

**27ª REUNIÃO ANUAL DO ENSAIO DE PROFICIÊNCIA
IAC PARA LABORATÓRIOS DE ANÁLISE DE SOLO
PARA FINS AGRÍCOLAS**



AUTORIA

Nadia Valério Possignolo
José Albertino Bendassolli
Glauco Arnold Tavares

Mestranda CENA/USP
Professor Dr. e Coordenador
Especialista de Laboratório

EQUIPE TÉCNICA PGRQ/CENA/USP

José Albertino Bendassolli
Glauco Arnold Tavares
Juliana Graciela Giovannini de Oliveira

Professor Dr. e Coordenador
Especialista de Laboratório
Técnica de Laboratório

CONTATOS

Telefone
E-mail

(19) 3429-4830
jab@cena.usp.br
gtavares@cena.usp.br
jgiovann@cena.usp.br
nadia_valerio@yahoo.com.br
nvalerio@cena.usp.br



Apostila

Tratamento de soluções residuais contendo cromo

CAMPINAS
FEVEREIRO / 2011

Centro de Energia Nuclear na Agricultura
Universidade de São Paulo
Av. Centenário, 303 - CP 96
Piracicaba, SP - 13400-970

Apresentação

Os diferentes métodos de determinação do teor de matéria orgânica (MO) do solo são ferramentas essenciais para o monitoramento das condições do solo. Por sua praticidade, os métodos baseados na oxidação química por dicromato são amplamente empregados nos laboratórios de rotina. No entanto, esse método apresenta grandes inconvenientes, dentre eles, a geração de resíduos tóxicos contendo cromo hexavalente, cuja concentração limite para descarte é estabelecida em $0,5 \text{ mg L}^{-1}$ de cromo total (Brasil, 2005).

Com vistas a equacionar esse problema, o Grupo Gestor de Resíduos do CENA/USP desenvolveu um método de tratamento para soluções residuais contendo cromo, geradas em rotina, no laboratório de Biogeoquímica Ambiental (Giovannini et al., 2008). Esse método já está sendo também empregado nos laboratórios da APTA Pólo Centro Sul.



1º Passo : Redução do Cromo Hexavalente [Cr (VI)]

O cromo na forma hexavalente (VI) é solúvel em pH ácido ou alcalino. Para que ocorra a sua remoção é necessário que o mesmo seja reduzido para a forma de cromo trivalente (III) em pH ácido (inferior a 2,5).

A reação global do processo é representada por:

Reagentes:

- Metabissulfito de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) ou bissulfito de sódio (NaHSO_3) comerciais.

Cuidados necessários:

- Se possível, realizar todo procedimento em capela com exaustão utilizando jaleco, luvas ou então em laboratório, utilizando os EPIs citados, além de óculos de proteção e máscara específica.

Execução:

- Adicionar o bissulfito ou o metabissulfito de sódio até a completa redução do Cr (VI) para o Cr (III). **Atenção:** os reagentes devem ser adicionados até o resíduo adquirir coloração verde escura. Caso seja possível, analisar o teor de Cr total no resíduo para estabelecer a quantia exata do redutor a ser adicionada.

1º Passo: Imagens ilustrativas



Resíduo de dicromato sem tratamento.



Adição do bissulfito de sódio.



Coloração verde escura do Cr (III).

2º Passo: Elevação do pH

O cromo trivalente formado é menos tóxico que a sua forma hexavalente, mas mesmo assim não deve ser descartado, pois deve-se considerar a possibilidade de reoxidação do metal e que o limite para descarte refere-se ao teor de cromo total no efluente.

Reagentes:

- Hidróxido de sódio 18 mol L⁻¹ (NaOH) comercial.

Cuidados necessários:

- Realizar todo procedimento em capela com exaustão utilizando jaleco e luvas ou então em laboratório, utilizando os EPIs citados, além de óculos de proteção.

Execução:

- Adicionar o NaOH até a solução alcançar pH 10,0 no qual ocorrerá a formação de duas fases: o sobrenadante e o precipitado.

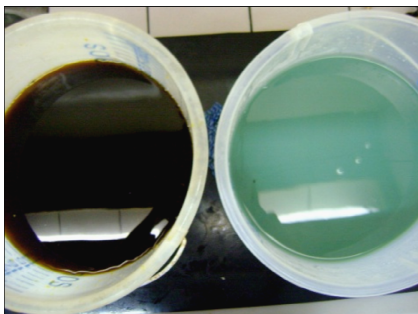
2º Passo: Imagens ilustrativas



Adição do NaOH 18 mol L⁻¹.



Mudança na coloração conforme a adição do NaOH.



Comparação entre as colorações do resíduo não tratado e tratado.

3º Passo: Neutralização do Sobrenadante

Cuidados necessários:

- Realizar todo procedimento utilizando jaleco, luvas e óculos de proteção.

Execução:

- Após a separação das duas fases, remover o sobrenadante através de sifonamento ou despejando com cuidado o sobrenadante para outro balde sem, porém, remover o precipitado.
- **ATENÇÃO:** Observar a coloração do sobrenadante que deve ser transparente, o que indica que a reação de redução foi completa e que não existe mais Cr (VI) em solução. Caso a coloração do sobrenadante permanecer amarelada, todo o procedimento deve ser realizado novamente. Nesse caso, anteriormente a adição do bissulfito ou do metabissulfito de sódio, o pH deve ser menor do que 2,5. Para isso, deve-se então adicionar ácido sulfúrico (H₂SO₄). Vale lembrar que como a concentração de Cr (VI) não é tão alta, a coloração da solução após a adição do bissulfito ou do metabissulfito de sódio não será verde escura, mas sim verde clara.

3º Passo: Imagens ilustrativas



Separação do resíduo em duas fases.



Retirando o sobrenadante.



Sobrenadante translúcido.

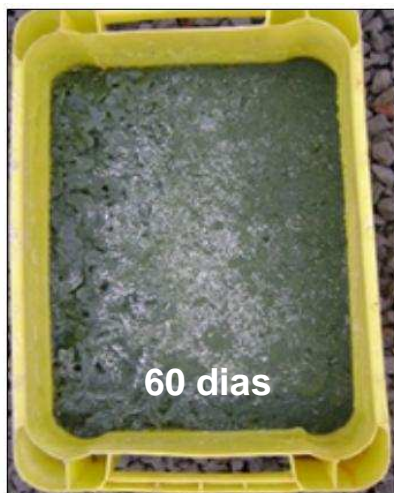
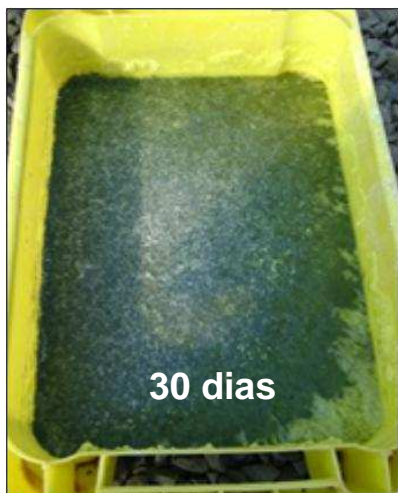
4º Passo: Secagem do Resíduo Sólido

Execução:

- Transferir o precipitado para bandejas de plástico, preferencialmente.
- A secagem do precipitado pode ser feita de duas maneiras: colocando as bandejas em casa de vegetação e diariamente mexer com uma espátula até a sua completa secagem ou colocar as bandejas para secar em estufa ventilada a 80°C, mexendo a massa diariamente até a secagem. Para volumes expressivos, pode-se utilizar um filtro-prensa, após a etapa de neutralização e precipitação do hidróxido de cromo. Esse equipamento facilita a separação sólido-líquido e realiza a desidratação e compactação, o que possibilita a redução dos custos para destinação final do resíduo



4° Passo: Imagens ilustrativas



Evolução da secagem do precipitado.



5° Passo: Destinação do Resíduo Sólido

Os resíduos sólidos resultantes da etapa anterior de tratamento devem ser acondicionados em embalagens apropriadas, como sacos ou frascos plásticos, para posterior envio para disposição final. Para isso, e de forma a atender à legislação ambiental vigente, sugere-se a contratação de serviço de terceiros especializado, que será responsável pelo transporte e alocação desse material em aterro classe I, bem como prestará auxílio referente à obtenção das licenças ambientais necessárias. Algumas empresas que atuam nesse segmento são:

- Essencis Soluções Ambientais – SP
(11) 3848-4500
- Saniplan Engenharia e Serviços Ambientais Ltda. – RJ
(21) 3326-4454
- Resicontrol Soluções Ambientais – SP (Matriz)
(11) 3846-3170

Estudo de condições não ideais de tratamento

Avaliação do Método de Tratamento de Soluções Residuais Contendo Cromo *

Possignolo, N.V.; Tavares, G.A.; Bendassolli, J.A.; Oliveira, J.G.G.

* Trabalho apresentado no III Simpósio Científico dos Pós-Graduandos do CENA – USP / 2010



Sobrenadante translúcido



Sobrenadante com Cr (VI) remanescente



Reação de redução com:

Reação de redução com:

- Alta concentração de Cr (VI)
- Adição adequada do reagente
- pH de precipitação igual a 10

- Baixa concentração de Cr (VI)
- Adição insuficiente do reagente
- pH de precipitação < 9,5
- pH precipitação > 10,5

PRINCIPAIS RESULTADOS

- Concentração de Cr total no resíduo: **2088,9 mg L⁻¹**
- Concentração de Cr total após tratamento: **0,25 mg L⁻¹**
- Limite para descarte CONAMA 357/05: **0,5 mg L⁻¹ de Cr total**

Tabela 1. Influência do pH e da concentração de cromo na eficiência do tratamento

Amostra	pH precipitação	Conc. final para descarte (mg L ⁻¹)	Eficiência (%)
T ₁	10	0,25	99,9
T ₂	< 9,5	9,88*	99,5
T ₃	> 10,5	3,71*	99,8

T₁ - amostra na condição de tratamento ideal.

T₂ - amostra submetida a duas reações de redução e pH abaixo do recomendado.

T₃ - amostra submetida a duas reações de redução e pH acima do recomendado.

* - valores acima do limite de descarte estabelecido pela CONAMA 357/05.

CONCLUSÃO

O método de tratamento foi muito eficiente para o resíduo contendo cromo (VI) gerado na APTA Pólo Centro Sul. No entanto, para atender a legislação, foram necessários quantidade do reagente e pH adequados.

Referências

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº. 357 de 15 de março de 2005**. Brasília: Diário Oficial da União, 2005.

GIOVANNINI, J.G.; TAVARES, G.A.; BENDASSOLLI, J.A. Avaliação das técnicas de precipitação química e encapsulamento no tratamento e destinação conjunta de resíduos líquidos contendo cromo e vidrarias de laboratório. **Química Nova**. 2008, v.31, n.3, p. 676-679.

Especificações dos materiais e EPIs



Balde Graduado

Modelo: 20757

Marca: Kaplas



Luva Látex Nitrílico

Modelo: Sensiplus

Marca: Promat

Cód. 950

CA nº 9633



Respirador Semi Facial

Série: 6000

Marca: 3M

Tamanho: M

CA nº 4115



Cartucho Químico

Série: 6002

Marca: 3M

Especificação: Gases ácidos