



## Determinação da pureza de sulfato de cobre recuperado das aulas práticas de química

Anne Raquel Sotiles<sup>1</sup> Letícia Dangui da Silva<sup>2</sup> Edenes Maria Schroll Loss<sup>3</sup>  
Elídia Aparecida Vetter Ferri<sup>4</sup> Rafael Sari<sup>5</sup>

07 abr. 2015

Resumo – O tratamento de resíduos perigosos como os metais pesados, são potencialmente tóxicos quando descartados no meio ambiente sem o devido tratamento. Visando a recuperação e posterior utilização, foi realizado o tratamento de resíduos de cobre oriundos de atividades experimentais, a partir da precipitação dos íons utilizando uma base forte, seguido de filtração e calcinação e a partir da adição de ácido sulfúrico, ocorreu a formação do sulfato de cobre. Para a determinação do grau de pureza, foi feita a varredura do comprimento de onda do cobre por espectroscopia UV-vis, seguido de uma curva padrão do reagente analítico sulfato de cobre (98%). Os resíduos recuperados foram utilizados em uma solução para leitura da absorbância para a determinação da massa real. Comparando a massa teórica utilizada no preparo da solução e a massa real obtida por espectro, foi determinada a pureza do produto recuperado. O valor médio da pureza foi de  $59,42\% \pm 0,06$ , sendo um valor consideravelmente baixo. Todavia, o sulfato de cobre recuperado já tem sido utilizado em aulas práticas qualitativas, justificando assim, o benefício da recuperação, uma vez que além da preservação do meio ambiente, colabora para uma redução de gastos na compra de reagentes.

Palavras-chave: cobre. resíduo. tratamento. pureza. toxicidade.

### 1. INTRODUÇÃO

O laboratório de química gera resíduos provenientes de reações químicas desenvolvidas em aulas experimentais. Dentre os compostos utilizados nas reações, encontram-se os metais pesados que apresentam potencial tóxico, tais como  $\text{Cu}^{+2}$ ,  $\text{Pb}^{+2}$ ,  $\text{Cr}^{+6}$ ,  $\text{Hg}^{+1}$ ,  $\text{Hg}^{+2}$ , e estes, acabam gerando

resíduos. Os metais pesados persistem por longos períodos no meio ambiente. Quanto aos efeitos tóxicos, cada metal é conhecido por seus danos específicos ao organismo. A toxicidade dependerá da biodisponibilidade e da espécie química em questão (BARONI et al., 2011; BAIRD, 2002).

De acordo com a Resolução CONAMA nº 358, de 29

<sup>1</sup>[anne\\_sotiles@hotmail.com](mailto:anne_sotiles@hotmail.com), UTFPR Câmpus Pato Branco, Pato Branco, Brasil.

<sup>2</sup> UTFPR Câmpus Pato Branco, Pato Branco, Brasil.

<sup>3</sup> UTFPR Câmpus Pato Branco, Pato Branco, Brasil.

<sup>4</sup> UTFPR Câmpus Pato Branco, Pato Branco, Brasil.

<sup>5</sup> UTFPR Câmpus Pato Branco, Pato Branco, Brasil.



de abril de 2005,

“resíduo químico é todo material ou substância com característica de periculosidade, quando não forem submetidos a processo de reutilização ou reciclagem, que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade” (UNIFAL, 2014).

Assim como na indústria, os laboratórios de ensino também geram resíduos e estes podem ser provenientes de processos químicos, de restos de amostras e de produtos líquidos (aquosos e orgânicos) ou sólidos, além de gases e vapores das reações. A primeira recomendação é que seja reduzida a geração de resíduos, começando por requisitar apenas o número necessário de materiais e reagentes a ser utilizado (FERRAZ & FEITOZA, 2004). Ao deixar algum material para descarte, é imprescindível que este seja identificado quanto a sua natureza e/ou composição, enquanto que para os resíduos, estes devem apresentar a etiqueta informando as substâncias contidas, bem como a metodologia de tratamento adequada. (UNIFAL, 2014).

As atividades experimentais e produtivas na área de química são normalmente de risco e potenciais causadoras de poluição (SILVA & MACHADO, 2008). A geração de resíduos químicos em instituições de ensino e pesquisa no Brasil sempre foi um assunto muito pouco discutido (MARCHESI, 2005). 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. Contudo, é necessária muita cautela com relação ao descarte de resíduos tóxicos, pois muitas vezes os tratamentos são ineficientes para a eliminação de muitos reagentes químicos tóxicos (MICARONI et al., 2002).

Os Institutos e Departamentos de Química das Universidades, além de todas as unidades que utilizam produtos químicos em suas atividades rotineiras de trabalho, têm sido confrontados com o problema relacionado ao tratamento e à disposição final dos resíduos gerados em seus laboratórios de ensino e pesquisa. Esses resíduos são diferentes daqueles gerados em unidades industriais por apresentarem um menor volume, mas grande diversidade de composições, dificultando a tarefa de instituir um tratamento químico e/ou uma disposição final padrão que seja eficiente para todos (GERBASE et al., 2006).

Neste contexto, o tratamento de resíduos perigosos, torna-se de fundamental importância, considerando que os cursos profissionalizantes dos estudantes devem envolver o manuseio de produtos perigosos de uma maneira correta e responsável. Entretanto, a forma atual de ensino (tradicional) é um paradoxo, pois, enquanto são realizadas sínteses, determinações químicas, reações perigosas, purificação, separação, destilações, entre outras, são geradas quantidades significativas de resíduos químicos (BENDASSOLLI et al., 2002).

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 (BAIRD, 2002; FARIAS et al., 2009). 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. As pesquisas químicas devem ser desenvolvidas com a preocupação de se minimizarem os riscos dos processos e efluentes, mas sem afetar a garantia de qualidade dos produtos químicos para o consumidor (FARIAS et al., 2009).

As atividades experimentais e produtivas na área de Química são normalmente de risco e potenciais causadoras de poluição, visto que quando se trabalha com substâncias muitas vezes tóxicas e/ou inflamáveis e após um processo químico normalmente



geram um “lixo tóxico” que precisa ser tratado (SILVA et al., 2005).

O gerenciamento dos resíduos gerados em laboratórios, seja de unidades de ensino ou pesquisa, é uma grande discussão, devido à problemática causada ao meio ambiente e a saúde pública. Isto se deve a diversidade de resíduos produzidos nos laboratórios, em função das amplas atividades desenvolvidas nos mesmos. Então, estes resíduos representam um problema de difícil gestão, porque não há uma única solução para extingui-los por completo (BERTOLO et al., 2012).

O programa de gerenciamento de resíduos deve contemplar dois tipos de resíduos: o ativo (gerado continuamente, fruto das atividades rotineiras dentro da unidade geradora), e o passivo, que compreende todo aquele resíduo estocado, via de regra não-caracterizado, aguardando destinação final (o passivo inclui desde restos reacionais, passando por resíduos sólidos, até frascos de reagentes ainda lacrados, mas sem rótulos) (JARDIM, 2002).

Os resíduos químicos podem conter íons de metal com potencial tóxico, que são substâncias não degradáveis que se acumulam no meio ambiente. São metais altamente reativos e bio-acumulativos, ou seja, o organismo não é capaz de eliminá-los. Contudo, as atividades humanas vêm aumentando os níveis de íons metálicos em muitos dos nossos ecossistemas (MACEDO, 2006; BAIRD, 2002).

O cobre é um elemento essencial para muitas formas de vida, entre elas, para o ser humano. É encontrado em algumas enzimas como a citocromo c oxidase e é transportado na sua maior parte através do fluxo sanguíneo em uma proteína denominada ceruloplasmina. Todavia, quando é absorvido no intestino, é transportado até o fígado unido a albumina (GOMES, et al., 2013).

Gomes et al. (2013) afirma que todos os compostos de cobre deveriam ser tratados como se fossem tóxicos, pois uma quantidade de 30 g de sulfato de cobre é potencialmente letal em humanos. O metal em pó é combustível, inalado pode provocar tosse,

dores de cabeça e de garganta. Os valores limites ambientais são de 0,2 mg/m<sup>3</sup> para os humos e 1 mg/m<sup>3</sup> para o pó e névoas.

Atualmente, existe uma preocupação mundial em torno dos impactos ambientais ocasionados pelos resíduos sólidos, efluentes líquidos e compostos voláteis. Esta preocupação é resultado das contaminações ambientais que afetam a saúde pública e a biodiversidade e foram geradas pela má administração de resíduos produzidos e muitas vezes pelo descarte incorreto dos mesmos (SISSINO et al., 2000).

Os resíduos tóxicos são aqueles que podem causar prejuízo à saúde das pessoas ou de outros seres vivos ao entrar em contato com seus organismos (BAIRD, 2002). Nesta classe enquadram-se os metais pesados, que constituem a maioria dos resíduos armazenados nas Instituições de Ensino.

Devido à crescente demanda na utilização de compostos de cobre, foram necessários estudos intensivos para a recuperação e extração deste metal. O aumento no uso de cobre durante as últimas décadas resultou inevitavelmente no descarte de substâncias metálicas no ambiente (AHMED et al., 2012).

Segundo Ahmed et al. (2012), é de suma importância que sejam realizadas a recuperação e extração destes metais pois além da vantagem do ponto de vista econômico há a exigência na proteção do ambiente. Portanto, é essencial remover estes elementos de efluentes industriais e desperdícios radioativos antes de descarregá-los em corpos de água naturais ou sobre o solo.

O objetivo 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).

O tratamento do resíduo deve ser feito o mais rapidamente possível, evitando que ele se altere com



o tempo, dificultando o procedimento a ser aplicado. Melhor ainda, devem-se adotar medidas que minimizem a geração de resíduos em experimentos práticos (SILVA, et al., 2010).

Desta forma, este trabalho teve como objetivo a determinação da pureza do sulfato de cobre recuperado, cujo resíduo era oriundo de aulas práticas dos Laboratórios de Química da UTFPR – Campus Pato Branco. Para tal, foi utilizada a espectrofotometria UV-vis, sendo este o método de análises óptico mais usado nas investigações físico-químicas, no qual se permite comparar a radiação absorvida ou transmitida por uma solução que contenha uma quantidade desconhecida de soluto e uma quantidade conhecida da mesma substância (PEREIRA, et al., 2013).

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Os resíduos coletados nas aulas experimentais de Química são armazenados em uma área no próprio laboratório, pois a UTFPR – Campus Pato Branco ainda não possui dependências exclusivas para o correto armazenamento dos resíduos. Sendo assim, a armazenagem dos mesmos ao longo do tempo acarretou em um problema sério com relação ao acúmulo e destinação final dos mesmos.



Figura 01 – Fluxograma do tratamento de cobre.

Diante disto, houve a necessidade da implantação do

tratamento de resíduos, em especial os descartes de cobre, pois este apresentava um passivo de 60L, além do ativo gerado atualmente.

A realização do processo de tratamento do cobre foi desenvolvido de acordo com a metodologia de Dalpasquale (2011), descrita na Figura 1.

Após a recuperação na forma de sulfato de cobre (Figura 2), este teve a pureza quantificada.

Para a determinação da pureza do cobre residual recuperado, utilizou-se como padrão o sulfato de cobre com 98% de pureza (Alphatec Química), realizando-se assim uma curva de calibração em espectrômetro digital *Thermo Fisher Scientific Evolution 60S*. Posteriormente, foram realizadas as leituras das absorvâncias das soluções das amostras, no comprimento de onda de maior absorção.

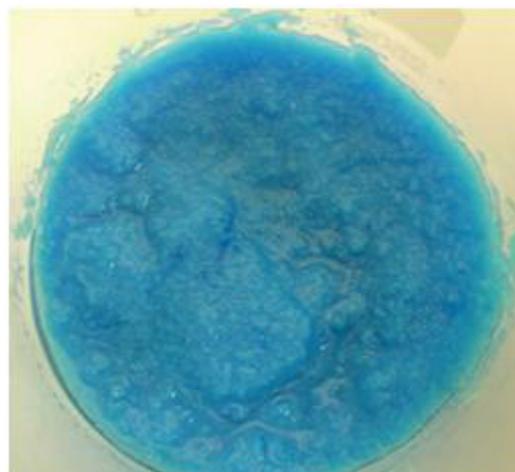


Figura 02 – Sulfato de Cobre recuperado.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando-se uma solução de sulfato de cobre com concentração de  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ , foi realizada uma varredura entre 200 e 800 nm, no qual o comprimento de onda que apresentou o pico de maior absorvância foi 235 nm. Sendo assim, a leitura foi realizada com diferentes concentrações da solução, que foram convertidas em massas de sulfato de cobre para a curva de calibração, conforme mostra a Figura 3.

Diante disto, realizou-se a medida da absorvância da solução preparada com o resíduo de cobre recuperado anteriormente. O valor obtido de absorvância foi



substituído na equação da curva e a massa real em solução foi calculada.

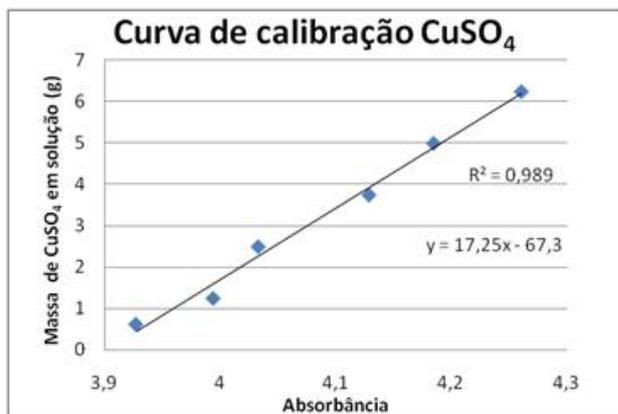


Figura 03 – Curva de calibração do sulfato de cobre.

Comparando-se a massa teórica utilizada no preparo da solução e a massa real obtida no espectro, foi determinada a pureza do produto recuperado. Os valores obtidos encontram-se na Tabela 1.

O valor médio da pureza foi de  $59,42\% \pm 0,06$ , sendo um valor consideravelmente baixo. Isso pode ter ocorrido devido ao descarte incorreto de outros metais nos fracos de resíduo de cobre, contaminando-o quimicamente com outras substâncias, assim obtendo pouca eficiência em relação a pureza do material recuperado, pois muitos outros metais podem também precipitar quando se adiciona NaOH e na mesma faixa de pH (VOGEL, 1981) e, sendo assim, no produto final, juntamente com a formação do sulfato de cobre, também ocorrerá a formação do sulfato dos demais metais presentes.

Tabela 01 – Valores obtidos para as amostras de cobre.

Absorbância	Massa calculada (g)	Massa prática (g)	Pureza
4,202	3,0831	5,1845	59,47%
4,391	5,0146	8,4447	59,38%
		Média	$59,42\% \pm 0,06$

Todavia, apesar da baixa pureza, o cobre recuperado

já está sendo utilizado em aulas práticas com teor qualitativo, evidenciando os benefícios da recuperação, uma vez que além da preservação do meio ambiente, colabora para uma redução de gastos na compra de reagentes.

#### 4. CONCLUSÃO

A forma com que foram estocados os resíduos de cobre após a utilização em aulas práticas não apresentou eficiência desejada na recuperação e consequentemente, a pureza foi consideravelmente baixa. Isso pode ser explicado devido ao longo tempo que os resíduos ficaram estocados e provavelmente ocorreu o descarte incorreto de outros metais juntamente ao frasco do resíduo de cobre, indicando a falta de conscientização por parte dos usuários do laboratório a respeito do assunto.

A redução na fonte geradora de resíduos é de fundamental importância, pois o sistema de tratamento de resíduos pode ser, por muitas vezes ineficiente, não removendo todas as substâncias tóxicas presentes e ocorrendo o descarte em esgotos, na rede pública de saneamento.

Quando se trabalha com tratamento de resíduos, percebe-se a importância, inicialmente da conscientização para a Educação Ambiental, rompendo com a concepção inadequada de que a química só traz malefícios e, também, é importante que ocorra a redução dos mesmos na fonte geradora, pois se ocorrer esta redução, consequentemente irá se reduzir o tempo e os reagentes utilizados para o tratamento, bem como a energia gasta no processo.

#### Agradecimentos

Ao Departamento Acadêmico de Química (DAQUI) da UTFPR – Pato Branco, aos estagiários do Laboratório de Química e as Professoras Cristiane Regina Budziak Parabocz e Raquel Dalla Costa da Rocha.



## Determination of the purity of copper sulfate recovered by practical chemistry

Abstract – The treatment of dangerous residues as the heavy metals, they are potentially poisonous when discarded in the environment without the due treatment. Seeking the recovery and subsequent use, the treatment of copper residues originating from of experimental activities was accomplished, starting from the precipitation of the íons using a strong base, following by filtration and calcination and starting from the sulfuric acid addition, it happened the formation of the copper sulfate. For the determination of the degree of purity, it was made the sweeping of the wavelength of the copper by UV-vile espectroscopia, following by a curve standard of the reagent analytical copper sulfate (98%). The recovered residues were used in a solution for reading of the absorbância for the determination of the real mass. Comparing the theoretical mass used in the preparation of the solution and the real mass obtained by spectrum, it was certain the purity of the recovered product. The medium value of the purity was of  $59,42\% \pm 0,06$ , being a value considerably low. Though, the copper sulfate recovered has been used already in qualitative practical classes, justifying like this, the benefit of the recovery, once besides the preservation of the environment, it collaborates for a reduction of expenses in the purchase of reagents.

Keywords: cooper. residue. treatment. purity. toxicity.

### REFERÊNCIAS

- AHMED, I. M.; NAYL, A. A.; DAOUD J. A. Leaching and recovery of zinc and copper from brass slag by sulfuric acid. **Journal of Saudi Chemical Society**, 2012.
- BAIRD, C.. **Química Ambiental**. Trad. de Maria Angeles Lobo Recio e Luis Carlos Marques Carrera. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- BARONI M. J.; BARBOSA, R. M.; DOS SANTOS, S. R. **Análise Físico-Química de Amostras Ambientais**: Determinação de metais por Espectrometria de Absorção Atômica em amostras de água e solo. Métodos de coleta, amostragem e preparo, 2006.
- BENDASSOLLI, J. A.; MORATTI, J.; TRIVELIN, P. C. O.; IGNOTO, R. de F.; BONASSI, J. A.; TAVARES, G. A. Reciclagem de cobre proveniente de analisador automático de carbono e nitrogênio. **Química Nova**, v. 25, n. 2, 312–315, 2002.
- BERTOLO, F. de O. de A.; MARTINS, A. F.; LINK, D. A educação ambiental na gestão de resíduos dos laboratórios da Fepagro/sede (Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária). **Monografias Ambientais**. v.5, n. 5, p. 1137–1144, 2012.
- DALPASQUALE, M.; FUKAMACHI, C. R. B.; da SILVA, E.. Tratamento e recuperação de resíduos de cobre provenientes de aulas experimentais. **Synergismuss cyentifica UTFPR**, v. 06, n. 1, 2011.
- FARIAS, C. S.; BASAGLIA, A. M.; ZIMMERMANN, A. **A importância das atividades experimentais no Ensino de Química**. Congresso Paranaense de Educação em Química, 1. 2009.
- FERRAZ, F. C.; FEITOZA, A. C.. Técnicas de segurança em laboratórios: regras e práticas. São Paulo: Hemus, 2004.
- GERBASE, A. E.; GREGORIO, J. R.; CALVETE, T. Gerenciamento dos resíduos da disciplina química inorgânica II do curso de química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Química Nova**, v. 29, n. 2, 2006.
- GOMES, M. das G.; BORGES, S. da S. S.; DA COSTA JÚNIOR A. E.; SILVA, R. S.; DA SILVA, F. J., OLIVEIRA, S. do N. Tratamento, Recuperação e Reaproveitamento de Resíduos Químicos Gerados em Laboratórios de Ensino da UFC. **Revista Universo & Extensão**, v. 1, n. 1, 2013.
- JARDIM, W. de F.. **Gerenciamento de Resíduos Químicos**. Instituto de Química. Laboratório de Química Ambiental – LQA. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. São Paulo, 2002.
- MACEDO, J. A. B. de. **Introdução à Química Ambiental**: Química & Meio Ambiente & Sociedade. Minas Gerais: CRQ-MG, 2006.
- MARCHESI, R.. **Processamento e isolamento de metais pesados oriundos dos laboratórios de química do CEFET – PR UNESUDOESTE /PATO BRANCO como medida auxiliar para o gerenciamento de resíduos**. Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná: Trabalho de Conclusão de Curso- Química, 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.
- PEREIRA, F. K. D.; FACCIO, M. T.; SANTOS, J. A. M.;
- Syn. scy.* UTFPR, Pato Branco, v. 10, n. 1, p. 37–43, 2015.



- ALMEIDA, C. L. A.; ARAÚJO, M. L. M.; SANTO, C. S.; SILVA, R. de O.; ARAÚJO, F. T. da S.. **Construção de curva de calibração por padrão externo para determinação de teor de cobre em água potável da cidade Brejo do Cruz – Paraíba por Espectrofotometria de Absorção Molecular**. 5º Congresso Norte-Nordeste de Química de Natal- RN, 2013.
- SILVA, F. M. da; LACERDA, P. S. B. de; JUNIOR, J. J.. Desenvolvimento Sustentável e Química Verde. **Química Nova**, v. 28, n. 1, 103–110, 2005.
- SILVA, A. F. da S.; SOARES, T. R. dos S.; AFONSO J. C. **Gestão de Resíduos de Laboratório: Uma Abordagem para o Ensino Médio**, v. 32, n. 1, 2010.
- SILVA, R. R.; 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.
- SISSINO, C. L. S.; OLIVEIRA, R. M. de. **Resíduos sólidos, Ambiente e Saúde: uma visão multidisciplinar**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2000.
- TOCCHETTO, M. R. L.; VIARO, N. S. S.; PANATIERI, R. Barroso. **Tratamento de Resíduos: Recuperação de Prata**. XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental de Santa Maria, 2003.
- UNIFAL – Universidade Federal de Alfenas. **Descarte de resíduos**. Comissão de Riscos Químicos. Disponível em: <<http://www.unifal-mg.edu.br/riscosquimicos/descarte>>. Acesso em: set. 2014.
- VOGEL, A. I. **Química analítica qualitativa**. São Paulo: Mestre Jou, 1981.

Correspondência:

Anne Raquel Sotiles

anne\_sotiles@hotmail.com, UTFPR Câmpus Pato Branco, Pato Branco, Brasil.

Recebido: 30/07/2014

Aprovado: 07/04/2015

Como citar: SOTILES, Anne Raquel; SILVA, Letícia Danguí da; LOSS, Edenes Maria Schroll; FERRI, Elídia (NBR 6023) Aparecida Vetter; SARI, Rafael. Determinação da pureza de sulfato de cobre recuperado das aulas práticas de química. **Syn. Scy. UTFPR**, Pato Branco, v. 10, n. 1, p. 37–43, 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.