. O núcleo da terra é rico em irídio, e o vulcão "Piton de la Fournaise" ("pico da fornalha") em Réunion, por exemplo, está liberando irídio ainda até hoje.



# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### Revolução Industrial -1800-1870

- Antes a atividade produtiva **era artesanal e manual** (daí o termo ***manufatura***), no máximo com o emprego de algumas máquinas simples.
- Muitas vezes um mesmo artesão cuidava de todo o processo, desde a obtenção da **matéria-prima** até à **comercialização** do produto final.
- Com a Revolução Industrial os trabalhadores perderam o controle do processo produtivo, uma vez que passaram a trabalhar para um patrão (na qualidade de empregados ou operários), perdendo a posse da matéria-prima, do produto final e do lucro.
- Esses trabalhadores passaram a controlar máquinas que pertenciam aos donos dos meios de produção os quais passaram a receber todos os lucros. O trabalho realizado com as máquinas ficou conhecido por **maquinofatura**.



# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos



Os primeiros auto-fornos apareceram no século XVIII. Grande impulso na indústria metalúrgica com a revolução industrial

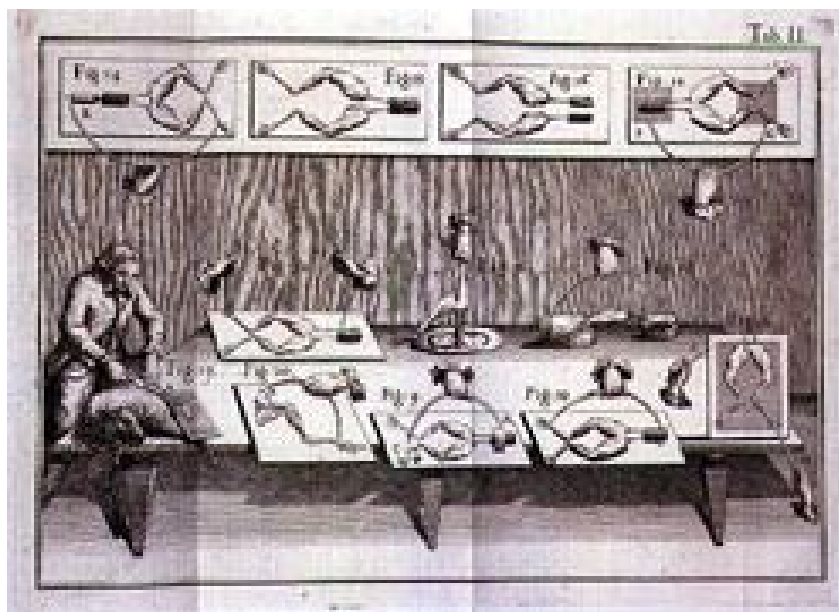
A **Zincagem** é o processo mais antigo e mais utilizado na proteção de objetos feitos de ferro ou de aço. O processo é o mesmo utilizado para outros materiais, porém o zinco possui uma temperatura de fusão de aproximadamente  $419^{\circ}\text{C}$  e, por isso, a solução (substrato) deve estar a uma temperatura entre  $430$  e  $460^{\circ}\text{C}$ , acelerando a reação entre ferro e zinco. Esse processo popularmente conhecido como **galvanização a fogo** ou **galvanização a quente** foi descoberto pelo químico francês Melouin, em 1741, e patenteado pelo engenheiro Sorel, em 1837.



# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### 1790 - Luigi Galvani – Médico - Eletricidade Animal



**Experimentos de Galvani** Ilustração de experiências médico italiano Luigi Galvani, em que ele aplicou eletricidade para as coxas; de seu livro *De Viribus Electricitatis in Motu Musculari* (1792).







# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### 1799-1800 - Alessandro Volta inventa a bateria



Alessandro Volta demonstrando a bateria.  
Alessandro Volta descobriu o primeiro método prático de produção de eletricidade.  
*Foto: cortesia da National Library of Medicine*



Alessandro Volta - Exemplo de Voltic Pile  
*Foto: cortesia da National Library of Medicine*



# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### Luigi Galvano x Alessandro Volta – **Divergências**

- Galvano – contração muscular da coxa de um sapo ao se tocar um nervo com metais diferentes. “Eletricidade animal”.
- Volta – Demonstrou que a eletricidade não vem de um tecido animal, mas gerada pelo contato de metais diferentes (bronze, ferro) em um ambiente úmido.
- Galvano – Provou a existência de forças bioelétricas dentro de tecidos vivos ao provocar uma contração muscular causada ao tocar o músculo exposto de um sapo com o nervo de outro.
- **Ambos estavam certos.**
- Volt – unidade de força eletromotriz, ou diferença de potencial, o que causará uma corrente (ampére), fluirá com uma resistência (ohm).
- Galvanoplastia – eletrodeposição de metais.

[www.inventors.about.com](http://www.inventors.about.com)



# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### **1805 – Luigi Brugnatelli – Inventou a galvanoplastia**

- Usando uma pilha voltaica, realizou a eletrodeposição de ouro.
- Era amigo de Alessandro Volta
- A publicação de seu trabalho foi rejeitado na Academia de Ciências da França pelo ditador Napoleão Bonaparte
- Luigi reportou seu experimento então no Jornal Belga de Física e Química:

“Nos últimos tempos, dourei completamente duas grandes medalhas de prata, através de uma ligação com fio de aço, ligado ao polo negativo da pilha voltaica e mantendo um depois o outro imerso em solução amoniacal nova e bem saturada”.

[www.inventors.about.com](http://www.inventors.about.com)



# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### 1840 –H. e G. Elkington – patenteou eletrodeposição

- Segundo Birmingham Jeweler Quarter – John Wright, Birmingham – Inglaterra - descobriu que cianeto de potássio é um eletrólito adequado para eletrodepositar ouro e prata, através de uma corrente elétrica
- Os Elkington's - compraram os direitos e patenteou. Eles tiveram o monopólio da galvanoplastia por muitos anos devido a patente .  
Método barato de produzir jóias

[www.inventors.about.com](http://www.inventors.about.com)



# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### **2ª Revolução Industrial 1870-1945**

- ✓ Passagem de uma sociedade rural e artesanal para uma sociedade urbana e industrial
- ✓ Ascensão da burguesia
- ✓ Invenções mecânicas e utilização de fontes de energia modernas
- ✓ Grandes avanços tecnológicos
- ✓ Automóvel
- ✓ Aviação

### **3ª Revolução Industrial 1945-hoje**

- ✓ Grande revolução tecno-científica
- ✓ Microeletrônica
- ✓ Informática
- ✓ Telemática
- ✓ Robótica
- ✓ Engenharia Genética





# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### **Metais Preciosos - Popularização**

- ❖ Jóias puderam ser reproduzidas em quantidades – fundição, estamparia
- ❖ Novas modalidades de consumo em massa: decoração, utensílios domésticos, adornos, moda, elétrica, eletrônica
- ❖ Bijuterias puderam ser produzidas aos milhares de milhões – com camada superficial de ouro, prata, ródio...
- ❖ O tratamento galvânico tornou possível melhorar a qualidade dos produtos sem aumentar tanto os preços
- ❖ Tornou o acesso a população da classe média e baixa



Minicursos CRQ-IV - 2010

Galvanoplastia de metais preciosos

**Iniciação à**

**Galvanoplastia de  
Metais Preciosos**



# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### **Definição de Eletroquímica:**

**É a ciência que trata das relações entre química e eletricidade, descrevendo os fenômenos que ocorrem na interface de um condutor eletrônico, o eletrodo, com um condutor iônico, o eletrólito.**

**Eletrólise (galvanoplastia): reação forçada**

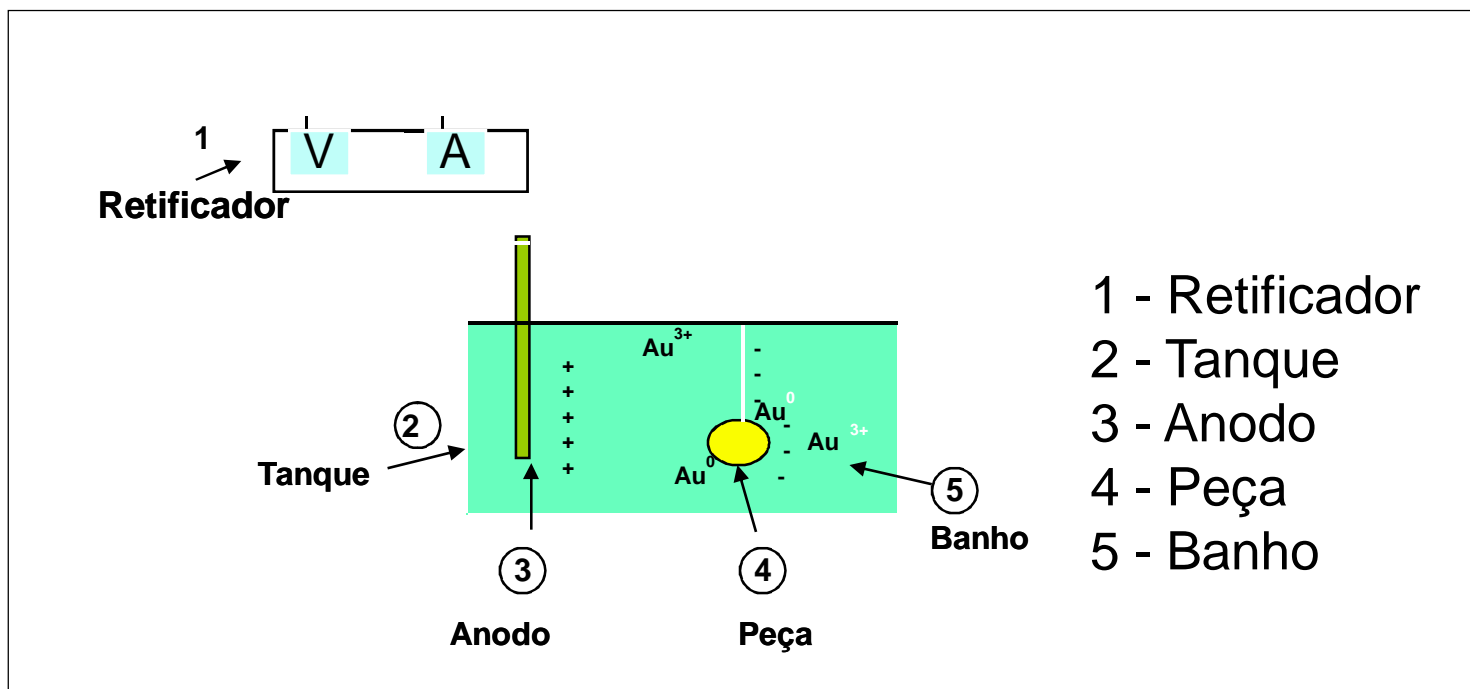
**Pilha: reação espontânea**



# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

Definição Galvanoplastia: Técnica de deposição de metais em superfícies metálicas a partir do fornecimento de diferença de potencial.



Pólo negativo (cátodo):  $\text{Au}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Au}^0$  - semi-reação: Redução

Pólo positivo (ânodo):  $\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}^+ + \frac{1}{2}\text{O}_2 + 2\text{e}^-$  - semi-reação: Oxidação



# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### DEFINIÇÕES:

**Cátodo:** eletrodo no qual ocorre a redução (deposição do metal – objeto que será recoberto).

**Ânodo:** eletrodo no qual ocorre a oxidação (pode ser solúvel – neste caso o metal do anodo vai para a solução – ou insolúvel).

**Eletrólitos-** São assim chamadas todas as soluções que **conduzem** a corrente elétrica.

**Íons-** São assim chamadas as partículas carregadas que se movimentam na solução.



# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### Aplicações da galvanoplastia:

- Proteger o substrato contra a corrosão;
- Melhorar as propriedades físicas e mecânicas do substrato, como por exemplo, resistência à abrasão, condutividade elétrica;
- Proporcionar e manter aspecto decorativo;
- Alterar dimensões originais de determinadas peças;
- Recuperar peças que sofreram desgaste.





## Minicursos CRQ-IV - 2010

### Galvanoplastia de metais preciosos

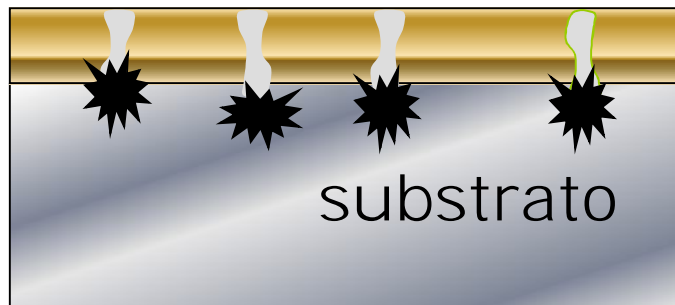
**Metais diferentes apresentam tendências diferentes à corrosão; diz-se que um metal “A” é mais nobre que o outro, se “A” apresentar menor tendência à corrosão e menos nobre se apresentar maior tendência à corrosão.**



# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

**Revestimentos nobres:** metal do revestimento mais nobre que o metal do substrato



Revestimento nobre

**Revestimento de sacrifício:** metal do revestimento menos nobre que o metal do substrato



Revestimento de sacrifício



# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

Tabela do potencial de redução de metais em ordem crescente.

Par Redox	Reação de Eletrodo	E <sup>0</sup> /V
Li <sup>+</sup> /Li	Li <sup>+</sup> + e <sup>-</sup> ↔ Li	-3.04
K <sup>+</sup> /K	K <sup>+</sup> + e <sup>-</sup> ↔ K	-2.92
Ba <sup>2+</sup> /Ba	Ba <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> ↔ Ba	-2.90
Ca <sup>2+</sup> /Ca	Ca <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> ↔ Ca	-2.76
Na <sup>+</sup> /Na	Na <sup>+</sup> + e <sup>-</sup> ↔ Na	-2.71
Mg <sup>2+</sup> /Mg	Mg <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> ↔ Mg	-2.38
Al <sup>3+</sup> /Al	Al <sup>3+</sup> + 3e <sup>-</sup> ↔ Al	-1.71
H <sub>2</sub> O/H <sub>2</sub> /Pt	2H <sub>2</sub> O + 2e <sup>-</sup> ↔ 2OH <sup>-</sup> + H <sub>2</sub>	-0.83
Zn <sup>2+</sup> /Zn	Zn <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> ↔ Zn	-0.76
Cr <sup>3+</sup> /Cr	Cr <sup>3+</sup> + 3e <sup>-</sup> ↔ Cr	-0.74
Fe <sup>2+</sup> /Fe	Fe <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> ↔ Fe	-0.41
Cd <sup>2+</sup> /Cd	Cd <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> ↔ Cd	-0.40
Ni <sup>2+</sup> /Ni	Ni <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> ↔ Ni	-0.23
Sn <sup>2+</sup> /Sn	Sn <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> ↔ Sn	-0.14
Pb <sup>2+</sup> /Pb	Pb <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> ↔ Pb	-0.13
H <sup>+</sup> /H <sub>2</sub> /Pt	2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup> ↔ H <sub>2</sub>	0.00
Cu <sup>2+</sup> /Cu	Cu <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> ↔ Cu	0.34
Fe <sup>3+</sup> , Fe <sup>2+</sup> /Pt	Fe <sup>3+</sup> + e <sup>-</sup> ↔ Fe <sup>2+</sup>	0.77
Ag <sup>+</sup> /Ag	Ag <sup>+</sup> + e <sup>-</sup> ↔ Ag	0.80
H <sup>+</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /NO/Pt	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> + 4H <sup>+</sup> + 3e <sup>-</sup> ↔ NO + 2H <sub>2</sub> O	0.94
O <sub>2</sub> /H <sup>+</sup> , H <sub>2</sub> O/Pt	O <sub>2</sub> + 4H <sup>+</sup> + 4e <sup>-</sup> ↔ 2H <sub>2</sub> O	1.23
Au <sup>3+</sup> /Au	Au <sup>3+</sup> + 3e <sup>-</sup> ↔ Au	1.42

www2.fc.unesp.br

Na tabela, os metais foram organizados de acordo com seus potenciais, iniciando com os valores negativos e terminando com os potenciais positivos. Os resultados compõem a denominada **série eletroquímica dos metais**.

Quanto maior o potencial negativo do metal, maior será sua tendência de passar ao estado iônico e vice-versa. Um metal com potencial mais negativo deslocará qualquer outro metal com potencial inferior na série das soluções de seus sais.



# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

As leis de Faraday podem ser resumidas pela equação:

$$\Delta m = M I t / [z] F$$

$\Delta m$  ou  $m$  = massa em gramas proveniente da redução no cátodo ou da oxidação no ânodo de uma certa espécie eletroativa.

$M$  = massa molar da espécie eletroativa em gramas / mol.

$I$  = corrente elétrica em Ampère que atravessa a célula eletrolítica durante a eletrólise.

$t$  = tempo da eletrólise em segundos.

$[z]$  = número de cargas do íon ( número de elétrons cedidos ou recebidos )

$F$  = constante de Faraday = 96485 C / mol ( C = Coulomb )

$M / [z]$  = massa equivalente ou equivalente-grama

$I t$  = carga elétrica que atravessa a célula eletrolítica.

Ampère.segundo = Coulomb



# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

# Aplicações



# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### Aplicações

#### Indústrias

- **Segmento Técnico**
- Elétrica
- Eletrônica
- Aeroespacial
- Química

- **Segmento Decorativo**

- Jóias e bijuterias
- Relógios
- Armações de óculos
- Canetas
- Construção civil
- Móveis
- Adornos

#### Produtos

Conectores, circuitos impressos  
Transistores, circuitos integrados  
Componentes aeronave, sist.combustível  
Reatores, recipientes

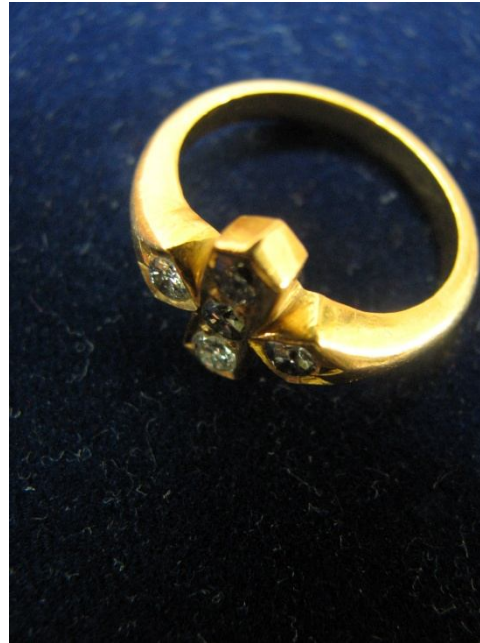
Anéis, correntes, brincos, pingentes etc  
Caixas e pulseiras  
Armações e acessórios  
Corpos de caneta e acessórios  
Metais sanitários, ferragens, lustres  
Acessórios  
Chaveiros, estátuas, objetos escritório





# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

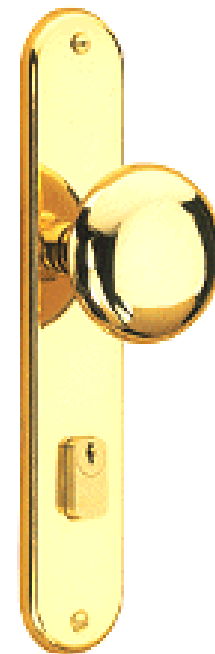




# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### 1- O que vou banhar?



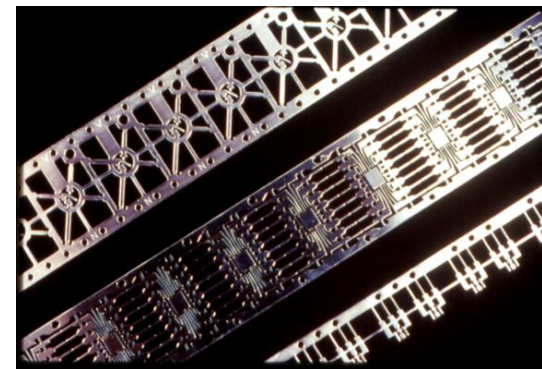
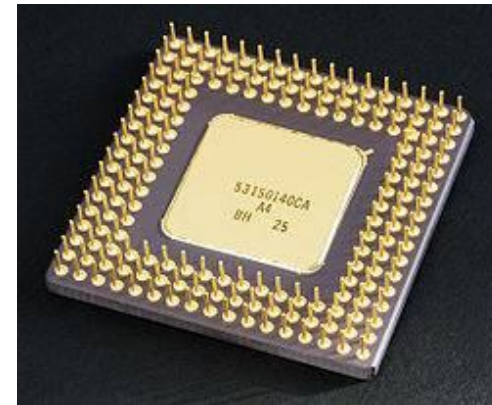
### 2- Que banho vou usar?





# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos







# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### Eletriformação de joias

- Técnica de alta tecnologia para produção de jóias ocas
- Nenhuma outra técnica consegue reproduzir tão bem os detalhes
- Produz jóia de ouro mais leve



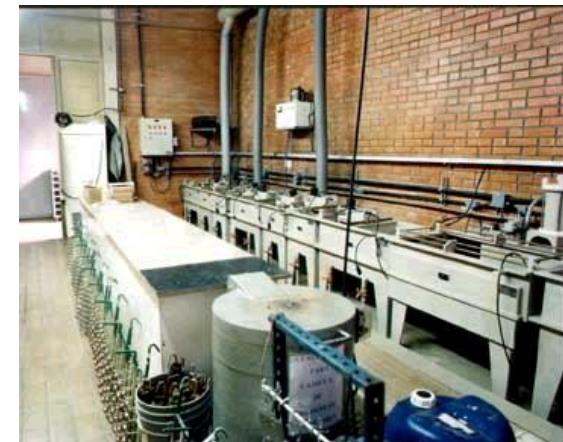


# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### Galvanoplastia – Tipos de linhas galvânicas

- Manual
- Semi-automática
- Automática



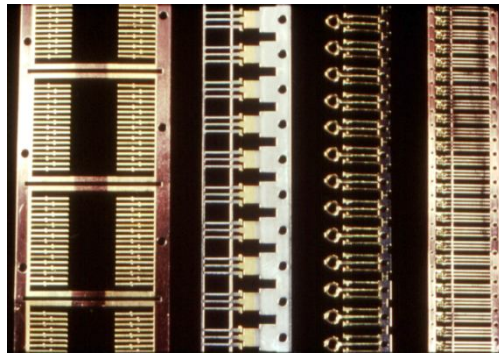


# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### Depósito seletivo

- Devido ao alto custo dos metais preciosos
- Aplicação somente nas áreas de interesse



**Depósito Seletivo  
Reel to reel**



**Depósito Seletivo  
Caneta Anódica**





# Minicursos CRQ-IV - 2010

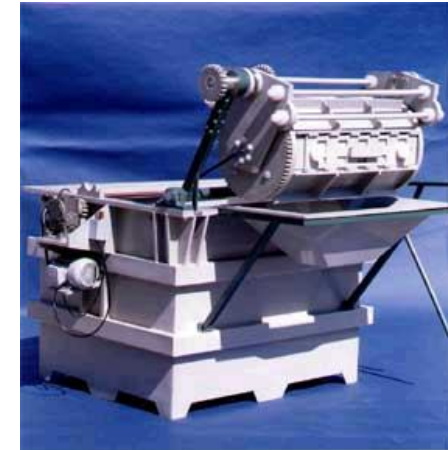
## Galvanoplastia de metais preciosos

### Sistemas de trabalho:

- **Gancheira - Convencional, circular**
- **Tambor rotativo - Sino, sextavado, cestos, vibarrel**
- **Contínuas - Fitas, Circuito impresso**
- **Rolete - Correntes**



Gancheiras



Tambor Rotativo





# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

# Processos Galvânicos



Minicursos CRQ-IV - 2010

Galvanoplastia de metais preciosos

# **METAIS PRECIOSOS - OURO**

## **Banhos de Ouro**

### **Bases:**

- Alcalinos cianídricos
- Neutros
- Ácidos
- Alcalinos sem cianeto
- Fortemente ácidos

### **Tipos:**

- Ouro puro
- Ouro ligado
- Douração - flash de ouro
- Folheação espessuras elevadas



# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### Banhos de Ouro - Evolução

Ano de introdução	Tipo de banho	Faixa de pH	Complexo de ouro	Ligas metálicas
Até 1945	<b>Alcalino</b>	8-13	$\text{KAu}(\text{CN})_2$	Cu, Cd, Ag, Zn (Sn, Ni)
Depois 1945	<b>Neutro</b>	6-8	$\text{KAu}(\text{CN})_2$	Cu, Cd, Ag
Depois 1955	<b>Alcalino</b>	8-10	$\text{KAu}(\text{CN})_2$	Co, Ni, In, Fe
Depois 1965	<b>Levemente ácido</b>	3-6	$\text{Na}_2\text{Au}(\text{SO}_3)_2$	Cu, Cd, Pd
Depois 1980	<b>Fortemente ácido</b>	0,5-2,5	$\text{H}(\text{AuCl}_4)$ $n \cdot \text{H}_2\text{O}$	Co, Ni, Zn, Sn

Evolução dos banhos de ouro em função do pH



# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### Banhos de ouro – Alcalinos cianídricos:

<b>Composição</b>	<b>Douração</b>	<b>Folheação</b>
Teor de ouro	0,5-2,5 g/L	3,0-7,0 g/L
Teor de KCN	2,0 – 7,0 g/L	13 – 40 g/L
Temperatura	50 – 60°C	55 – 65°C
Dens.Corrente	0,5 – 5,0 A/dm <sup>2</sup>	0,5 – 2,5 A/dm <sup>2</sup>
Anodos	Aço Inox 304/316	Aço Inox 304/316
Tonalidade	Diversas	Diversas
Dureza	80-180 HV	200-370 HV
Ligas	Cu; Cd; Ni; Ag	Cu; Cd; Ag; Zn
Resist. abrasão	Boa	Excelente
Resist. corrosão	Boa	Boa
Resist. embaçamento	Boa	Boa



# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### Sequência Operacional – Banho alcalino cianídrico:

Produto: Bijuterias

Base: Latão

Banhos de ouro: alcalino cianídrico

Para aplicação de espessuras maiores, as peças seguem a seqüência com banho de ouro camada e douração cor final (parte 2)

#### 1ª Parte – só douração

- 1) Ativação solução 10% de ácido sulfúrico
- 2) Desengraxante eletrolítico
- 3) Cobre alcalino
- 4) Neutralização - solução 10% ácido sulfúrico
- 5) Cobre ácido
- 6) Neutralização solução 10% ácido sulfúrico
- 7) **Níquel\***
- 8) Neutralização solução 10% ácido sulfúrico
- 9) Douração (ou pré-ouro)
- 10) Água Recuperação
- 11) Água quente 70° C
- 12) Secagem

#### 2ª Parte – Folheação e cor final

- 13) Folheação a ouro 18K
- 14) Recuperação I
- 15) Recuperação II
- 16) Douração cor Final
- 17) Recuperação
- 18) Água quente 70°C
- 19) Secagem

Se houver necessidade de maior controle do ouro depositado nas peças folheadas, o processo pode ser interrompido na seqüência 12; pesadas, seguindo da 13 em diante e pesadas novamente para checagem final do depósito (há necessidade de desengraxe por haver interrompido o processo).

\* **Níquel pode ser substituído**





# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

**Níquel como pré-camada  
provoca alergia em parte  
significativa da população**





# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### Banhos de Ouro - Levemente ácidos

Composição	Convencional	Alta Velocidade
Teor de ouro	2-8 g/L	8-16 g/L
Temperatura	25 – 45°C	45 – 55°C
Dens. Corrente	0,2 – 4,0 A/dm <sup>2</sup>	5 – 25 A/dm <sup>2</sup>
Anodos	Titânio Platinado	Titânio Platinado
Tonalidade	Amarelo pálido ao gema	Amarelo forte
Dureza	140-220 HV	140-220 HV
Ligas	Co; Ni; Fe; In	Co; Ni; Fe
Resist. abrasão	Ótima	Ótima
Resist. corrosão	Ótima	Ótima



- São eletrólitos empregados na indústria de circuitos impressos, conectores, contactores, devido às excelentes propriedades dos depósitos, especialmente ligados com Co, Ni e Fe.
- Na indústria decorativa também vem ganhando espaço, principalmente devido à ausência de cianeto livre.



# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### Banhos de ouro – base neutra

Composição	Folheação
Teor de ouro	3-7 g/L
Temperatura	50-70°C
Dens. de corrente	0,2-2,5 A/dm <sup>2</sup>
Anodos	Titânio platinado
Tonalidade	Amarelo ao acetinado
Dureza	90-200 HV
Ligas	Cu,Cd,Ag

- São eletrólitos empregados na indústria de semicondutores, circuito integrado, para aplicações na indústria eletrônica.
- Os processos mais empregados atualmente são os de ouro puro, extremamente moles que têm como característica maior a "bondabilidade" e a soldabilidade.
- **Atualmente estão sendo usados processos Banhos de pH neutro, sem cianeto livre, Com adição de metais para obter diferentes tonalidades, excelente distribuição de camada, e penetração - (vídeo)**



# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### Banhos de ouro – base fortemente ácida

Composição	Banhos
Teor de ouro	2-8 g/L
Temperatura	25- 45°C
Dens. de corrente	0,2-4,0 A/dm <sup>2</sup>
Anodos	Titânio platinado
Tonalidade	Amarelo pálido ao gema
Dureza	140-220 HV
Ligas	Co,Ni,Zn,Sn
Resist. abrasão	Ótima
Resist. corrosão	Ótima

São eletrólitos com depósitos de porosidade extremamente baixa.  
A aplicação principal deste eletrólito é a ativação do aço inoxidável, que até então era feita através de banhos de níquel fortemente clorados, que quebravam a propriedade inoxidável dos aços, tornando-os susceptíveis a corrosões.



# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### Banhos de prata

**Cianídricos - Através dos complexos:  $KAg(CN)_2$   
 $NaAg(CN)_2$**

#### Processos mais comuns:

- Banho de pré-prateação** - Utilizado para evitar a deposição química do metal, são banhos com baixo teor de prata, somente para aplicação de uma fina camada de prata que evita a deposição química do banho de prata sobre a base.
- **Banho de prata convencional** - Processo de simples deposição de prata, base de cianetos, depósito fosco.
  - **Banho de prata brilhante** - Processos com abrillantadores, geralmente sais organo-metálicos, que aumentam brilho e dureza do depósito.
  - **Banho de alta velocidade** - Processos desenvolvidos para adequação a equipamentos automáticos de alta velocidade.



# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### Banhos de prata – Composição

	<b>Pré-prata</b>	<b>Prata convencional</b>	<b>Prata brilhante</b>	<b>Prata alta velocidade</b>
Prata	2-7 g/L	22 g/L	30-35 g/L	50 – 80 g/L
KCN	60 -90 g/L	40 g/L	40-180 g/L	50-100 g/L
KOH	20 – 30 g/L	-	10-15 g/L	0 -30 g/L
Temperatura	20 -30° C	20 -25° C	18 -28° C	35 -55° C
Dens.Corrente	1,5 -2,5 A/dm <sup>2</sup>	0,5 -1,5 A/dm <sup>2</sup>	1 -2 A/dm <sup>2</sup>	5 -10 A/dm <sup>2</sup>
Anodos	Aço Inox 304/316	Prata pura	Prata pura	Ti/Pt

Anodos:

- Prata de alta pureza 99.9%

Relação anodo/catodo 1/1

Devem estar protegidos com saco de polietileno

- Titânio platinado - Anodos insolúveis para linhas de alta velocidade

- Aço Inox - Para banhos de pré-prata



# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### **METAIS PRECIOSOS - PALÁDIO**

#### **Características:**

- Metal branco acinzentado
- Dúctil
- Boa condutibilidade, exceto para correntes de alta frequência

#### **Banhos de paládio:**

- Os banhos mais empregados são os de base alcalina amoniacaais, ligados com níquel. Recentemente foram desenvolvidos banhos de base ácida.

#### **Aplicações:**

- Substituto do ródio em bijuterias
- Substituto do ouro em conectores
- Substituto das camadas intermediárias de níquel em bijuterias





# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

**Propriedades:** Símbolo - Rh  
Número atômico - 45  
Massa atômica - 102,905  
Valência - 3  
Massa específica - 12,44 g/cm<sup>3</sup>  
Ponto de fusão - 1965 °C  
Equivalente eletroquímico - 1,2797 g/Ah

## METAIS PRECIOSOS RÓDIO

**Características:** Metal branco, com excelente resistência química.

**Banhos de ródio:** Os banhos mais comuns são os a base de ácido sulfúrico ou fosfórico, ou combinação dos dois. Opera com teor de 1-5 g/L de metal a temperatura de 25-40°C. Utiliza anodos de titânio platinado ou platina.

**Banho de ródio negro - novidade**

**Aplicações:** Camada final em jóias de ouro branco, bijuterias, refletores, conectores, componentes eletrônicos



# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### METAIS PRECIOSOS - PLATINA

**Propriedades:** Símbolo - Pt  
Número atômico - 78  
Massa atômica - 195,09  
Valência - 2  
Massa específica - 21,45 g/cm<sup>3</sup>  
Ponto de fusão - 1769°C  
Equivalente eletroquímico - 1,8208g/Ah

#### **Características:**

- Metal branco mais acinzentado que ródio
- Dúctil, maleável
- Não é atacado por nenhum ácido separadamente

#### **Aplicações:**

- Acessórios de laboratório
- Anodos de titânio com camada final de platina
- **Bijuterias e acabamento final em jóias**

#### **Banhos de platina:**

- São composições fortemente ácidas que operam com teor de metal de 2,0 a 10 g/L, à temperatura de 55-85°C. Como anodos são empregados platina ou titânio platinado.



# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### METAIS PRECIOSOS – RUTÊNIO

**Propriedades:** Símbolo - Ru  
Número Atômico - 44  
Massa Atômica – 101,07  
Massa específica - 12,2 g/cm<sup>3</sup>

#### **Banhos de Rutênio:**

- Os banhos mais comuns são os a base de ácido sulfúrico, com aparência enegrecida. Opera com teor de 5-7 g/L de metal a temperatura de 60-70°C. Utiliza anodos de titânio platinado ou platina.

#### **Aplicações:**

- Camada final em jóias para dar acabamento negro
- Em bijuterias como substituto de níquel preto



# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

# Controle de Processo



# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### Controle de processo

Em um setor galvânico o controle deve abordar :

- **Controle químico** – definindo os principais componentes que devem ser analisados e sua periodicidade; em cada banho de toda a seqüência operacional do processo que envolve desde a limpeza das peças até o acabamento final de proteção (se houver)
- **Controle prático** – ensaios práticos de laboratório em células de Hull, ou em becker reproduzindo as condições de trabalho, realizando adições dos componentes do banho com o objetivo de melhorar sua performance
- **Controle estatístico de processo (CEP)**- usando os resultados de análise para trabalhar sua manutenção e controle, visando assegurar a qualidade dos revestimentos aplicados.



# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

Empresa	Cronograma de Manutenção - Mensal			
Processo	Programa Mensal de Manutenção			
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
<b>Eletroformação ouro</b>	Au	Au	Au	Au
	KCN	KCN	KCN	KCN
	Cu	Cu	Cu	Cu
	Cd	Cd	Cd	Cd
	pH	pH	pH	pH
<b>Produtos para manutenção:</b>	<b>Ouro:</b> Aurocianeto de potássio 68% - cada 100 gr contém 68 gr			
	<b>KCN:</b> Cianeto de potássio - adicionar por análise (consome mesmo s/trabalhar)			
	<b>Cobre:</b> Sal B - cada 130 gramas de liga adicionar 40 gramas			
	<b>Cádmio:</b> Sol.A - cada 130 gramas de liga adicionar 250 ml			
	<b>Condutor</b> - é um sal que deve ser utilizado quando o banho fica instável			
	<b>Sol.Correção</b> - eleva pH			
	<b>Sol.Correção</b> - abaixa pH			
	<b>Sol.Correção</b> - reforça cobre -100 gr/L - quando o KCN está normal			
	<b>Cianeto de cobre importado</b> - reforça cobre quando o KCN está alto (1:1,4)			
	<b>Sol.Correção</b> - reforça Cd - 40 gr/L			
<b>Sol.Correção</b> - Molhador - quando o banho está com baixa espuma -teste aro				
Troca a cada 40 vezes a quantidade de metal (Au) consumido				
Checar contatos dos anodos e ganchos - mensalmente				
Filtragem continua				
Troca cartucho filtrante a cada troca de banho				



# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### Controle processos

**Objetivo da manutenção dos banhos:** Manter equilibrada a composição química do banho, para obter eficiência de corrente e velocidade de deposição constantes, e controlar o consumo dos metais preciosos. Os principais controles são:

- **Análise química periódica do teor metálico e demais componentes**
- **Controle diário do pH e da densidade do eletrólito**
- **Ensaio prático, célula de Hull, célula “V”, ou outros**
- **Tratamento com carvão ativo para eliminar contaminações orgânicas e partículas em suspensão**
- **Outros tratamentos específicos de cada processo, como tratamento com peróxido de hidrogênio, ou de precipitação de contaminações metálicas**





# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### Análise química do ouro

#### 1- Método de análise utilizado: Gravimétrico

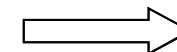
**2 – Equipamentos / Reagentes Analíticos:** Chapa de aquecimento, ácido sulfúrico conc. p.a, peróxido de Hidrogênio 130 Vol., mufla, papel de filtro faixa branca/preta, balança analítica, dessecador.

#### 3 – Procedimento:

- Pipetar uma amostra conforme tabela a seguir e transferir para um erlenmayer de 250 ml;

Banhos de Douração	Banhos de Folheação
20 ml de amostra	10 ml de amostra

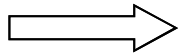
- Adicionar de 20 a 30 ml de ácido sulfúrico conc. p.a em capela;
- Aquecer até desprendimento de fumaças brancas. Durante esta etapa a solução ficará escura.
- Após aproximadamente 1 hora, adicionar de 20 a 30 ml de peróxido de hidrogênio 130 vol. até a solução ficar límpida. Feito isso, retornar a solução a chapa deixando-a por mais de 3 horas.





# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos



- Após esse período, remova-a da chapa e deixa-a esfriar;
- Adicionar aproximadamente 50 ml de água destilada;
- Filtrar em papel de filtro faixa branca/preta;
- Lavar bem o papel de filtro com o resíduo com água destilada;
- Colocar o papel de filtro com resíduo em um cadinho de porcelana;
- Secar e calcinar a 750 °C (+ / - 6%);
- Após calcinação, transfira o cadinho com o resíduo de ouro para um dessecador, para esfria-lo a temperatura ambiente.
- Pesar o resíduo utilizando balança analítica.

### 4 – Cálculos

- Para Banhos de Douração:  $\text{Peso do Resíduo} \times 50 = \text{g/L de Ouro}$
- Para Banhos de Folheação:  $\text{Peso do Resíduo} \times 100 = \text{g/L de Ouro}$



# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### Informações importantes Boletim técnico

#### Características do banho

• Tipo de banho	alcalino cianídrico
• Teor de ouro	5 g/L
• Valor do pH	9,5
• Densidade do banho	1,150 g/cm <sup>3</sup> (19 <sup>o</sup> Bè)
• Velocidade de deposição	cerca de 0,4 µm/minuto
• Eficiência da corrente	55 – 65%
• Razão de deposição	60 – 80 mg/Amin

#### Características do depósito

• Composição da liga	Au/Cu/Cd – cerca de 75/19/6%
• Tonalidade	amarela rosada
• Peso específico	15 g/cm <sup>3</sup>
• Dureza	300 HV - Vickers



# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### **Manutenção - Exemplo banho ouro alcalino cianídrico:**

#### Reposição Au

1,47 g aurocianeto de potássio para cada ou 1 g de ouro fino depositado)

#### Reposição cobre

0,4 g para cada 1,33 g de depósito

#### Reposição de cádmio

25 mL solução com 40g/L para cada 1,33 g de depósito

#### Correção

Solução KOH 30% p.a. (elevar o valor do pH)

Solução de  $H_3PO_4$  10% pa (baixar o pH)

#### Após tratamento com carvão ativo adicionar:

Produto tensoativo

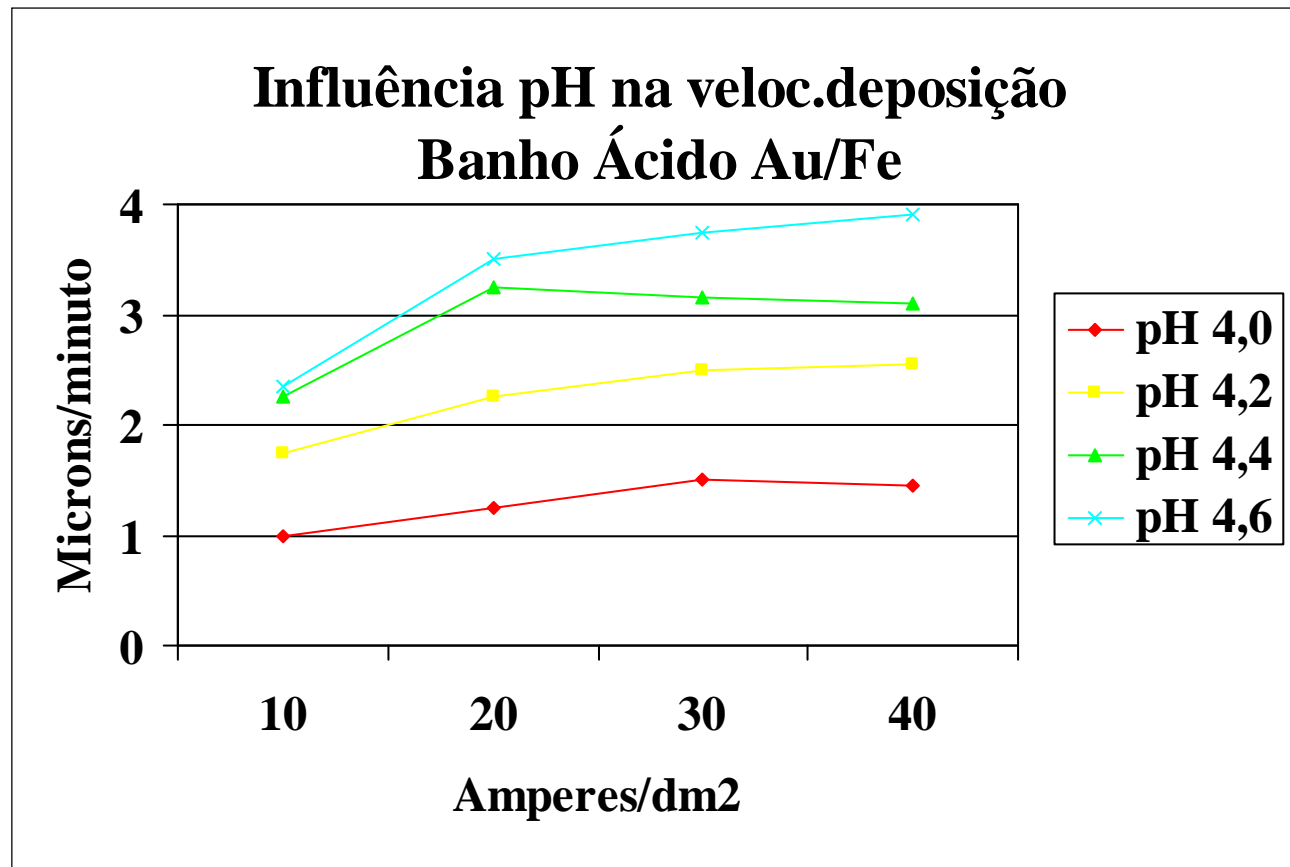
O teor de cianeto de potássio livre deve ser controlado mediante análise



# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### Importância da manutenção pH





# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### Controle camadas

- Ensaio de corrosão

- Névoa salina (salt spray)
- Kesternisch (SO<sub>2</sub>)
- Suor artificial

- Dureza do depósito

- Equipamento microdurômetro

#### Espessura das camadas

- Equipamentos de raios beta
- Equipamentos de raios X
- Metalografia
- Análise destrutiva

- Teste porosidade

- HNO<sub>3</sub>
- Eletrográfico

- Aderência

- Aspecto



# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos



**Controle de camada  
raios X**

**Microdurômetro**



**Corrosão  
Névoa salina (Salt spray)**

**Corrosão  
Kesternich – SO<sub>2</sub>**







Minicursos CRQ-IV - 2010

Galvanoplastia de metais preciosos

# **Cálculos, Controle de camada, Espessura e custos**



# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### Múltiplos do metro

- Kilômetro = 1000 metros: **km**
- Hectômetro = 100 metros: **hm**
- Decâmetro = 10 metros: **dam**
- Decímetro = 0,1 metro: **dm**
- Centímetro = 0,01 metro: **cm**
- Milímetro = 0,001 metro: **mm**
- Micrometro = 0,000001 metro: **µm**

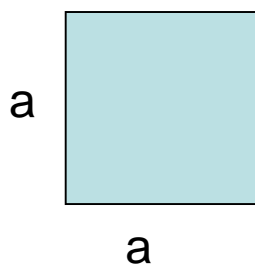


# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### Área

- Quadrado

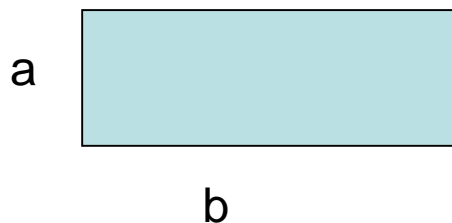


$$\text{Área} = a \times a$$

Unidade de área = cm<sup>2</sup>

$$a \text{ cm} \times a \text{ cm} = x \text{ cm}^2$$

- Retângulo



$$\text{Área} = a \times b$$

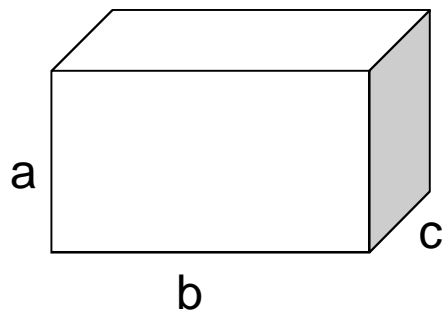


# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### Volume

Um tanque de banho tem 3 medidas:  
Largura, altura e comprimento



Unidade de volume

$$\text{Volume} = a \text{ (m)} \times b \text{ (m)} \times c \text{ (m)} = \text{m}^3$$

$$1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ litro}$$



Minicursos CRQ-IV - 2010

Galvanoplastia de metais preciosos

## Medidas

### Sistema métrico (m)

1. Unidade de comprimento - metro
2. Unidade de área – metro quadrado
3. Unidade de volume – metro cúbico



## Minicursos CRQ-IV - 2010

### Galvanoplastia de metais preciosos

## Milesimagem (folheados) e micragem

- **Milesimagem** - popularmente é a linguagem do joalheiro que significa partes por mil em peso de ouro (750/000)
- **Microns (micrometro)** - é uma unidade de espessura da camada de banho em  $\mu\text{m}$
- **Obs. Não dá para relacionar ou fazer uma tabela de um para outro**



Minicursos CRQ-IV - 2010

Galvanoplastia de metais preciosos

## Aplicações dos cálculos em galvanoplastia

- Cálculo de volume de banhos
- Cálculo de reposição dos banhos
- Cálculo de peças que serão banhadas
- Cálculo de gancheiras
- Cálculo de área catódica e anódica
- Cálculo de amperagem por carga
- Cálculo de ampéres-minuto ou hora
- Cálculo de custo





# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### Planilha de Controle - Banhos

<b>Empresa</b>											
<b>Banho</b>				Data montagem:							
				Fornecimento:							
<b>Histórico banho</b>											
Data	Produção	Consumo		Saldo		Análise					
		Au Teorico	Au Real	Au	Final	Au	Cu	Cd	KCN	pH	obs



Minicursos CRQ-IV - 2010

Galvanoplastia de metais preciosos

# Tratamento de efluentes e uso racional de água



# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

- Valor pH 6 a 9
- Temperatura  $\leq 40^{\circ} \text{C}$
- Sedimentáveis até 1 ml/hora
- Solúveis em hexano 100 mg/l
- DBO 5 dias,  $20^{\circ} \text{C}$ , máx. 60mg/l
- Arsênio 0,2 mg/l
- Cádmio 0,2 mg/l
- Chumbo 0,5 mg/l
- Cianeto 0,2 mg/l
- Cobre 1 mg/l
- Cromo Hexavalente 0,1 mg/l
- Cromo Total 5 mg/l
- Fenol 0,5 mg/l
- Ferro 15 mg/l
- Fluoretos 10 mg/l
- Níquel 2 mg/l
- Prata 0,02 mg/l
- Zinco 5 mg/l

## CETESB – SP

### Exigências Legais para efluentes:

- Decreto 8.468 de 08/09/76
- Emissão (Art.18)





# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### Tabela - Súmula dos padrões de emissão de efluentes líquidos

Resolução Federal CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) n° 357, de 17/03/2005. Artigos 18 e 19

Parâmetros	Unidade	Artigo 18 e Lei 997/76	Artigo 34 do Conama 357/05	Artigo 19 A e Lei 997/76
pH		≥ 5,0 e ≤ 9,0	≥ 5,0 e ≤ 9,0	≥ 6,0 e ≤ 10,0
Temperatura	°C	< 40	< 40 (1)	< 40
Resíduos sedimentáveis	mL/L	< 1,0	< 1,0	< 20,0
Óleos e graxas	mg/L	100,0	-	150,0
Óleos minerais	mg/L	-	20,0	-
Óleos vegetais e gorduras animais	mg/L	-	50,0	-
DBO – Demanda bioquímica de oxigênio	mg/L	60,0 (2)	-	-
Solventes, combustíveis, inflamáveis etc.	-	-	-	Ausência
Despejos causadores de obstrução na rede	-	-	-	Ausência
Substancias potencialmente tóxicas	-	-	-	Ausência
Materiais flutuantes	-	-	Ausência	-
Arsênio	mg/L	0,2	0,5	1,5 (3)
Bário	mg/L	5,0	5,0	-
Boro	mg/L	5,0	5,0	-
Cádmio	mg/L	0,2	0,2	1,5 (3)
Chumbo	mg/L	0,5	0,5	1,5 (3)
Cianeto	mg/L	0,2	0,2	0,2
Cobre	mg/L	1,0	1,0	1,5 (3)
Cromo hexavalente	mg/L	0,1	-	1,5
Cromo trivalente	mg/L	-	-	-
Cromo total	mg/L	5,0	0,5	5,0 (3)
Estanho	mg/L	4,0	4,0	4,0 (3)
Fenol	mg/L	0,5	0,5	5,0
Ferro solúvel	mg/L	15,0	15,0	15,0
Fluoretos	mg/L	10,0	10,0	10,0
Manganês solúvel(5)	mg/L	1,0	1,0	-
Merúrio	mg/L	0,01	0,01	1,5 (3)
Níquel	mg/L	2,0	2,0	2,0 (3)
Prata	mg/L	0,02	0,1	1,5 (3)
Selênio	mg/L	0,02	0,30	1,5 (3)
Sulfato	mg/L	-	-	1.000,0
Sulfeto	mg/L	-	1,0	1,0
Sulfito	-	-	-	-
Zinco	mg/L	5,0	5,0	5,0
Clorofórmio	mg/L	-	1,0	-
Dicloroetano	mg/L	-	1,0	-
Tetracloroeto de carbono	mg/L	-	1,0	-
Tricloroetano	mg/L	-	1,0	-

(1) A elevação de temperatura no corpo receptor não deverá exceder a 3°C

(2) Este valor poderá ser ultrapassado desde que o tratamento reduza no mínimo 80% de carga, em termos de DBO

(3) A concentração máxima do conjunto grafado sob este índice será de 5 mg/L

(4) Ferro sob a forma de íon ferroso (Fe<sup>2+</sup>)

(5) Manganês sob a forma de íon manganoso (Mn<sup>2+</sup>)



# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### Como atender aos padrões

- Caracterizar os tipos de soluções
- Quais os elementos presentes
- Geralmente: Ácidos

Metais

Cianetos



## Minicursos CRQ-IV - 2010

### Galvanoplastia de metais preciosos

## Precipitação dos metais

- Aumento de pH – transformar em Hidróxidos

Ex:



- Se os metais estiverem complexados, por exemplo como cianeto, antes devemos destruir o complexo.



Minicursos CRQ-IV - 2010

Galvanoplastia de metais preciosos

## Destruição de ânions

- **Fluoretos e fosfatos:**  
Formam sais de cálcio insolúveis
- **Cianetos:**  
Por oxidação com cloro
- **Cromatos:**  
Reduzido com bissulfito para cromo trivalente e este precipitado como Hidróxido de Cromo

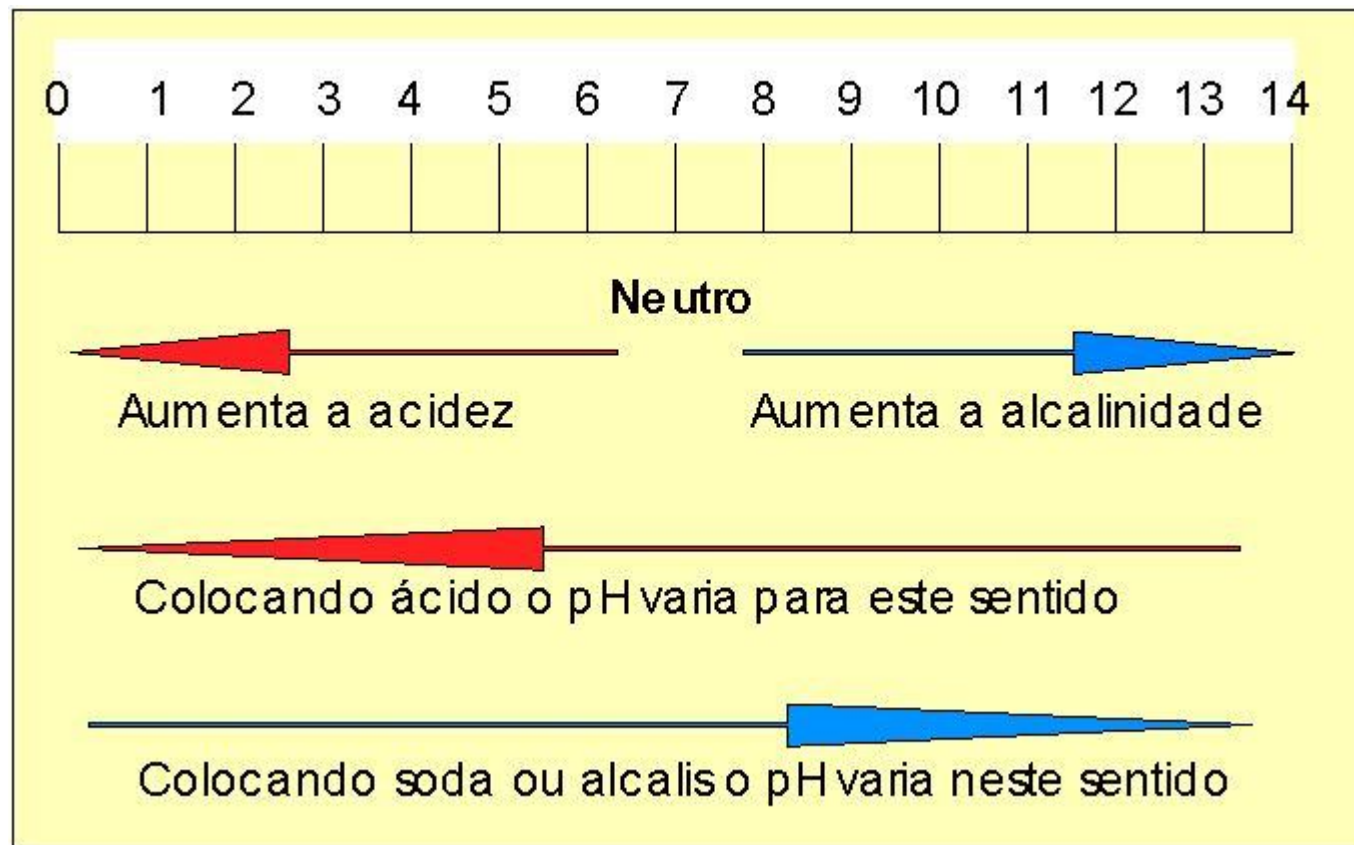


# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### Controle do valor de pH

O tratamento de efluentes é feito com controle constante e rigoroso de pH







# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### Tratamento de Efluentes

#### Solubilidade dos metais na água:

Concentração do metal em solução, após precipitação

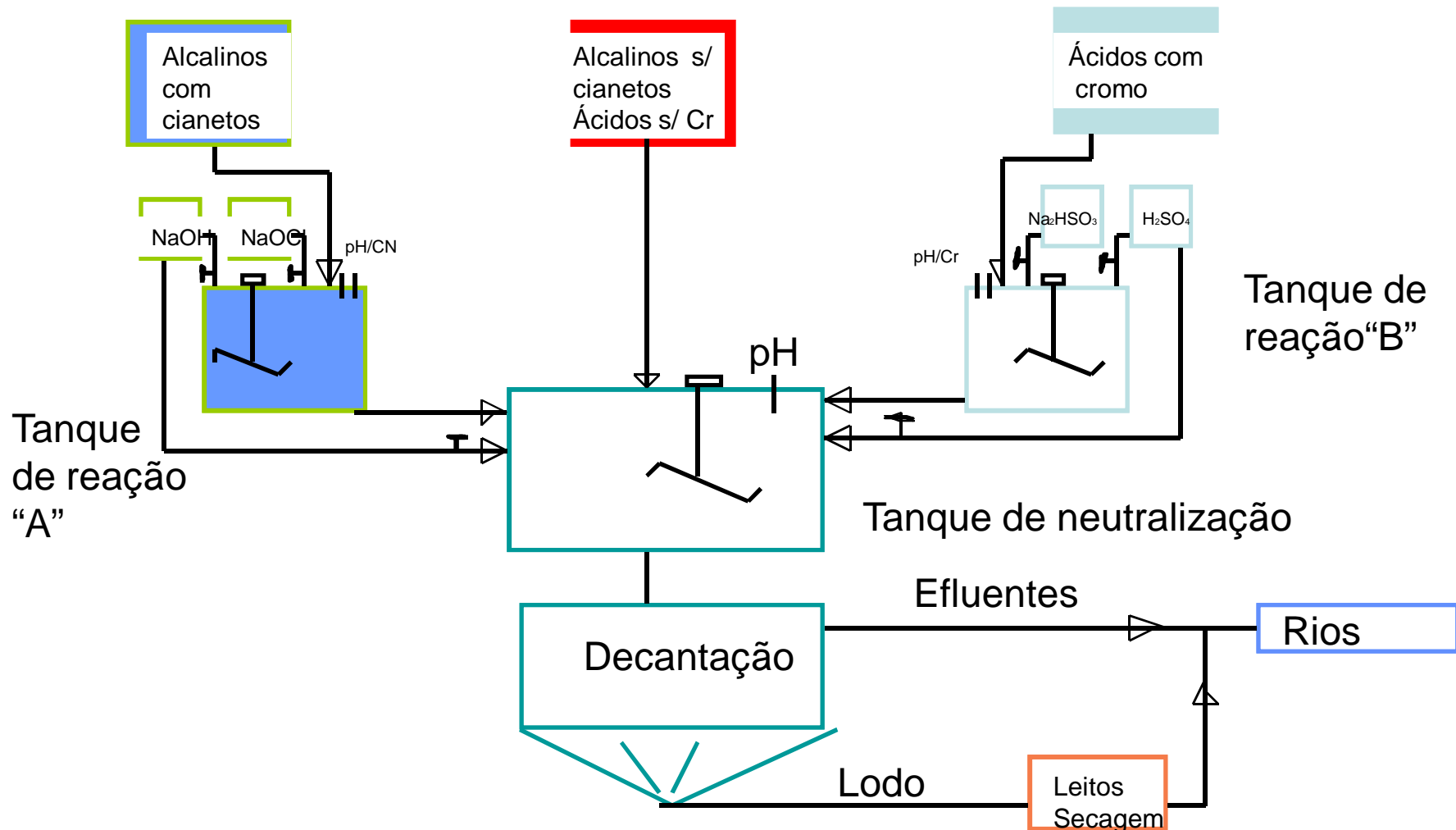
pH	Ferro mg/l	Níquel mg/l	Cromo mg/l	Zinco mg/l	Cádmio mg/l	Cobre mg/l
6,5	0,8	19,2	17,8	18,5	19,2	11,0
7,0	0,4	18,9	13,7	17,8	18,4	5,8
8,0	0,0	10,8	7,1	9,1	15,2	2,4
8,5	0,0	2,3	5,0	1,6	4,8	1,7
9,0	0,0	0,6	3,4	1,5	0,9	1,2
10,0	0,0	0,0	0,3	8,4	0,0	0,4



# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### Tratamentos de Efluentes





# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### TÉCNICAS EFICIÊNCIA PRODUTIVA E AMBIENTAL

- **SISTEMAS DE LAVAGEM**
- **DRAG-OUT - ÁGUAS DE RECUPERAÇÃO EM TODAS AS ETAPAS**
- **REUTILIZAÇÃO DAS SOLUÇÕES DRAG-OUT, EVAPORAÇÃO DA SOLUÇÃO À VÁCUO PARA REPOR AO BANHO**





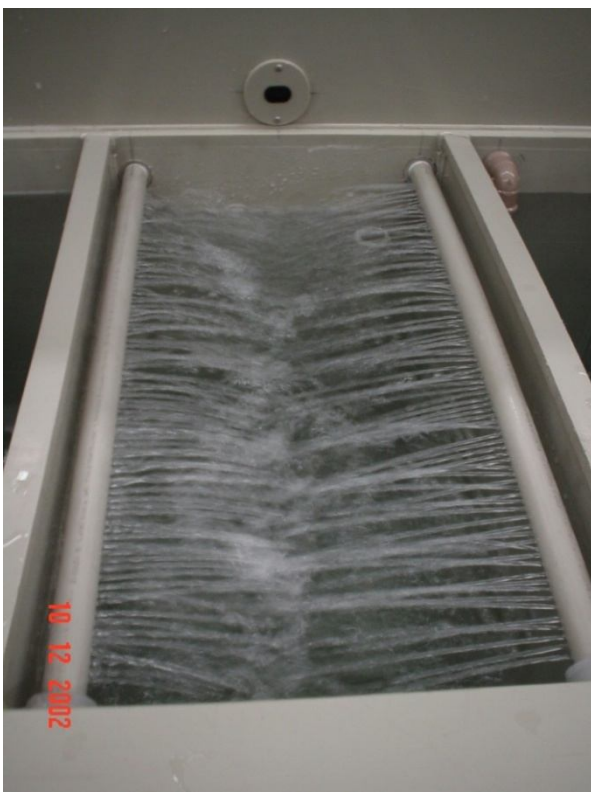
Minicursos CRQ-IV - 2010

Galvanoplastia de metais preciosos

## TÉCNICAS

### EFICIÊNCIA PRODUTIVA E AMBIENTAL

LAVAGEM COM JATO DE ÁGUA TEMPORIZADO COMBINADO  
COM IMERSÃO - REDUZ CONSUMO DE ÁGUA





# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

### **SISTEMA DE RECICLAGEM DE ÁGUA**



- 1- CILINDRO DE CARVÃO ATIVO
- 2- RESINA PARA TROCA DE CÁTIONS
- 3- RESINA PARA TROCA DE ÂNIONS (ANIÔNICA FRACA)
- 4- RESINA PARA TROCA DE ÂNIONS (ANIÔNICA FORTE)



# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

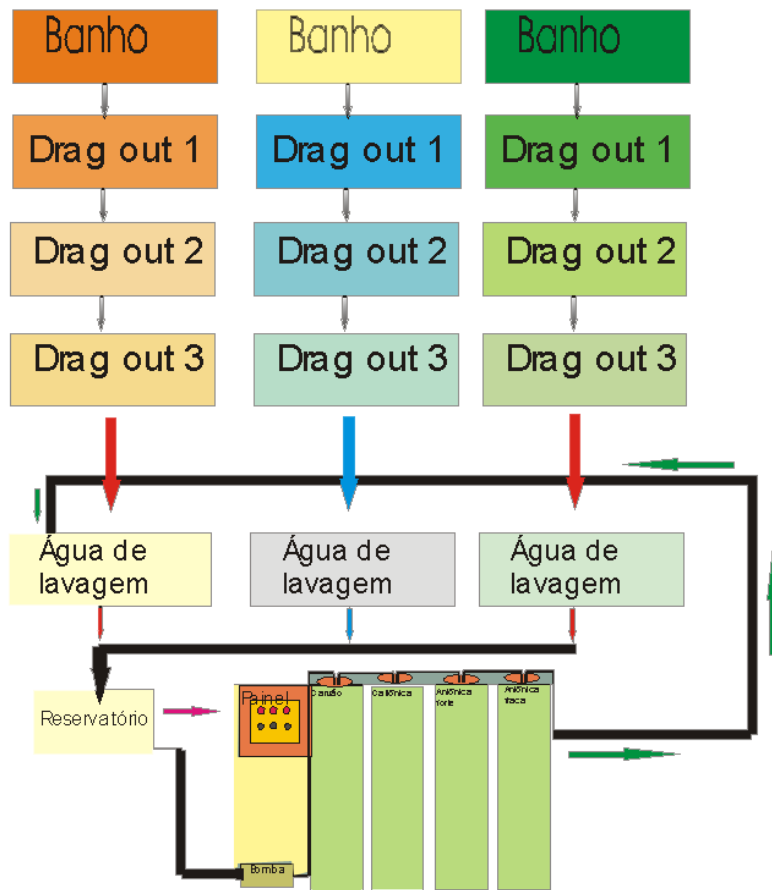
- Economia de água
- Economia de mão de obra
- Economia de reagentes
- Facilidade de adequação de *layout*
- Melhor qualidade de lavagem
- Aumenta performance do banho – menor drag in



# Minicursos CRQ-IV - 2010

## Galvanoplastia de metais preciosos

Água da Concessionária



### Sistema ETI - Recirculação

- Não utiliza água da rede
- Recircula a própria água da galvanica,
- Água na linha mais limpa – deionizada

### Sistema ETE - menor

- Somente as águas da regeneração das colunas
- Quando houver troca ou substituição dos banhos



Minicursos CRQ-IV - 2010

Galvanoplastia de metais preciosos

**Wilma Ayako Taira dos Santos**

**Tel 011 7204 4059**

**E-mail: [wilma@electrochemical.com.br](mailto:wilma@electrochemical.com.br)**