



## VI-044 - CONTAMINAÇÃO DE SOLOS POR ÍONS DE METAIS PESADOS (Cu, Ni e Cr) ASSOCIADOS À INDÚSTRIA DE GALVANOPLASTIA

### **Marisa santiago Pugas<sup>(1)</sup>**

Química, Mestranda em Ciências pela Universidade de São Paulo – Instituto de Geociências, área de concentração Hidrogeologia.

### **Raphael Hypolito**

Prof. Dr. da Universidade de São Paulo – Instituto de Geociências, departamento de Geologia Sedimentar e Ambiental e Responsável pelo Laboratório de Hidrogeoquímica III do Centro de Pesquisas de Águas Subterrâneas – CEPAS/USP.

### **Silvia Cremonez Nascimento**

Bióloga, Mestre em Ciências pela Universidade de São Paulo – Instituto de Geociências, área de concentração Hidrogeologia; Doutoranda da Universidade de São Paulo – Instituto de Geociências, área de concentração Hidrogeologia.

### **Claudia Lucia Moura**

Química, Mestre em Ciências pela Universidade de São Paulo – Instituto de Geociências, área de concentração Hidrogeologia; Doutoranda da Universidade de São Paulo – Instituto de Geociências, área de concentração Hidrogeologia.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Instituto de Geociências – Universidade de São Paulo – Laboratório de Hidrogeoquímica III - Rua do Lago, 562 – Cidade Universitária – CEP: 05508-080 – São Paulo – Brasil. Fone/Fax: (11) 30914145/ (11) 30914207 e-mail: [mspugas@yahoo.com.br](mailto:mspugas@yahoo.com.br)

### **RESUMO**

Dentre os metais pesados tem-se aqueles classificados como essenciais (macro e micronutrientes) que, no entanto, em concentrações relativamente altas são considerados tóxicos e prejudiciais ao homem e ao meio ambiente.

O destino de resíduos sólidos gerados pelo tratamento de efluentes oriundos de processos industriais, geralmente traz grandes problemas relacionados ao meio ambiente. O objetivo deste trabalho é investigar os efeitos de uma indústria galvanoplástica, que gera resíduos perigosos com altas concentrações de metais pesados.

A disposição de resíduos no solo, a céu aberto ou armazenados em tambores, tem sido uma prática comum. Somente uma pequena fração deles vem sendo enviada a aterros industriais e somam-se, ainda, às suas características poluentes, os problemas de local para estocagem e o alto custo envolvido nas alternativas de destinação final do rejeito.

Estudos prévios permitiram que se detectassem, íons poluentes especialmente cobre, níquel e cromo. Na área de estudos onde está sendo desenvolvido este projeto, até pouco tempo, o resíduo era depositado próximo ao Rio Aricanduva, um importante afluente do Rio Tietê, na cidade de São Paulo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Metais pesados, galvanoplastia, contaminação de solo.

### **INTRODUÇÃO**

Dentre as indústrias geradoras de resíduos que contêm íons de metais pesados como cobre, zinco, cromo, ferro, níquel, chumbo etc. destacam-se as de galvanoplastia cujo processo consiste na eletrodeposição de metais em superfícies previamente preparadas.

O tratamento dos efluentes gerados compreende a separação da fase líquida, que pode ser descartada em cursos d'água desde que observadas as concentrações máximas aceitáveis de íons em solução conforme CETESB (1998) e os resíduos sólidos, que devem receber destinação adequada.

Devido ao alto custo envolvido nas alternativas empregadas para disposição final, os resíduos são normalmente estocados a céu aberto. Para diminuição de peso e volume da fração sólida, é muito comum manter os resíduos em pátios, expostos ao tempo para eliminação de água, não se tomando medidas



## 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

preventivas como, por exemplo, impermeabilização ou armazenamento em tanques de concreto. Assim sendo, as soluções ricas em íons poluentes facilmente, atingem o subsolo e as águas subterrâneas.

Tem-se como objetivo desse trabalho quantificar íons cobre, níquel e cromo em solos e águas subterrâneas associados a uma indústria de galvanoplastia. Estudar, através de trabalhos experimentais e de monitoramento junto à indústria de galvanoplastia, a influência causada pelos rejeitos no solo, nas águas superficiais e subterrâneas.

### PROCESSOS GALVANOPLÁSTICOS

O processo de galvanoplastia aplicado para fins decorativos e/ou protetivos, de modo geral, é realizado em três etapas: (1) pré-tratamento, (2) lavagem e ativação ácida e (3) eletrodeposição.

Na etapa (1) as peças são presas em suportes (gancheiras) e são imersas em um tanque com desengraxante a base de hidróxido de sódio e cianeto de sódio, e em seguida são lavadas em água e em ácido sulfúrico (10%).

A etapa (2) consiste na lavagem das peças com água e solução ácida que antecedem a etapa (3), constituída pelos banhos de cobre, níquel e cromo.

O processo de eletrodeposição ocorre em tanques contendo solução dos sais de cobre, níquel e ácido crômico que devem recobrir as peças metálicas. Nesses tanques utilizam-se como ânodo níquel ou cobre na forma metálica e como cátodo as peças já limpas, que são imersas, através de gancheiras, na solução correspondente.

### TRATAMENTO DE EFLUENTES

Os efluentes gerados pela atividade galvânica devem ser tratados de forma que atenda à legislação vigente. Assim tem-se, como alternativa, sistemas de tratamento, que consiste em vazão contínua dos despejos que chegam ao tanque de tratamento.

Os despejos chegam através de tubulações distintas e são divididos em efluentes ácidos, alcalinos e de cromo. O tanque de tratamento é provido de sistema de agitação e conjuntos de eletrodos de pH e Eh, ligados a gabinetes eletrônicos, com função de dosar automaticamente as soluções para correção de acidez e de oxidação.

Os despejos que contêm cianeto, despejos alcalinos, são tratados pela adição de hipoclorito de sódio cuja função é oxidar o cianeto para cianato. A reação ocorre de forma segura em pH 12,5 sem risco de gerar na etapa intermediária cloreto de cianogênio (CNCl) tão tóxico quanto o ácido cianídrico.

O cromo (VI) deve ser reduzido a cromo (III) para ser precipitado; a reação ocorre em pH 2,2 pela adição de ácido sulfúrico 10% - em geral o agente redutor utilizado é o metabissulfito.

O tratamento dos despejos ácidos ocorre no tanque de neutralização, onde todos os demais efluentes são, após o tratamento, reunidos e os metais precipitados como hidróxidos pela adição de soda cáustica.

Os metais precipitados consistem no lodo galvânico que, após o tempo de retenção necessário para o tratamento, é enviado para o tanque de decantação. A água do decantador é vertida para um reservatório e juntam-se, às águas provenientes da filtração do lodo. O lodo decantado é conduzido ao tanque-filtro (areia e pedra).

O lodo gerado é, em geral, classificado como resíduo de classe III, só podendo ser descartado e reutilizado de modo adequado, visto que sua exposição no meio ambiente pode trazer conseqüências desastrosas. O lodo é armazenado em tambores e estocado na própria indústria, enviado a Aterros Sanitários ou como acontece na maioria das vezes, a destino ignorado.

### LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS

O estudo está sendo desenvolvido em local próximo ao rio Aricanduva, onde localiza-se uma área ocupada por lodo de galvanoplastia disposto diretamente no solo conforme mostra a figura 1.

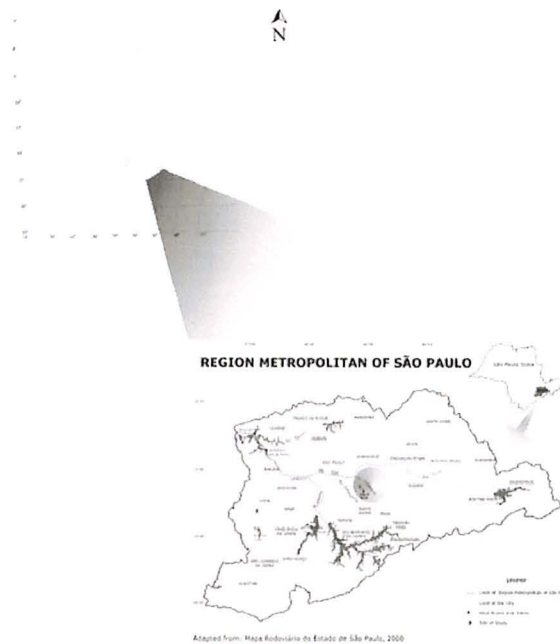


Figura 1 – Localização da área de estudo.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O Projeto será desenvolvido, através de trabalhos de campo e laboratoriais, em área impactada, próxima de uma galvanoplastia.

A detecção de agentes poluidores foi efetuada através de trabalhos prévios, com análises químicas do resíduo e da água subterrânea, coletadas através de minipoços de sondagem (tradagem e fixação de tubulação com 2” de diâmetro).

Uma vez detectada a presença em quantidades elevadas de metais pesados no solo e águas, decidiu-se desenvolver este projeto, objetivando a quantificação e comportamento hidrogeoquímico dos íons cobre, níquel e cromo.

Para coleta de amostras de solo e de água, em pontos estratégicos serão perfurados poços de monitoramento seguindo os procedimentos da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT nº 13895 (1994).

Serão utilizados tubos de PVC de 6 polegadas providos, em suas bases, de ranhuras, enleado com bidim e/ou telas de nylon e assentado, até a altura dos furos, em camadas de areia lavada com granulação grossa (pré-filtro).

Serão coletadas subamostras a cada 30 cm de profundidade até atingir o nível d’água. Caso haja uniformidade nessas subamostras elas serão misturadas (amostra composta), caracterizada textural, química e mineralogicamente. Se apresentarem características distintas, serão também analisadas individualmente.

As análises granulométricas serão realizadas no Laboratório de Geoquímica – GSA/IGc – USP pelo método de pipetagem.

As análises químicas serão efetuadas por Fluorescência de Raios X, com equipamento Philips modelo PW 2400 do Laboratório de Fluorescência – GMG/IGc – USP.

A composição mineralógica do solo será determinada por Difração de Raios X – GMG/IGc – USP com equipamento D5000/SIEMENS.



## 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

As amostras de águas das zonas saturadas e não saturadas, coletadas pelo menos em dois períodos – seco e chuvoso – serão também analisadas quimicamente.

As análises químicas fornecerão dados importantes que possibilitarão, através de extrações sequenciais, determinar em qual ou quais componentes do solo encontram-se os agentes poluidores e, desta forma, fornecerão subsídios para compreensão dos fenômenos de sorção das partículas no ambiente.

As amostras sólidas e líquidas coletadas nas principais etapas do processo metalúrgico serão caracterizadas quimicamente.

As medidas de pH e Eh das fases líquidas (águas subterrâneas e superficiais e do processo metalúrgico) serão efetuadas potenciométricamente, respectivamente com eletrodo de vidro e combinado de platina (multiline P3-marca WTW); as leituras serão realizadas após calibração com tampões 4,00 e 7,00 para pH e 97 mV e 263 mV para Eh.

Parâmetros como temperatura, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido das águas serão determinados com eletrodos multiline P3/oxi/cond, marca WTW.

Para determinação da alcalinidade dos efluentes será utilizada metodologia desenvolvida por Hypolito (2003).

Às amostras destinadas às análises químicas serão adicionadas – soluções ácidas como agentes preservantes. As amostras tomadas como testemunho serão mantidas resfriadas a temperatura menor que 4°C.

Os trabalhos efetuados em laboratório constituirão de caracterização química, textural e mineralógica. Os materiais sólidos serão colocados separadamente em caixas de madeira para secagem à temperatura ambiente.

Após secagem, as amostras serão destorroadas, homogeneizadas, pesadas, quarteadas e peneiradas para separação em frações menores e superiores a 2,0 mm. A fração mais grosseira (>2 mm) será armazenada para sua eventual descrição macroscópica e/ou microscópica.

Quanto à fração menor que 2 mm, parte será moída e peneirada a 200 *mesh* para obtenção de porções entre 30 e 50 g de fração fina, destinada a análises químicas e experimentos.

Serão determinados os teores de águas intersticiais e adsorvidas.

Para determinação de pH de solos em solução de CaCl<sub>2</sub> e KCl, será utilizada metodologia do Instituto Agrônomo de Campinas (1986) modificada por Hypolito (2003).

O procedimento de Extrações Sequenciais adotados será o proposto por TESSIER (1979).

A Capacidade de Troca Catiônica (CTC) será determinada pelo Laboratório de Fertilidade dos Solos da Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz (ESALQ).

### RESULTADOS ESPERADOS

Os resultados obtidos permitirão estudar o mecanismo de fixação e mobilidade de metais pesados, cujos resultados certamente servirão de subsídios para desenvolvimento de metodologia de mitigação e reaproveitamento dos metais em maior concentração.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (1998). Manual de Tratamento de Águas Residuárias de Indústrias de Galvanoplastias.
2. HYPOLITO, R. (2003). Alcalinidade. Parte II. (GEE-800). Curso de Pós Graduação – Programa de recursos Minerais e Hidrogeologia. CEPAS – IGc-USP. Texto Didático, 67p.
3. HYPOLITO, R. (2003). Determinação de pH de Solos. Parte II. (GEE- 800) – Curso de Pós Graduação – Programa de recursos Minerais e Hidrogeologia. CEPAS – IGc-USP. Texto Didático,67p.



23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

4. TESSIER, A, CAMPEBELL, P.G.C. & BISSON, M. (1979). Sequential Extraction Procedure for the Speciation of Particulate Trace Metals. *Analytica Chemistry*. 51 (7) p: 844-850.



**23º CONGRESSO BRASILEIRO  
DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**

De 18 a 23 de setembro de 2005 - Campo Grande - Mato Grosso do Sul



**"Saneamento Ambiental Brasileiro:  
Utopia ou Realidade?"**