

ISSN 2238-9113**ÁREA TEMÁTICA:** (marque uma das opções)

- COMUNICAÇÃO
- CULTURA
- DIREITOS HUMANOS E JUSTIÇA
- EDUCAÇÃO
- MEIO AMBIENTE
- SAÚDE
- TRABALHO
- TECNOLOGIA

VANTAGENS AMBIENTAIS E ECONÔMICAS DA RECUPERAÇÃO DE SOLVENTES UTILIZANDO A TÉCNICA DE DESTILAÇÃO FRACIONADA

Os resíduos de solventes orgânicos são considerados como perigosos segundo a NBR ABNT 10.004 exigindo que a sua disposição e transporte sejam realizados por empresas legalmente habilitadas, o que gera despesas à universidade. Buscando dar destino ambientalmente correto e economicamente viável a esses resíduos, que são gerados em grande quantidade nos laboratórios da UEPG, foi implantado um sistema de destilação fracionada para recuperá-los. Entre 2013 e 2015 foram recuperados 316 litros dos solventes álcool etílico, acetato de etila, hexano e clorofórmio, sendo que grande parte destes já foram re-encaminhados e reutilizados nos diversos laboratórios da universidade e já retornaram de novo ao LRQ como resíduos para serem novamente recuperados. Com essa reciclagem, a UEPG deixou de gastar, entre transporte e encaminhamento desses resíduos à empresas legalmente habilitadas, aproximadamente R\$ 3.000,00 em valores de 2012. Além disso, a recuperação desses solventes dispensou a compra dos mesmos, gerando nestes 3 anos uma economia de aproximadamente R\$ 7.000,00 aos cofres da UEPG. Portanto, verifica-se que a recuperação desses solventes proporcionam benefícios ao meio ambiente e à UEPG, tanto pela diminuição de volume de resíduos a serem descartados, quanto pela economia na aquisição de novos produtos.

Célia Regina Carubelli (crcarubelli@yahoo.com.br)

Ana Paula Peron (paulaquimitec@gmail.com)

PALAVRAS-CHAVE – Solventes. Resíduos. Recuperação.

Introdução

A geração de resíduos sempre fez parte de toda e qualquer atividade humana e o tratamento dos mesmos não é tema atual, porém nas últimas décadas tem sido intensamente discutido e estudado pelo fato de que o seu descarte, se feito de forma inadequada, pode trazer prejuízos ao meio ambiente e a todos os seres vivos.

É de extrema importância para a proteção do meio ambiente e, conseqüentemente da saúde do homem, o controle efetivo da geração, transporte, armazenamento e recuperação dos resíduos perigosos (SORENSEN et al., 1998). Assim sendo, o inerente potencial de riscos envolvidos no manejo de substâncias químicas aumenta a importância da implantação de

programas de gerenciamento de resíduos eficazes a fim de evitar o comprometimento da segurança e saúde de trabalhadores, população e meio ambiente (MONTESANO; HALL, 2001).

A necessidade de controlar e descartar adequadamente os subprodutos e de utilizar os solventes de maneira a minimizar os danos ambientais tornou evidente, tanto para a indústria como para a comunidade científica, que a melhor maneira de minimizar resíduos e evitar os altos custos associados a eles é, em primeiro lugar, prevenir a geração e ter conhecimento prévio de um plano de gerenciamento para os resíduos que serão gerados (LENARDÃO et al., 2003).

A redução dos resíduos gerados tem um caráter econômico, social e legal, já que tem sido adotadas políticas rígidas no sentido de fomentar o reuso e a reciclagem dos mesmos, sendo que essas duas formas de valorização são os destinos mais adequados a eles.

Dentre os processos de reciclagem, a destilação fracionada é o processo mais utilizado no caso de resíduos de solventes orgânicos. (LEVADA, 2008). Os solventes, por serem amplamente utilizados em diversos tipos de processos e por terem alto grau de periculosidade são bastante visados para a recuperação e a reutilização. A recuperação e o descarte dos mesmos são tópicos fundamentais que possuem aspectos econômicos e ambientais relevantes, salientando-se que a não recuperação dos mesmos acarreta um maior custo em termos de tratamento de efluentes ou disposição final de um material que poderia ser reaproveitado (SANSEVERINO, 2002).

Os resíduos de solventes orgânicos são classificados como perigosos pela NBR ABNT 10.004/2004 e, portanto não podem ser descartados no meio ambiente necessitando da contratação de empresa legalmente habilitada para sua disposição final.

Dentro do projeto "Gerenciamento de Resíduos Químicos da UEPG" a recuperação de solvente orgânicos é uma parte importante pois, além de reduzir o impacto ambiental negativo que estes causariam, caso fossem descartados no ambiente, também evita o dispêndio financeiro que seria necessário na contratação de empresas especializadas na sua destinação. Aliado a esses dois fatores, a recuperação de solventes permite ainda que a universidade deixe de gastar recursos com a compra dos mesmo, pois uma vez purificados eles retornam aos laboratórios para serem novamente utilizados.

Objetivo

Purificar solventes orgânicos oriundos dos diversos laboratórios de ensino e pesquisa

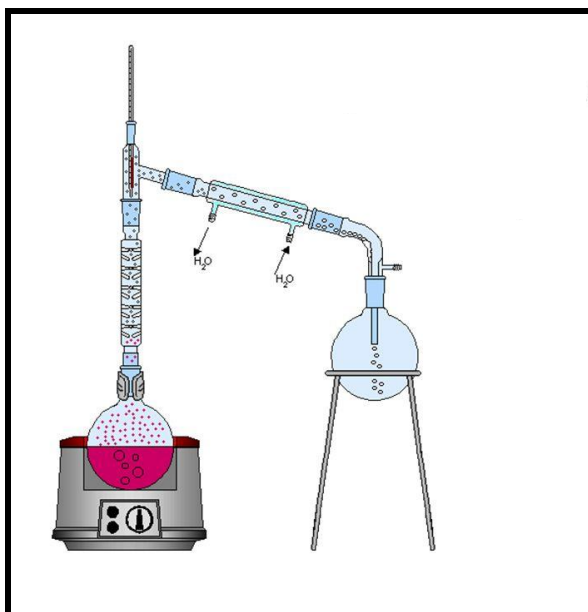
da UEPG através da técnica da destilação fracionada e disponibilizá-los para reutilização pelos laboratórios de graduação.

Referencial teórico-metodológico

O método mais utilizado e que apresenta melhores resultados para a purificação de solventes é a destilação fracionada. Esta técnica tem por finalidade a separação de misturas de líquidos voláteis e se baseia no ponto de ebulição que é característico para cada substância química, ou seja a diferença existente entre os pontos de ebulição dos componentes da mistura permite que elas sejam separadas.

Para isso, a mistura de solventes a ser purificada (resíduos) é colocada em um balão de destilação, o qual é aquecido através de uma manta de aquecimento. O vapor quente que é gerado pela mistura sobe pela coluna e se resfria ao longo desta, o que provoca a sua condensação. O líquido condensado escorre pela coluna em direção à fonte de calor, ou seja o balão de destilação que contém a mistura de solventes. Esse ciclo de vaporização e condensação ocorre várias vezes ao longo de todo o comprimento da coluna, sendo que os vários obstáculos presentes no interior desta forçam o contato entre o vapor quente ascendente e o líquido descendente. Dessa forma, esses obstáculos promovem várias etapas de vaporização/condensação, o que simula sucessivas destilações simples. Quanto maior o número de etapas de vaporização/condensação e quanto maior a área de contato entre o líquido e o vapor dentro da coluna, mais eficiente é a separação e mais puro será o líquido destilado (REINHARDT; LEONARD; ASBROOK, 2000).

Figura 1 - Sistema de destilação fracionada



O processo de destilação pode ter uma taxa de eficiência muito variável. Em alguns casos, pode ser possível recuperar mais de 90% do solvente com o mínimo de resíduos. Em outras, este nível de eficiência pode não ser possível devido a vários fatores como, por exemplo, a quantidade de contaminantes presentes no resíduo a ser recuperado.

Resultados

De todos os resíduos de solventes gerados na UEPG, o de álcool etílico é o que chega em maior quantidade, seguido pelo acetato de etila, clorofórmio e hexano. Quando são recebidos estes são armazenados no Depósito de Resíduos Químicos (DRQ) e uma vez recuperados no Laboratório de Resíduos Químicos (LRQ), passam a fazer parte do Banco de Insumos Químicos (BIQ) podendo ser solicitados por professores que deles necessitam para suas aulas de graduação.

O equipamento de destilação utilizado para a purificação conta com uma coluna de fracionamento de 1,50 metro de altura preenchida internamente com pequenos tubos de vidro (Coluna Dufton), além de balão de destilação de 5 litros de capacidade, manta aquecedora e condensador de Liebig.

Como exposto anteriormente, a recuperação dos solventes pode ter uma eficiência muito variável, sendo que as taxas médias de recuperação alcançadas no LRQ têm sido de aproximadamente 78% para o álcool etílico, 83% para o acetato de etila, 88% para o hexano e 72% para o clorofórmio. Alguns desses solventes, como o acetato de etila e o clorofórmio, muitas vezes necessitam de tratamentos adicionais como, por exemplo, secagem posterior à

destilação para que o produto final tenha qualidade elevada.

Os solvente obtidos têm apresentado um alto grau de pureza, o que tem levado diversos professores a solicitá-los também para seus projetos de extensão e pesquisas que não possuem recursos externos para serem realizados.

Somente no ano de 2013 foram recuperados 76 litros de álcool etílico, 12 litros de clorofórmio, 41 litros de acetato de etila e 14 litros de hexano. Em 2014 e 2015 foram recuperados 130 litros de álcool etílico, 25 litros de acetato de etila e 18 litros de clorofórmio. Grande parte destes solventes já foram encaminhados e utilizados aos laboratórios que os requisitaram e já retornaram novamente ao LRQ como resíduos para serem mais uma vez recuperados como solventes puros.

Considerações Finais

Diante da quantidade de solventes orgânicos usados na UEPG é preciso que seus resíduos mereçam a melhor alternativa possível considerando fatores ambientais e sócio-econômicos.

Esses resíduos são classificados como perigosos segundo a NBR ABNT 10.004, não podendo ser descartados na rede de esgotos e nem no solo, necessitando serem encaminhados à uma empresa legalmente habilitada para o recebimento e encaminhamento dos mesmos. O transporte deles também não pode ser realizado por veículos comuns, necessitando a contratação de uma empresa de transportes também legalmente habilitada para realizá-lo. Tudo isso torna o processo de disposição final bastante oneroso para a universidade.

Em 2012, o preço cobrado por uma empresa especializada em destinação final de resíduos perigosos custava cerca de US\$ 1,00 o litro para o encaminhamento e mais R\$1.800,00 para o transporte até Curitiba.

Recuperando esses resíduos a UEPG deixou de gastar aproximadamente R\$ 1.200,00 somente com a destinação e, somando-se o valor do frete, foram economizados R\$ 3.000,00 em valores não atualizados.

Considerando que, atualmente, o litro de álcool etílico custa R\$ 18,80, o acetato de etila R\$ 27,95, o clorofórmio R\$ 28,21 e o hexano R\$ 21,00, foi gerada nestes 3 anos uma economia de R\$ 6.857,00 aos cofres da UEPG.

Portanto, verifica-se que a recuperação desses solventes proporcionam benefícios ao meio ambiente e à UEPG, tanto pela diminuição de volume de resíduos a serem descartados,

quanto pela economia na aquisição de novos produtos.

Referências

LENARDÃO, E. J.; FREITAG, R. A.; DABDOUB, M. J.; BATISTA, A. C. F.; SILVEIRA, C. C. - "Green Chemistry" os 12 princípios da química verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa. *Química Nova*, v. 26, n. 1, p. 123-129, 2003.

LEVADA, J. C. *Gestão e gerenciamento de resíduos químicos e aplicação da tecnologia de destilação na recuperação de solventes orgânicos: estudo de caso da reciclagem do xileno* 2008, 60f. Dissertação (Mestre em Ciências - Química Analítica) - Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

MONTESANO, R.; HALL, J. Environmental causes of human cancers. *Europ. J. Cancer*, Amsterdam, v.37, p. 567-587, 2001.

SANSEVERINO, A. M.; Química Orgânica Limpa, *Química Nova*. São Paulo: SBQ, v. 23, n. 1, p. 102-107, 2000.

REINHARDT, P. A.; LEONARD, K. L.; ; ASBROOK, P. C. *Pollution prevention and waste minimization in laboratories*. Flórida: CRC Press, Inc. 2000, 465 p.

SORENSEN, B.H.; NIELSEN, S.N.; LANZKY, P.F.; INGERSLEV, F.; LUTZHOFT, H.C.H.; JORGENSEN, S.E. Occurrence, fate and effects of pharmaceutical substances in the environment - A review. *Chemosphere*, Amsterdam v. 36, p. 3757-393, 1998.