
MANUAIS AMBIENTAIS CETESB

PROBLEMAS IDENTIFICADOS E SOLUÇÕES DE PREVENÇÃO À POLUIÇÃO IMPLANTADAS

APRESENTAÇÃO

O projeto piloto de Prevenção à Poluição (P2) foi desenvolvido pela CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental em parceria com 5 indústrias de bijuterias do Município de Limeira, de forma voluntária, e teve como principal objetivo a redução da geração de poluentes e a otimização do consumo de recursos nos processos produtivos.

A Prevenção à Poluição em galvanoplastias inclui desde o planejamento das instalações, melhorias das práticas operacionais, uso racional de água e energia, purificação e reciclagem de insumos até a substituição de matérias-primas.

Este trabalho permitiu a identificação, nos processos produtivos avaliados, das oportunidades de P2 aplicáveis a todo o setor de tratamento superficial de metais (galvanoplastia).

No conteúdo deste manual são apresentadas algumas técnicas e recomendações de P2 levantadas durante a execução do projeto piloto, aplicáveis em cada uma das etapas do processo produtivo.

PLANEJAMENTO DE INSTALAÇÕES

Visa a melhoria das condições no recinto de trabalho relativas à iluminação, instalações elétricas, piso, revestimento das paredes, sistema de coleta de efluentes, ventilação, proteção dos equipamentos e layout.

ILUMINAÇÃO



Problema

A ausência de janelas exige o uso de iluminação artificial.

Soluções

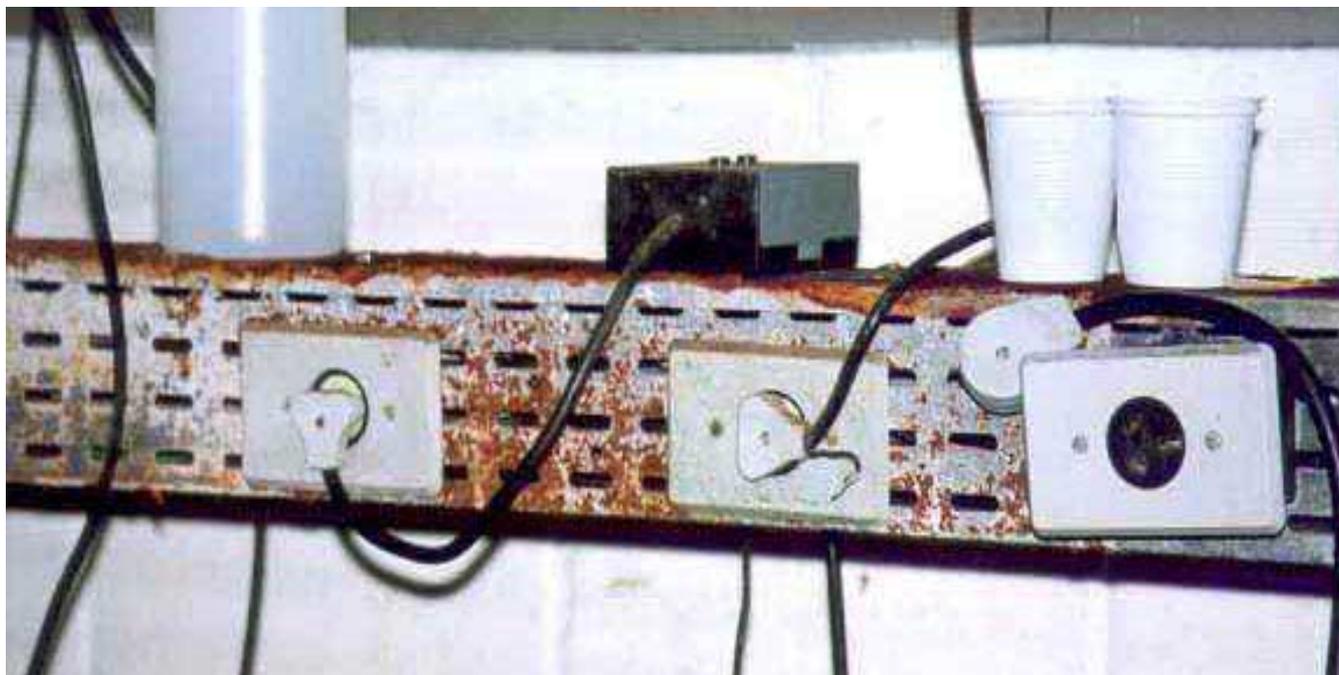
- instalação de janelas
- uso de cor clara
- melhoria da disposição de lâmpadas fluorescentes
- uso de telhas translúcidas para a iluminação natural



INSTALAÇÃO ELÉTRICA

Problemas

- instalação precária
- estrutura metálica corroída
- fios soltos, aumentando riscos de acidentes



Soluções

- instalação de barramentos elétricos de cobre que permitem flexibilidade na mudança de layout
- implantação de programa de manutenção preventiva
- sinalização de risco



PISOS

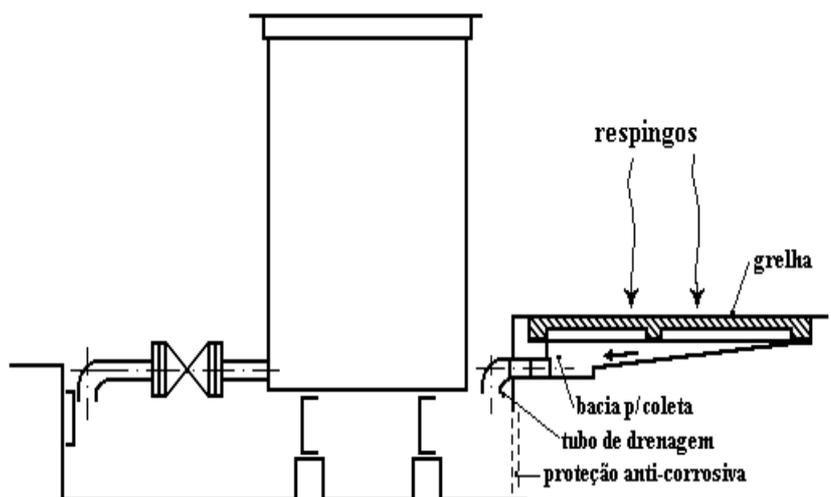
Problemas

- infiltração de líquidos
- possível ataque às fundações do prédio
- contaminação do local de trabalho
- contaminação do meio ambiente



Soluções

- instalação de drenos e canaletas
- instalação de impermeabilizantes ou pisos adequados



Recomendações para escolha do piso:

- avaliação das características dos produtos químicos utilizados nos banhos
- avaliação do tipo de tráfego
- avaliação da resistência térmica e mecânica esperada

DESTINAÇÃO DOS EFLUENTES LÍQUIDOS

Problemas

- não há segregação de efluentes
- problemas de vazamentos e alto risco de acidentes
- ausência de sistema de contenção



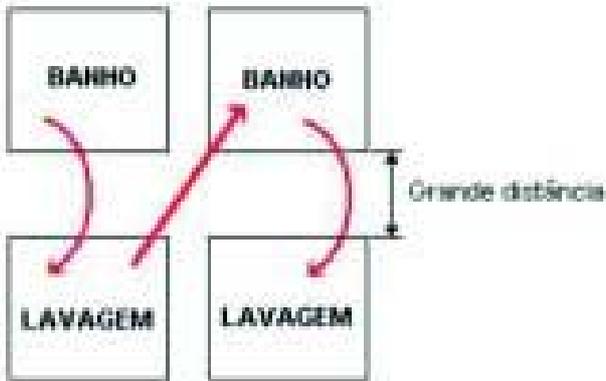
Soluções

- segregação dos efluentes com linhas diferenciadas por cores
- instalação de sistema de contenção de derramamentos e vazamentos



LAYOUT

Problemas

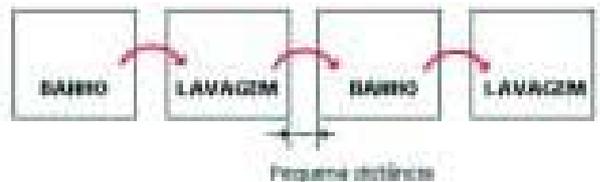


Legenda: → movimentação de peças



- distribuição física dos tanques não acompanha a seqüência operacional do processo, ocasionando uma movimentação em ziguezague
- grande distância entre os tanques provoca respingos da solução carreada pelas peças para o piso

Soluções



- otimização da seqüência operacional do processo, permitindo uma melhor visão do sistema e o escoamento livre da produção
- divisão adequada do espaço entre os banhos e os tanques de lavagem, minimizando respingos.

desengraxe

lavagem

cobreação

lavagem

Melhoria das Práticas Operacionais

niquelação

lavagem

pré-ouro

lavagem

ouro

A melhoria das práticas operacionais visa:

- redução do arraste de líquidos dos banhos
 - melhoria da eficiência das lavagens
 - redução do consumo de água
 - recuperação e reciclagem dos insumos
 - redução de uso de matérias-primas tóxicas
-

VENTILAÇÃO

Problemas

- ausência de ventilação natural
- ventilação artificial ineficiente
- sistema de exaustão mal projetado



Soluções



- instalação de sistemas de ventilação natural e artificial bem projetados
- Instalação de sistemas de captação, exaustão e lavagem dos gases gerados nos banhos quentes
- instalação de sistemas eólicos



PROTEÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

Problemas

- equipamentos e pisos danificados pelas soluções de polimento das peças
- falta de manutenção preventiva.



Soluções

- instalação de sistema de captação dos líquidos gerados no polimento e secagem das peças, evitando que escorram sobre os equipamentos
- implantação de um programa de manutenção preventiva



REVESTIMENTOS DE PAREDES

Problemas

- paredes danificadas pelos produtos químicos presentes no banhos
- falta de proteção anti-corrosiva



Solução

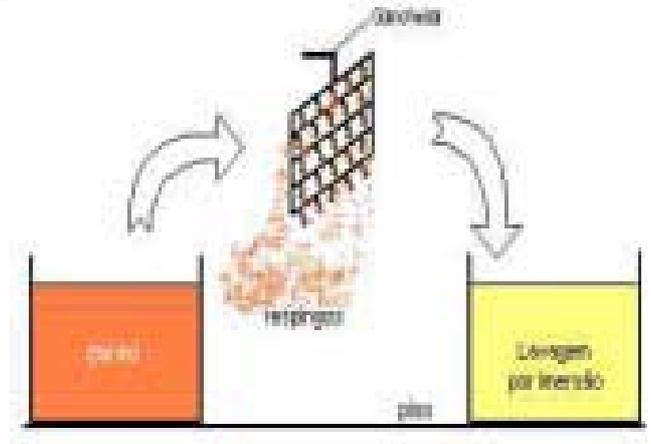
- uso de proteção anti-corrosiva nas paredes, pelo menos até a altura dos banhos, de modo a minimizar o ataque dos produtos químicos neles contidos e facilitar a limpeza.



ARRASTE DE SOLUÇÕES

Fatores que influenciam o arraste de soluções:

- velocidade de retirada das peças
- tempo de drenagem
- viscosidade da solução
- posição das peças nas gancheiras
- cooperação do operador



Técnicas para Redução do Araste

- Uso de Agentes Tensoativos
- Instalação de Sistemas de Sopramento de Ar ou "Blow-Off"
- Instalação de Placas Defletoras
- Melhoria de Posição das Peças
- Aumento do Tempo de Drenagem

AGENTES TENSOATIVOS

São substâncias que tem a capacidade de reduzir a tensão superficial dos líquidos e, conseqüentemente, podem:

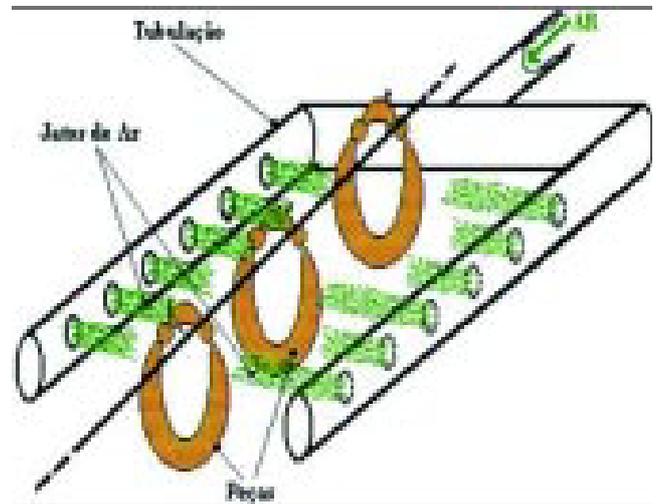
- reduzir o tempo de drenagem requerido para o escoamento da solução
- minimizar a quantidade de líquido aderido às peças
- melhorar o processo de eletrodeposição nas peças
- aumentar a vida útil dos banhos devido a redução da contaminação e das perdas de material
- reduzir a quantidade de água necessária para a lavagem das peças

ATENÇÃO: a escolha e o uso de tensoativos nos banhos deve ser analisada em conjunto com o fornecedor.

SISTEMA DE SOPRAMENTO DE AR OU “BLOW-OFF”

Consiste na utilização de jato de ar para remover a solução dos banhos aderida às peças.

- é indicado para processos contínuos de fitas ou chapas
- permite uma redução considerável do arraste



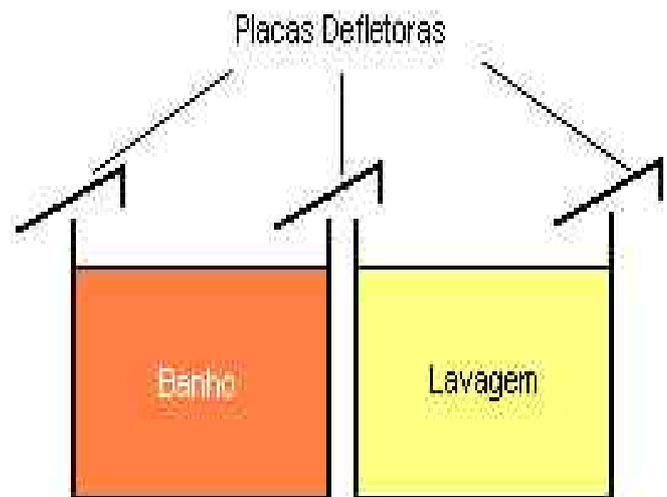
ATENÇÃO: esta técnica não apresenta grande eficiência para peças com reentrâncias.

PLACAS DEFLETORAS

Consiste na instalação de anteparos entre um banho e outro.

Vantagens:

- permite o retorno da solução para o banho de origem
- aumenta a vida útil dos banhos
- reduz a contaminação dos banhos seguintes
- evita perdas para o piso



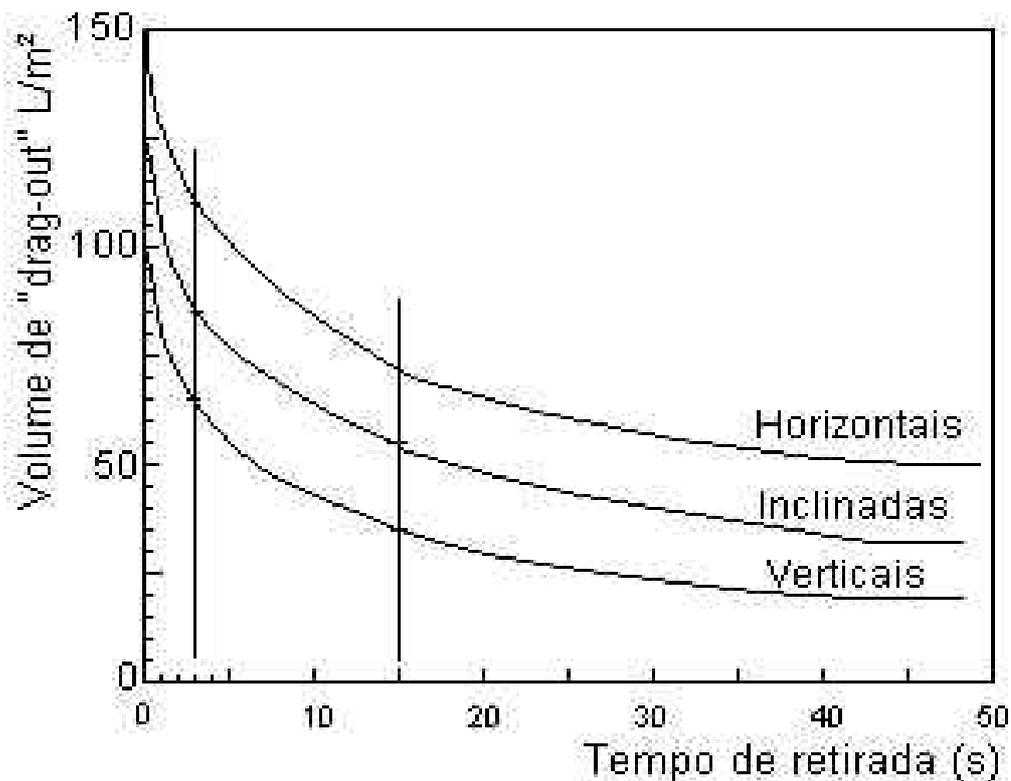
ATENÇÃO: a utilização desta técnica deve ser avaliada com base na seqüência operacional e no layout adotados pela empresa. O material das placas deverá ser resistente aos ácidos e álcalis.

POSIÇÃO DAS PEÇAS

Consiste na disposição adequada das peças nas gancheiras e esta deve sempre ser estudada de forma a reduzir o arraste. Por exemplo: peças com formato de tubos e perfis longos devem ficar em posição inclinada.

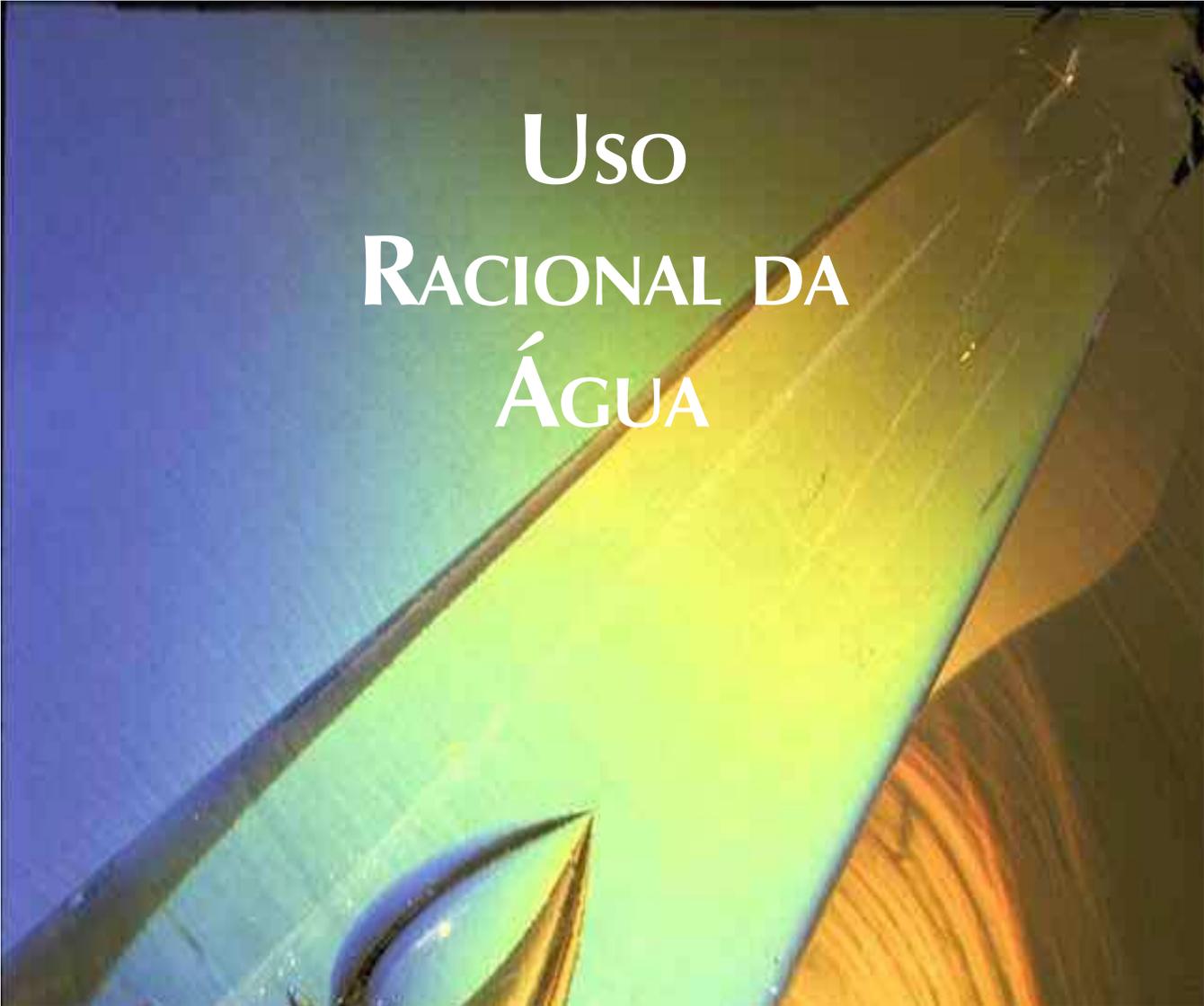
TEMPO DE DRENAGEM

Consiste em reduzir a velocidade de retirada das peças dos banhos e aumentar o tempo de drenagem, conforme mostra gráfico apresentado no Guide to Pollution Prevention for the Metal Finishing Industry - (OHIO, EPA 1994)



Para este teste:

- tempo de drenagem ideal: 15 segundos
 - arraste constante após 1 minuto
-



Uso RACIONAL DA ÁGUA

TÉCNICAS PARA REDUÇÃO DE CONSUMO DE ÁGUA

- Lavagem por imersão ou recuperação ou drag-out
 - Lavagem em cascata ou contra-corrente
 - com uso de um condutivímetro economizador
 - chave de fim de curso
 - Lavagem por jato de água ou chuveiro
 - fixo
 - removível
 - Chuveiro de acionamento por pedal economizador
 - Chuveiro com acionamento automático
 - Lavagem com spray
 - Lavagem química e eletrolítica
 - Técnica do "SKIP"
 - Orifícios limitantes
-

LAVAGEM POR IMERSÃO OU DRAG-OUT

Consiste em mergulhar as peças em água, contida em um ou mais tanques em série, ou num tanque com uma ou mais divisões, de forma a remover os contaminantes arrastados dos banhos.



Esta água de lavagem contaminada com os líquidos de arraste pode ter os usos abaixo:

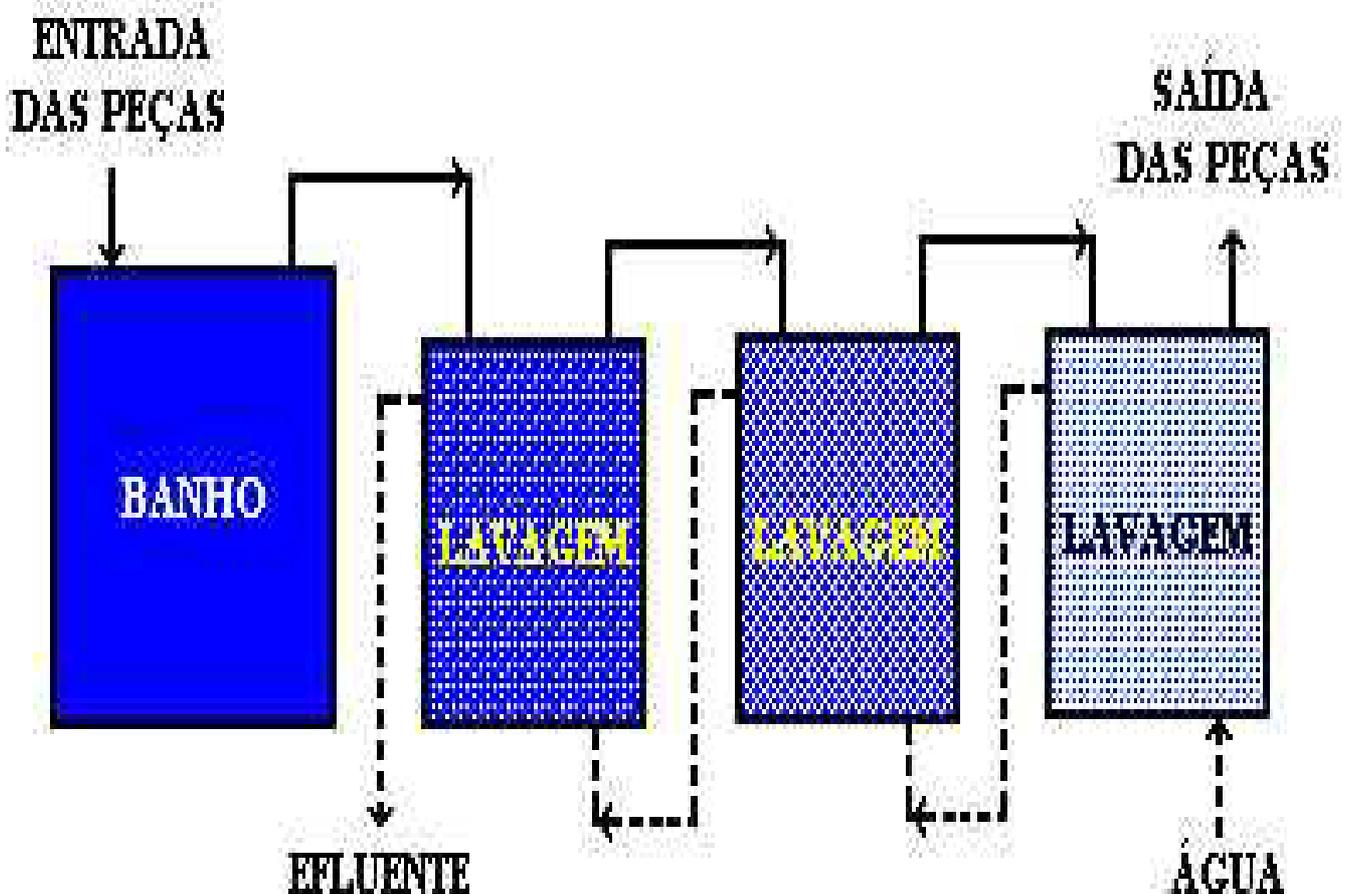
- reposição das perdas por evaporação dos banhos aquecidos
- reposição dos volumes arrastados pelas peças
- aumento da vida útil dos banhos
- recuperação de metais (ouro, prata, etc.)
- redução do consumo de água necessário para as lavagens

Observação:
a eficiência de lavagem por imersão
pode ser aumentada com turbilhonamento por agitação
mecânica ou insuflamento de ar.

LAVAGEM EM CASCATA OU CONTRA-CORRENTE

Consiste na lavagem das peças em um sistema constituído por um ou mais tanques com entrada contínua de água em contra-corrente.

Vantagem: Promove a redução substancial da vazão de água de lavagem.

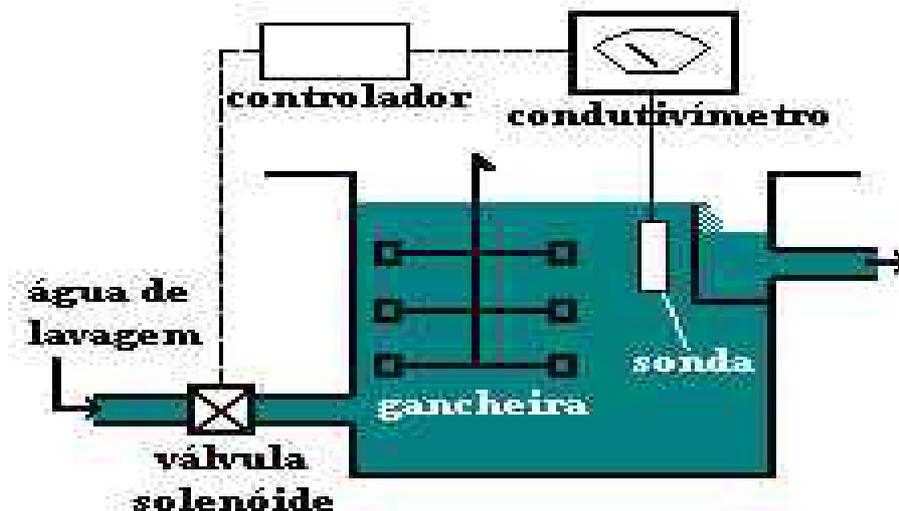


Observações:

- o número de tanques é limitado pela relação entre o custo de recuperação e os benefícios econômicos e ambientais.
- a eficiência do sistema depende de um controle rigoroso da vazão, que pode ser obtido com condutímetro economizador ou chave de fim-de-curso

CONDUTIVÍMETRO ECONOMIZADOR

Consiste de um sensor que mede a condutividade ou grau de saturação da água. Toda vez que o aparelho acusar um valor acima de um limite pré-definido, uma válvula solenóide será automaticamente acionada, permitindo a entrada de água limpa.

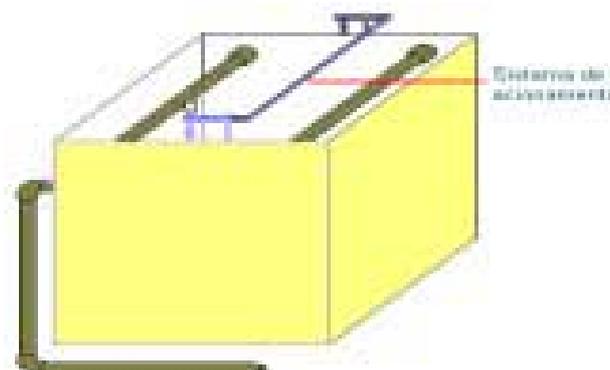


LAVAGEM EM CASCATA OU CONTRA-CORRENTE

Chave de fim-de-curso

Consiste na instalação de uma válvula solenóide na linha de alimentação de água, acionada por uma chave de fim-de-curso; quando uma gancheira for colocada no tanque de lavagem, seu peso sobre a barra de sustentação acionará a chave de fim-de-curso que abrirá a válvula solenóide, permitindo a entrada de água.

A gancheira, ao ser retirada, desligará a chave de fim-de-curso.



LAVAGEM POR JATO D'ÁGUA OU CHUVEIRO

Fixo - Consiste de um chuveiro que libera água quando a válvula de abertura é acionada pelo operador.



Inconveniente: gasto excessivo de água, devido principalmente ao tamanho dos orifícios e a distância entre a válvula e o operador.

LAVAGEM POR JATO D'ÁGUA OU CHUVEIRO

Removível- Consiste de uma mangueira flexível acoplada a um chuveiro que permite fácil movimentação do operador.



a) Chuveiro com orifícios de diâmetro grande, acionado por válvula fixa.

Inconveniente - alto consumo de água, cerca de 51 L/min (dado obtido no projeto piloto).

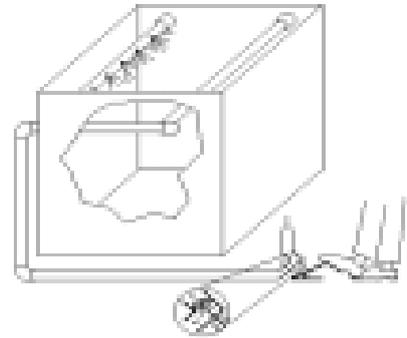


b) Chuveiro com orifícios de diâmetro pequeno, acionado por gatilho.

Vantagem- baixo consumo de água, cerca de 6,4 L/min (dado obtido no projeto piloto).

CHUVEIRO DE ACIONAMENTO MANUAL OU PEDAL ECONOMIZADOR

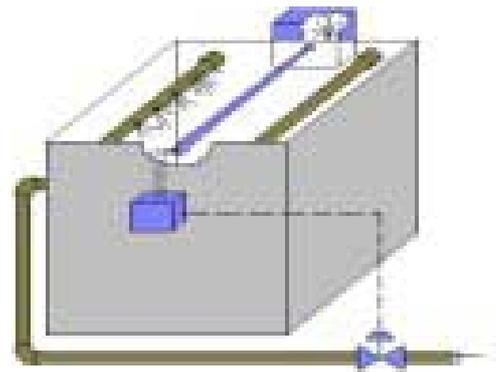
Consiste de um sistema de tubos perfurados, fixos no tanque. O fluxo de água é controlado por um registro acionado pelo pé do operador.



Cuidados: necessidade de manutenção periódica, pois o registro está sujeito a problemas de corrosão e quebras acidentais.

CHUVEIRO COM ACIONAMENTO AUTOMÁTICO

Consiste de um sistema de foto célula instalada na parede do tanque de lavagem que controla a entrada e a saída de água através de uma válvula solenóide.



LAVAGEM COM SPRAY

Consiste na aplicação de uma névoa fina de água para remover os resíduos aderidos às peças, podendo ser usado nos seguintes casos:

a) instalação de spray no tanque de lavagem, promovendo baixo consumo de água - cerca de 4,8L de água/min (dado obtido no projeto piloto).



b) instalação de spray sobre o banho, promovendo reposição de perdas por evaporação ou arraste.



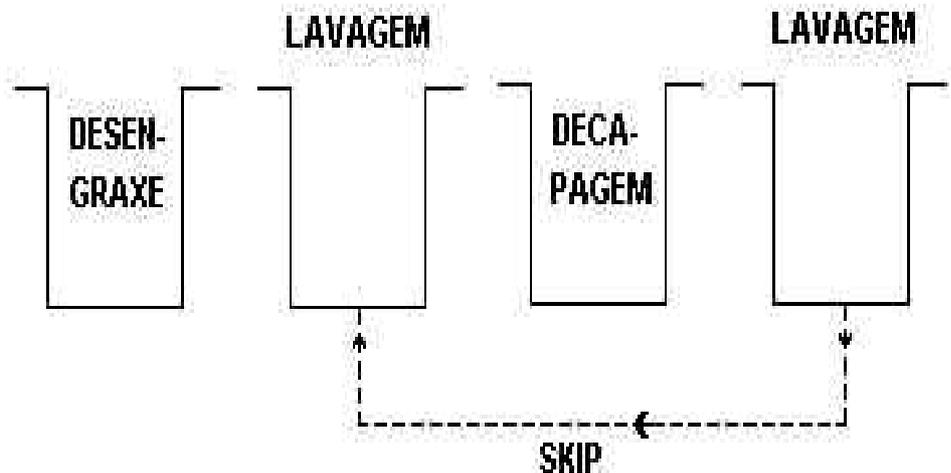
LAVAGEM QUÍMICA E ELETROLÍTICA

A lavagem química consiste em utilizar uma solução química neste processo. Por exemplo: A água de lavagem após o banho de ativação ácida pode ser reutilizada para lavagem das peças após o desengraxe alcalino.

A lavagem eletrolítica consiste na aplicação de corrente alternada ou contínua para remover os resíduos aderidos às peças. Por exemplo: uso de limpeza eletrolítica para remoção de metais aderidos às gancheiras.

TÉCNICA DO “SKIP”

Consiste em se utilizar a água de lavagem da saída de um tanque para alimentar outro tanque de lavagem em outra etapa do processo.

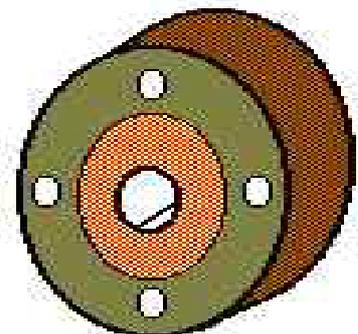


Cuidados:

- a água deverá fluir por gravidade
- o tanque de lavagem deverá ser resistente a ácidos
- o desengraxante não deverá conter cianetos

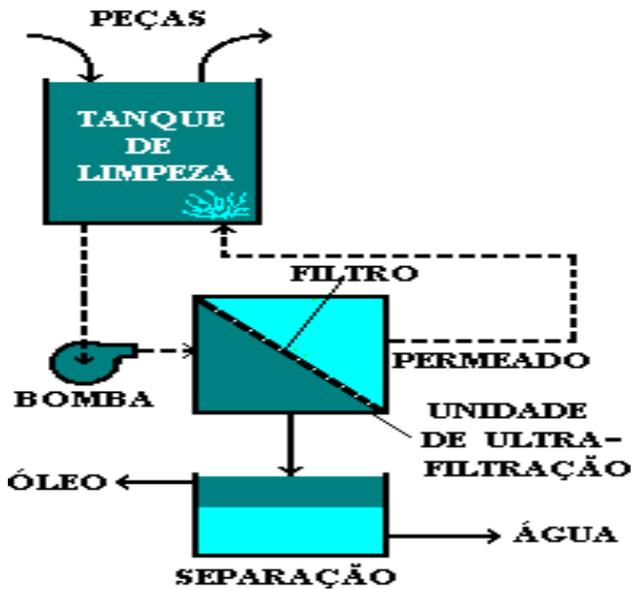
ORIFÍCIOS LIMITANTES

Consiste no uso de restrições em tubulações e linhas de alimentação com a finalidade de manter a vazão de saída de água a nível constante.

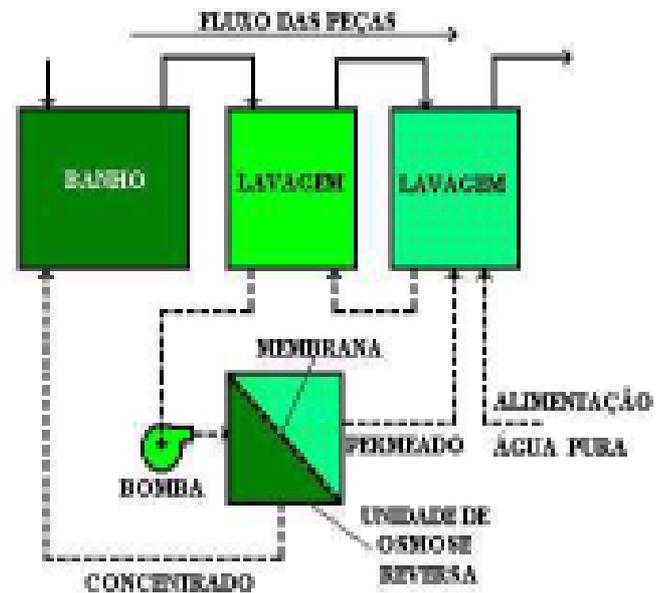


ULTRAFILTRAÇÃO E OSMOSE REVERSA

Consiste no princípio de separação dos sólidos em suspensão ou dissolvidos na solução, através do uso de membranas seletivas.



a) o sistema de ultrafiltração é muito eficaz na separação de água e óleos emulsificados.



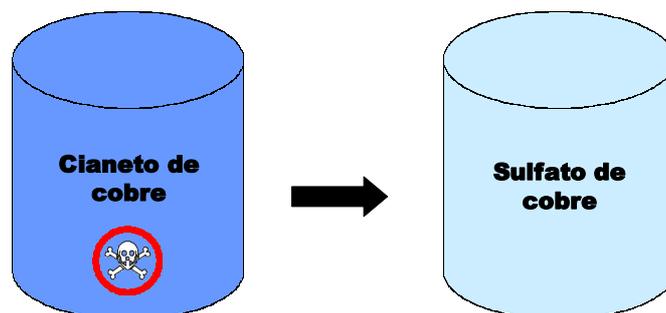
b) o sistema de osmose reversa é muito eficaz na remoção dos sólidos dissolvidos.

SUBSTITUIÇÃO DE MATÉRIAS-PRIMAS

Consiste em substituir materiais tóxicos e poluentes, por outros menos agressivos ou atóxicos ao meio ambiente .

Recomenda-se avaliar:

- os substitutos são práticos na sua aplicação e estão disponíveis no mercado
- a substituição não estará solucionando um problema e criando outro
- a qualidade do produto ou a produção poderá ser afetada
- a substituição trará alteração nos custos



Expediente

Gerente do Departamento de Desenvolvimento e Capacitação Tecnológica

Eng^o Tânia Mara Tavares Gasi

Divisão de Prevenção à Poluição e Produção mais Limpa

Eng^a Júlia Alice A. Ferreira

Setor de Técnicas de Prevenção à Poluição

Farm. Bioq. Marie Yamamoto do Vale Quaresma

Coordenação Técnica

Quím. Carlos Eduardo Medeiros Pacheco

Equipe Técnica

Quím. Carlos Eduardo Medeiros Pacheco

Eng^o Paulo Rogério Rodrigues Camacho

Apoio Técnico

Agência Ambiental de Limeira

Tecnólogo Adilson José Rossini

Quím. Creusa Ap. G. P. Finotti

Editoração Eletrônica

SMA/CED

Fonte: Compilação Técnicas de Prevenção à Poluição para a
Indústria de Galvanoplastia. Novembro/1998.

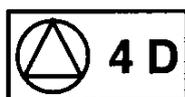
CETESB

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
Av. Professor Frederico Hermann Jr., 345 - Alto de Pinheiros
CEP: 05459-900 - São Paulo - SP
Fone: (011) 3030-6501 - Fonefax: (011) 3030-6480
Site: <http://www.cetesb.sp.gov.br>

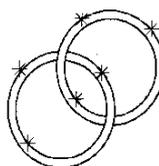
Empresas participantes do projeto:



AURITA IND. E COMÉRCIO DE FOLHEADOS LTDA.



Exp. Imp. Ind. e Com. Ltda
• Tratamento de Superfície • Assistência Técnica
• Prestação de Serviços



Galvânica "A. Z." Ltda.

Especializada em eletrodeposição de metais nobres



MOROZINI
FOLHEADOS A OURO



**Diretoria da
CETESB**

Diretoria de Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia

Fernando Cardozo Fernandes Rei

Diretoria de Recursos Hídricos e Engenharia Ambiental

Primo Pereira Neto

Diretoria de Controle de Poluição Ambiental

Orlando Zuliani Cassetari

Diretoria Administrativa e Financeira

Galba de Farias Couto

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

(CETESB – Biblioteca, SP, Brasil)

P118p Pacheco, Carlos Eduardo Medeiros
3.ed. Projeto piloto de prevenção à poluição em indústrias de bijuterias no município de Limeira 1998-99 / Carlos Eduardo Medeiros Pacheco, Marie Yamamoto do Vale Quaresma, Paulo Rogério Rodrigues Camacho. - 3.ed. - - São Paulo : CETESB, 2002.
23 p. : il. ; 21 cm. - - (Manuais ambientais)

ISSN

1. Bijuterias – indústrias - poluição 2. Eletrodeposição 3. Galvanoplastia
4. Limeira – Est. São Paulo 5. Poluição – controle 6. Poluição – prevenção – projetos I. Quaresma, Marie Yamamoto do Vale. II. Camacho, Paulo Rogério Rodrigues. III. Título. VI. Série.

CDD (18.ed.)

614.781 6

CDU (ed. 99 port.)

614.7.001.63 : 621.357.6 (815.6Limeira)

Governo do Estado de São Paulo

Geraldo Alckmin • *Governador*

Secretaria de Estado do Meio Ambiente

José Goldemberg • *Secretário*

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

Dráusio Barreto • *Diretor Presidente*



**SECRETARIA DO
MEIO AMBIENTE**



**GOVERNO DO ESTADO DE
SÃO PAULO**

*Firma e presente,
cuidando de gente.*
