



Tratamento de resíduos de cromo (VI) gerados no laboratório de química

Rafael Sari¹ Anne Raquel Sotiles² Edenes Maria Schroll Loss³
Elis Rizzi Varela⁴ Raquel Dalla Costa da Rocha⁵

07 abr. 2015

Resumo – O descarte inapropriado de resíduos químicos provenientes de aulas práticas nos laboratórios de química é uma problemática na maioria das Universidades. Sendo estes, na maioria, com elevada concentração de metais pesados podendo causar danos ao meio ambiente. Dentre estes resíduos químicos, encontra-se o cromo (VI) que é extremamente tóxico. Em vista disso, torna-se imprescindível que ocorra o tratamento destes resíduos químicos. Este trabalho teve como objetivo o tratamento e a recuperação de resíduos de cromo gerados em aulas práticas do Laboratório de Química da UTFPR-PB, visando a diminuição dos resíduos acumulados. Realizou-se a redução de cromo (VI) para cromo (III) utilizando metabissulfito de sódio como agente redutor, seguido de precipitação com agente alcalinizante (hidróxido de sódio). Após a filtração, o precipitado foi calcinado para a estabilidade do cromo na forma de óxido (Cr_2O_3). Foram obtidos 5,87 g de Cr_2O_3 , formado a partir de 1,5 L de resíduo com concentração de 239,15 mg L^{-1} . Esse tratamento proposto demonstrou-se eficiente. Após o processo, houve a redução do volume de resíduo para armazenamento, e este se encontra na forma mais estável (forma trivalente).

Palavras-chave: metal pesado. descarte. aula prática. toxicidade.

1. INTRODUÇÃO

Comumente a mídia relaciona a palavra “química” a fatores prejudiciais à saúde e há a preocupação da população com respeito aos produtos químicos tóxicos e, as agressões ao meio ambiente é uma realidade que não se pode esconder. Sendo assim, o desafio atual para a Química é transformar seus processos antigos em outros mais econômicos e limpos, tornando a química mais positiva para a opinião pública (BAIRD,

2002; FARIAS, 2009).

As pesquisas químicas devem ser desenvolvidas com a preocupação de se minimizarem não só os riscos dos processos e efluentes, como também a garantia de qualidade dos produtos químicos para o consumidor e na redução da poluição (FARIAS et al., 2009). Nesta questão de poluição, o descarte incorreto de resíduos é o maior agravante dos problemas, pois além de prejudicar a fauna e a flora, acarreta, muitas vezes, na contaminação dos seres humanos.

1 rafael.sari@hotmail.com, UTFPR Câmpus Pato Branco, Pato Branco, Brasil.

2 UTFPR Câmpus Pato Branco, Pato Branco, Brasil.

3 UTFPR Câmpus Pato Branco, Pato Branco, Brasil.

4 UTFPR Câmpus Pato Branco, Pato Branco, Brasil.

5 UTFPR Câmpus Pato Branco, Pato Branco, Brasil.



O gerenciamento dos resíduos sólidos industriais e domésticos é um dos principais problemas da atualidade. Além das indústrias, as universidades e centros de pesquisa também geram resíduos químicos, que, embora em pequenas quantidades, podem causar problemas devido à diversidade com que são gerados (GIOVANNINI et al., 2008).

A geração de resíduos químicos pelas universidades nos laboratórios de ensino vem aumentando cada vez mais. Contudo, os resíduos oriundos de universidades consistem de muitas misturas e acaba apresentando um custo elevado de tratamento, sendo que muitas vezes, seja por inexperiência ou por negligência, os resíduos químicos acabam sendo indevidamente descartados pela pia, acarretando na corrosão da tubulação, envenenamento de plantas e animais e até contaminação do solo e lençóis freáticos (SIQUEIRA et al., 2006).

Dentre estes resíduos químicos, encontra-se o cromo, um dos metais que ganhou ênfase a partir do século 20 e se tornou crucial para a sobrevivência militar e bem-estar econômico de todas as nações industrializadas (KORZENOWSKI et al., 2005).

O cromo também apresenta uma ampla utilização em processos industriais, tais como na indústria curtumeira, de galvanoplastia e metalúrgica, desempenhando um papel importante no desenvolvimento tecnológico, pois é amplamente usado na forma de liga com ferro para originar aço com propriedades combinadas de alta dureza, tenacidade e resistência ao ataque químico, sendo um dos principais constituintes do aço inoxidável (KORZENOWSKI et al., 2005).

Além de sua utilização na indústria, é um elemento de suma importância para o bom funcionamento de nosso organismo, pois na forma trivalente, é o oligoelemento e participa na permeabilidade dos vasos sanguíneos (VAITSMAN et al., 2001). Sendo que sua principal função está relacionada ao metabolismo da glicose, colesterol e de ácidos graxos (GOMES et al., 2005).

Este metal é um exemplo, dentre outros, que

dependendo do estado de valência do elemento, pode ser benéfico ou maléfico ao ser humano, pois quando está no estado hexavalente é cancerígeno e seu excesso lesa o fígado e os rins (VAITSMA et al., 2001).

Outros fatores que influenciam diretamente na toxicidade do elemento são quantidade e tempo de contato, uma vez que a população em geral está exposta ao cromo pela ingestão de alimentos ou suplementos alimentares, água potável e inalação de ar/fumaça contendo cromo (ATSDR, 2008).

Os efeitos tóxicos em indivíduos expostos ocupacionalmente a elevadas concentrações de cromo, particularmente Cr_6^{+} incluem ulceração e perfuração de septo nasal, irritação do trato respiratório, possíveis efeitos cardiovasculares, gastrintestinais, hematológicos, hepáticos e renais, além do risco elevado de câncer pulmonar (SILVA, 2001).

De acordo com Sussulini et al. (2006), de considerável importância ambiental e geológica que ocorre naturalmente em rochas, plantas, solos e poeira vulcânica, é um metal pesado altamente reativo e origina uma variedade de compostos tóxicos (VALE et al., 2011).

Dentre as formas normalmente encontradas na natureza, o cromo hexavalente (Cr_6^{+}) apresenta-se como cromatos e dicromatos (CrO_4^{2-} e $Cr_2O_7^{2-}$), os quais são tóxicos e mutagênicos, solúveis em uma ampla faixa de pH e geralmente móveis no sistema solo/água. O cromo trivalente apresenta-se na forma do cátion Cr_3^{+} e do ânion CrO_4^{2-} , sendo consideravelmente menos tóxico e de baixa mobilidade. (CASTILHOS et al., 2001).

Sendo assim, por apresentar uma larga escala de utilização, o cromo e seus compostos, resulta na descarga de grandes quantidades desse elemento no meio ambiente (KORZENOWSKI et al., 2005).

A prática do descarte no solo, de resíduos contendo cromo aumenta a preocupação referente ao seu acúmulo, uma vez que, em anos subsequentes pode ocorrer a oxidação do material orgânico e dos elementos químicos presentes, acarretando em



poluição (CASTILHOS et al., 2001).

A contaminação de solos e da água ocorre normalmente pelo descarte inadequado dos resíduos por indústrias de galvanoplastias, além do desgaste das lonas de amianto que contêm cromo e fumaça de tabaco (ATSDR, 2008).

No Brasil, devido à falta de uma legislação específica para o tratamento de resíduos químicos, de um controle mais efetivo e de fiscalização em instituições de ensino, pesquisa ou prestadoras de serviços, estas unidades geradoras têm feito muito pouco com relação à minimização da produção e ao descarte correto de resíduos potencialmente perigosos (MICARONI, 2002).

Dessa forma, torna-se de extrema importância a análise da unidade geradora, a fim de reduzir os gastos e priorizando a implantação de novos procedimentos que sejam mais adequados aos aspectos ambientais na geração de resíduos. Entretanto o mais apropriado é que os resíduos perigosos sejam tratados preferencialmente no próprio laboratório que os gerou através de tratamento químico adequado e descarte seguro, certificando-se da sua não toxicidade (SILVA et al., 2013).

Segundo Lenardão et al. (2003 apud SILVA, 2008) apesar da geração de resíduos e de todas as implicações atreladas a ela permearem o meio educacional, ainda não houve incorporação concreta nas ações diárias das instituições de ensino. Isto pode ser observado na maioria das práticas experimentais, seja no ensino, pesquisa ou extensão, que não são guiadas por preceitos norteadores da Química Verde.

O objetivo do tratamento e da recuperação de resíduos é restaurar frações ou algumas substâncias que possam ser aproveitadas no processo produtivo desde que em condições economicamente vantajosas e que representem um benefício à sociedade em geral, independentemente da rentabilidade (TOCCHETTO, et al., 2003).

Sendo assim, por ser um elemento extremamente tóxico quando hexavalente, torna-se imprescindível a

redução do cromo para trivalente, pois serve para imobilizá-lo, facilitando o seu posterior tratamento. Há vários métodos disponíveis para o tratamento de efluentes dentre os métodos convencionais para a remoção de metais, aproximadamente 75% das indústrias utilizam o processo de precipitação química, pois se apresenta como um método relativamente simples e econômico (COLARES et al, 2010).

Contudo, segundo Gromboni et al. (2006), nos laboratórios de rotina o método mais comum para o tratamento deste tipo de resíduo é a utilização de metabissulfito de sódio para a redução de Cr(VI) a Cr(III) e posterior precipitação do hidróxido.

Desta forma, este trabalho teve como objetivo o tratamento e a recuperação de resíduos de cromo gerados em aulas práticas do Laboratório de Química da UTFPR - Câmpus Pato Branco, visando a redução dos resíduos acumulados.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A amostra de resíduo químico com cromo (VI) (1,5 Litros) foi coletada de aulas práticas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Pato Branco, desde o início do funcionamento dos laboratórios de Química.

Para a determinação da curva padrão e identificação de cromo (VI) nas amostras, foi seguido a metodologia estabelecida na NBR 13738 (ASSOCIAÇÃO..., 1996) pelo método colorimétrico utilizando difenilcarbazida. A leitura de concentração foi por equipamento espectrômetro UV/VIS (*Digital Thermo Fisher Scientific Evolution 60S*), em um comprimento de onda de 540 nm com cubeta de quartzo. Utilizou-se reagente de dicromato de potássio 99% (Synth) em diferentes concentrações e a difenilcarbazida (Vetec).

Para quantificação do cromo na amostra inicial, a mesma foi filtrada e acidificada com ácido sulfúrico (H₂SO₄) 0,2 mol L⁻¹ até pH 1,0, que foi determinado com o auxílio de pHmetro digital (Del Lab modelo: DLA-PH).

Para o processo de tratamento do resíduo seguiu-se a



metodologia de Braille e Cavalcanti (1993). Em que, após acidificação da amostra inicial, foi adicionado metabissulfito de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) (Synth) como agente redutor na proporção em massa de Cromo (VI), conforme metodologia proposta na NBR 13738 (ASSOCIAÇÃO..., 1996), ocorrendo, assim a redução do cromo (VI) para cromo (III).

Para a precipitação do cromo (III), foi adicionado hidróxido de sódio (NaOH) sólido (Vetec) até pH 9,5. O precipitado formado foi separado do sobrenadante por filtração e o precipitado calcinado em mufla (GP Científica) a 600 °C por 3 horas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A apresentação da curva de calibração de dicromato de potássio pode ser observada na Figura 1.

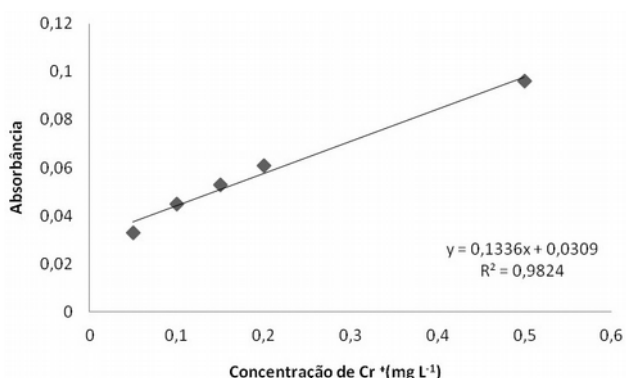


Figura 01 – Curva de calibração da solução de cromo (VI).

Pode-se observar que a curva de calibração está na forma linear com os pontos obtidos das diferentes concentrações de Cromo (VI), e que a margem de erro foi pequena considerando o ajuste do modelo linear de 98,2%.

A amostra inicial do resíduo químico apresentou concentração de cromo (VI) de 239,15 mg L⁻¹, valor acima do estabelecido pela legislação brasileira (0,1 mg L⁻¹), conforme Brasil (2011). Dessa forma, se confirma a necessidade de um processo de tratamento para o resíduo químico gerado em aulas práticas nos laboratórios de química.

De acordo com o cálculo na NBR 13738 (ASSOCIAÇÃO..., 1996) e a quantificação de cromo na amostra inicial, foi necessário 1076,18 mg de

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ para a redução do Cromo IV para Cromo III. Ao ser adicionado o agente redutor ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$), a coloração da solução passou de amarelo para verde indicando a redução do íon cromo presente, o que pode ser observado na Figura 2.

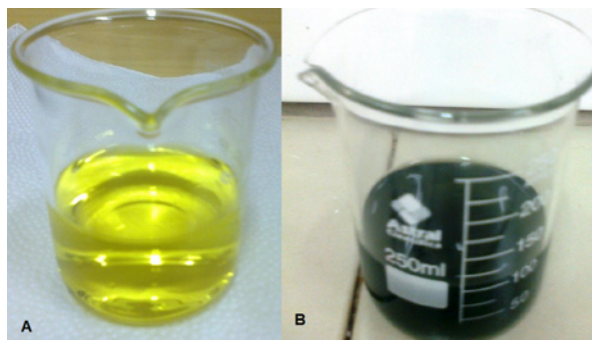
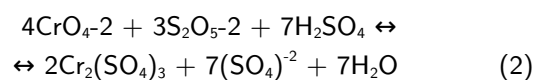
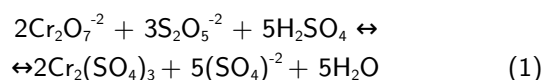


Figura 02 – Resíduo químico com cromo gerado em aulas práticas no laboratório de química. Sendo, (A) solução inicial com cromo (VI) e (B) solução com cromo (III) após processo de redução com agente redutor ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$).

Como os resíduos químicos gerados nas atividades experimentais são identificados apenas com a palavra “Cromo”, e não como os produtos de reações químicas, é possível se ter no resíduo, a presença do íon na forma de cromato e dicromato. As reações de redução encontram-se nas Equações 1 e 2, respectivamente.



De acordo com a resolução nº 430 do CONAMA, a concentração padrão de cromo trivalente para lançamento de efluente é de 1,0 mg L⁻¹, desta forma o resíduo gerado nos laboratórios de química não pode ser lançado diretamente na rede de esgoto, mesmo estando na forma de cromo trivalente, sendo necessário passar por um tratamento adicional, visando a possível recuperação e reutilização em aulas práticas ou o descarte adequado.

Após a adição de alcalinizante (NaOH), observou-se a formação do precipitado verde referente ao hidróxido



de cromo (III) - $\text{Cr}(\text{OH})_3$ (Equação 3). Após a filtração, o sobrenadante apresentou-se translúcido. O precipitado filtrado foi calcinado, o qual se transformou em óxido de cromo (III), Cr_2O_3 , conforme a Equação 4.

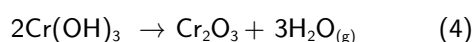
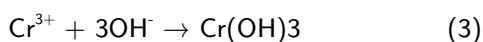


Tabela 01 – Resultados obtidos no tratamento do efluente de laboratório de química por meio de redução e precipitação do Cromo.

Parâmetro	Resultado
Volume inicial de solução resíduo (L)	1,50
Cromo (VI) na amostra inicial (mg L^{-1})	239,15
Hidróxido de cromo (g)	160,51
Óxido de cromo formado (g)	5,87

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos no tratamento do resíduo químico com cromo, gerados nas aulas práticas no laboratório de química utilizando o processo de redução e precipitação do cromo.

Nesta pesquisa, a calcinação do resíduo para a formação de óxido de cromo III visou a redução do volume estocado de resíduos de práticas de ensino de química, podendo minimizar com grande intensidade

os impactos ambientais, sendo também uma alternativa para reúso, reduzindo custos da aquisição de novos produtos químicos.

4. CONCLUSÃO

É possível a realização do tratamento de resíduos químicos com cromo, gerados em aulas práticas, a partir da sua redução de hexavalente para trivalente e sua precipitação com agente alcalinizante. Para isso, é importante que estes resíduos químicos no ato da geração, sejam armazenados em função do produto formado nas reações químicas e rotulados conforme sua composição, tornando possível, um tratamento adequado e/ou sua reutilização.

Com adequação na rotina de segregação dos resíduos químicos nas aulas práticas, pode-se também, minimizar as quantidades de reagentes químicos utilizados nas aulas experimentais, reduzindo assim, gastos de energia, tempo e volume de resíduos para posterior tratamento.

Agradecimento

Ao Departamento Acadêmico de Química (DAQUI) da UTFPR – Pato Branco, aos estagiários do Laboratório de Química e aos Professores Cristiane Regina Budziak Parabocz, Elídia Aparecida Vetter Ferri e Pedro Paulo Pereira.

Treatment of chromium residue (VI) generated in practical class

Abstract – Currently, inappropriate disposal of chemical residues from practical classes in chemistry labs is a problem in most universities. Which are mostly with high concentration of heavy metals can damage the environment. Among these chemical residues, is chromium (VI) which is extremely toxic. Therefore, that it becomes essential to assure that the treatment of these chemical residues. This study aimed to treatment and recovery of chromium residue generated in practical classes on Chemistry Laboratory to UTFPR-PB, to reduce the accumulated residues. For this, a reduction of chromium (VI) to chromium (III) using sodium metabisulfite as reducing agent and precipitation using alkalizing agent (sodium hydroxide) was performed. After filtration, precipitate was burned for stability as chrome oxide (Cr_2O_3). There was obtained 5.87 g of Cr_2O_3 , formed from 1.5 L of residue with concentration of 239.15 mg L^{-1} . This proposed treatment was efficient. After the process, there was a reduction in residue volume for storage, and this is the most stable form (trivalent form).

Keywords: heavy metal. discard. practical class. toxicity.



REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13738**: Água - Determinação de cromo total - Método colorimétrico da s-difenilcarbazida. Rio de Janeiro, 1996.
- ATSDR. **Toxicological profile for chromium**. Syracuse: U.S. Department of Health & Human Services, 2008.
- BAIRD, C.. **Química Ambiental**. Trad. de Maria Angeles Lobo Recio e Luis Carlos Marques Carrera. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- BRAILE, P. M.; CAVALCANTI J. E. W. de A. Acabamento de metais. In: Manual de tratamento de águas residuárias e industriais, p. 345–354. São Paulo, CETESB, 1993.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 430, de 13 de maio de 2011. **Diário Oficial de União República Federativa do Brasil**. Brasília, 2011.
- CASTILHOS, D. D.; VIDOR, C.; TEDESCO, M. J. Redução química e biológica do cromo hexavalente aplicado ao solo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 25, p. 509–514, 2001.
- COLARES, C. J. G.; SANTANA JÚNIOR, E. J. de; COLARES, E. C. G.; COSTA, O. S. da. **Estudo de caso do tratamento de Efluentes líquidos gerados no processo de Galvanoplastia**. Anais do VIII Seminário de Iniciação Científica e V Jornada de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Estadual de Goiás, 2010.
- FARIAS, C. S.; BASAGLIA, A. M.; ZIMMERMANN, A. **A importância das atividades experimentais no Ensino de Química**. 1º Congresso Paranaense de Educação em Química, 2009.
- GIANNETTI, B. F.; ALMEIDA, C. M. V. B. de; BONILLA, S. H.; VENDRAMETO, O. Nosso cromo de cada dia: benefícios e riscos. **Revista de Graduação da Engenharia Química**. v. 4, n. 8, 2001.
- GIOVANNINI, J. G.; TAVARES, G. A.; BENDASSOLLI, J. A.; SECCO, V. Avaliação das técnicas de precipitação química e encapsulamento no tratamento e destinação conjunta de resíduos líquidos contendo cromo e vidrarias de laboratório. **Química Nova**, v. 31, n. 3, p. 676–679, 2008.
- GOMES, M. R.; ROGERO M. M.; TIRAPEGUI, J. Considerações sobre cromo, insulina e exercício físico. **Revista Brasileira de Medicina e Esporte**. Rio de Janeiro. v. 11, n. 5, set/out. 2005.
- GROMBONI, C. F.; MATOS, W. O.; DONATI, G. L.; NEVES, E. F. de A.; NOGUEIRA, A. R. de A.; NÓBREGA, J. de A. **Avaliação de alternativas para o tratamento de resíduo contendo cromo hexavalente**. Reunião anual da Sociedade Brasileira de Química, 29. Águas de Lindóia: SBQ, 2006.
- KORZENOWSKI, C.; BRESCIANI, L. C.; RODRIGUES, M. A. S.; BERNARDES, A. M.; FERREIRA, J. Z. Recuperação de banhos de cromo VI pela técnica de eletrodialise. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, v. 3, p. 22–26, 2005.
- MICARONI, R. C. da C. M. **Gestão de Resíduos em Laboratórios do Instituto de Química da UNICAMP**. Universidade Estadual de Campinas: Tese de Doutorado – Instituto de Química, 2002.
- SILVA, C. S.; PEDROZO, M. de F. M. **Ecotoxicologia do cromo e seus compostos**. Salvador: CRA, 2001.
- SILVA, R. R. da; MACHADO, P. F. L. Experimentação no ensino médio de Química: a necessária busca da consciência ético-ambiental no uso e descarte de produtos químicos – um estudo de caso. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 2, p. 233–249, 2008.
- SILVA, T. T. de L.; COSTA, É. C. S.; SANTOS, C. P. F. dos. **Tratamento e recuperação de resíduos de chumbo e íons cromato gerados no laboratório de ensino de química analítica do centro de educação e saúde da Universidade Federal de Campina Grande**. Congresso Norte-Nordeste de Química. Natal, 2013.
- SIQUEIRA, W. de A.; PAIM, A. P. S. **Tratamento dos resíduos químicos gerados nos laboratórios de ensino do departamento de química fundamental da UFPE**. Anais PIBIC UFPE, 2006.
- SUSSULINI, A.; ARRUDA, M. A. Z. Determinação de cromo (VI) por espectrometria de absorção atômica com chama após a extração e pré-concentração no ponto nuvem. **Eclética Química**. São Paulo, v. 31, n. 1, p. 73–80, 2006.
- TOCCHETTO, M. R. L.; VIARO, N. S., S.; PANATIERI, R. B. **Tratamento de Resíduos**: Recuperação de Prata. XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Santa Maria, 2003.
- VAITSMAN, D. S.; AFONSO, J. C.; DUTRA, P. B. **Para que servem os elementos químicos**. Rio de Janeiro: Interciência, 2001.
- VALE, M. do S.; ABREU, K. do V.; GOUVEIA, S. T., LEITÃO, R. C.; SANTAELLA, S. T. Efeito da toxicidade de Cr (VI) e Zn (II) no crescimento do fungo filamentososo *Aspergillus niger* isolado de efluente industrial. **Engenharia Sanitária Ambiental**. v. 16 n. 3, p. 237–244. jul/set 2011.
- VOGEL, A. I. **Química Analítica Qualitativa**. São Paulo: Mestre Jou, 1981.



Correspondência:

Rafael Sari

rafael.sari@hotmail.com, UTFPR Câmpus Pato Branco, Pato Branco, Brasil.

Recebido: 30/07/2014

Aprovado: 07/04/2015

Como citar: SARI, Rafael; SOTILES, Anne Raquel; LOSS, Edenes Maria Schroll; VARELA, Elis Rizzi;
(NBR 6023) ROCHA, Raquel Dalla Costa da. Tratamento de resíduos de cromo (VI) gerados no laboratório
de química. **Syn. Scy. UTFPR**, Pato Branco, v. 10, n. 1, p. 152–158, jan./mar. 2015.
ISSN 2316-4689 (Eletrônico). Artigos convidados da SIMTEQ 2014, Pato Branco-PR.
Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/synscy>>. Acesso em: DD mmm. AAAA.

DOI: “em processo de registro”

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0
Internacional.