



Caracterização e fitotoxicidade de efluentes líquidos produzidos em laboratório de ensino de química de instituição de ensino técnico e tecnológico

Hannah Rayanny Vasconcelos, Hugo Leonardo de Brito Buarque

Grupo de Pesquisas em Processos Químicos e Ambientais
Departamento de Química e Meio Ambiente – Campus Fortaleza
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
Av. Treze de maio, 2081, Benfica – Fortaleza/CE, CEP 60.040-531
E-mail: hbuarque@ifce.edu.br

Resumo: Os laboratórios químicos de instituições acadêmicas são potenciais geradores de contaminação de águas e solos, particularmente daquelas instituições localizadas em municípios com esgotamento sanitário deficiente. Este estudo pretendeu caracterizar a natureza e o quantitativo de efluentes líquidos gerados em atividades acadêmicas de laboratórios de instituições de ensino técnico e tecnológico, como também avaliar o potencial de fitotoxicidade de tais efluentes. Dessa forma, efluentes de um laboratório acadêmico foram caracterizados e quantificados (em volume) quinzenalmente, por um período de seis meses. Ainda, alíquotas desses resíduos líquidos foram coletadas e avaliadas quanto a sua fitotoxicidade, a partir da determinação do índice de germinação dos extratos produzidos em contato com sementes de *Brassica oleracea* var. *capitata*. Observou-se que os efluentes químicos avaliados podem apresentar um elevado potencial de fitotoxicidade, e conseqüentemente de contaminação de solos e corpos aquáticos, embora produzidos em quantidades relativamente pequenas.

Palavras-chave: efluentes químicos, laboratórios de química, toxicidade, *Brassica oleracea*.

1. INTRODUÇÃO

As instituições acadêmicas são responsáveis por cerca de 1% dos resíduos químicos gerados no Brasil (TAVARES; BENDASSOLI, 2005). Este percentual, aparentemente pequeno, torna-se preocupante, dada a persistência de tais resíduos no meio ambiente, o que pode causar graves prejuízos à fauna e à flora dos ambientes envolvidos (FARIA et al., 2010).

A crescente preocupação ambiental aliada aos custos provenientes dos resíduos gerados nos laboratórios de ensino e pesquisa tem levado muitas universidades brasileiras a implantar programas de gerenciamento e reúso de resíduos (MOTA et al., 2008).

Ademais, com a expansão e interiorização, vivenciadas nos últimos cinco anos, das instituições de ensino superior no país (GIANEZINI, 2011; HANNECKER, 2008; SOUSA JUNIOR, 2011), muitos *campi*, em municípios que não possuem um adequado sistema de esgotamento sanitário, e que possuem laboratórios de ensino de química em suas instalações podem se tornar potenciais poluidores de corpos hídricos e de solos. Ressalte-se que atualmente quase metade dos municípios brasileiros não possui um cobertura adequada de esgotamento sanitário (INSTITUTO..., 2011).

Sendo assim, a avaliação da fitotoxicidade de efluentes de laboratórios acadêmicos de química é de grande importância na avaliação dos riscos ambientais associados às atividades desenvolvidas em instituições de ensino, pesquisa e extensão, especialmente aquelas em que o descarte de tais resíduos líquidos não é adequado, isto é, não sofre um tratamento eficiente antes da sua disposição no meio ambiente.

Nesse contexto, este trabalho pretendeu caracterizar a natureza e o quantitativo de efluentes líquidos gerados em atividades acadêmicas de laboratórios de instituições de ensino técnico e tecnológico, como também avaliar o potencial de fitotoxicidade de tais efluentes.



2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização dos efluentes laboratoriais

Os efluentes caracterizados neste estudo foram oriundos do Laboratório de Processos e Análises Químicas (LQA) do Campus Fortaleza do Instituto Federal do Ceará. Nele são realizadas diversas atividades de ensino, pesquisa e extensão, tais como: aulas práticas de diversas disciplinas, pesquisas científicas e tecnológicas na área de química e meio ambiente, bem como atividades de extensões (eventuais), particularmente análises físicas e químicas em águas residuárias.

O LQA implantou, em outubro de 2006, o seu programa de gerenciamento de resíduos químicos (PGRQ), no âmbito do qual os efluentes líquidos laboratoriais são classificados e separados, preliminarmente ao descarte na rede coletora de esgoto pública (MOTA et al., 2008; ROCHA et al., 2009). Assim, tais efluentes são separados, segundo sua natureza química (ácidos, bases e solventes orgânicos, sais e óxidos) em três recipientes de cinco litros cada.

Nesta fase (caracterização dos efluentes), as soluções líquidas descartadas foram relacionadas e quantificadas em volume, num período de seis meses.

2.2 Testes de fitotoxicidade

Para os ensaios de fitotoxicidade, alíquotas dos resíduos líquidos foram coletadas quinzenalmente dos recipientes de descarte e processadas seguindo a metodologia de Tiquia et al. (1996), utilizando sementes de *Brassica oleracea* var. *capitata* (repolho) nos ensaios de germinação.

Esta metodologia consiste em distribuir dez sementes da espécie de planta considerada numa placa de petri, contendo um papel filtro, o qual está embebido com 4 mL de extrato (amostra de efluente ou de uma diluição desta amostra). Essa placa é então coberta com qualquer tipo de papel opaco e deixada em temperatura ambiente, 25°C, por um período de 10 dias. Os testes foram realizados em duplicata com o efluente originalmente coletado e com uma diluição de 50% em água destilada. Os ensaios também foram realizados com água destilada (ensaios controle).

Após o período de incubação, foram mensurados o número de sementes germinadas e os tamanhos das raízes obtidas na germinação. Estes valores foram utilizados na Equação 1 e na Equação 2 para determinação dos parâmetros: percentual de germinação (%G) e percentual de crescimento (%C).

$$\%G = \frac{\text{N}^\circ \text{ de sementes germinadas no extrato}}{\text{N}^\circ \text{ de sementes germinadas no controle}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\%C = \frac{\text{Tamanho das raízes germinadas no extrato (cm)}}{\text{Tamanho das raízes germinadas no controle (cm)}} \times 100\% \quad (2)$$

Estes parâmetros são, então, utilizados na determinação do índice de germinação (IG), através da Equação 3, o qual deve ser maior que 80% para que se assuma não haver toxicidade (TIQUIA et al., 1996).

$$IG = \%G \times \%C \quad (3)$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização dos efluentes

Em um período de 6 meses foram descartados, no laboratório monitorado, cerca de 67 litros de soluções de diversos compostos químicos utilizados no LQA. Nesse estudo preliminar, não puderam ser contabilizados os descartes realizados pelos alunos e professores durante as aulas práticas. Mesmo assim, o volume de descarte ainda pode ser considerado relativamente pequeno, resultado do PGRQ que procura reutilizar diversas das soluções produzidas.

A Tabela 1 mostra as soluções químicas predominantes e os respectivos volumes totais para cada uma das três classes de efluentes descartados no período de estudo.

Tabela 1 – Volumes totais de efluentes descartados no período de estudo.

TIPO DE EFLUENTE	SOLUÇÕES PREDOMINANTES*	VOLUME DESCARTADO (litros)
Ácidos	HCl, H ₂ SO ₄ , HNO ₃ , EDTA	17,481
Bases e orgânicos	NaOH, NH ₄ OH, C ₆ H ₁₄	9,543
Sais e óxidos	K ₂ Cr ₂ O ₇ , KCl, Na ₂ S ₂ O ₃ , AgNO ₃ , FeCl ₃	40,038

Nota: * Soluções cujo volume descartado correspondia a mais de 5% do volume total da classe de efluente.

Observa-se uma predominância de descarte de soluções salinas e ácidas, em detrimento das soluções básicas e, particularmente, soluções orgânicas, haja vista que as aulas práticas e muitas das atividades de pesquisa e extensão desenvolvem-no âmbito da química analítica inorgânica.

3.2 Ensaios de fitotoxicidade

Foram avaliadas 12 amostras do descarte na sua forma original (efluente bruto) e 12 amostras com diluição em água destilada (50%) para cada um dos três tipos de efluentes considerados. Também foram avaliadas 12 amostras controle (água destilada). A Figura 1 mostra a célula (placa de petri) de teste para uma das amostras de controle, um extrato ácido e um extrato salino. A Tabela 2 apresenta de forma sucinta os resultados obtidos, isto é, os valores médios para os parâmetros determinados naqueles ensaios.

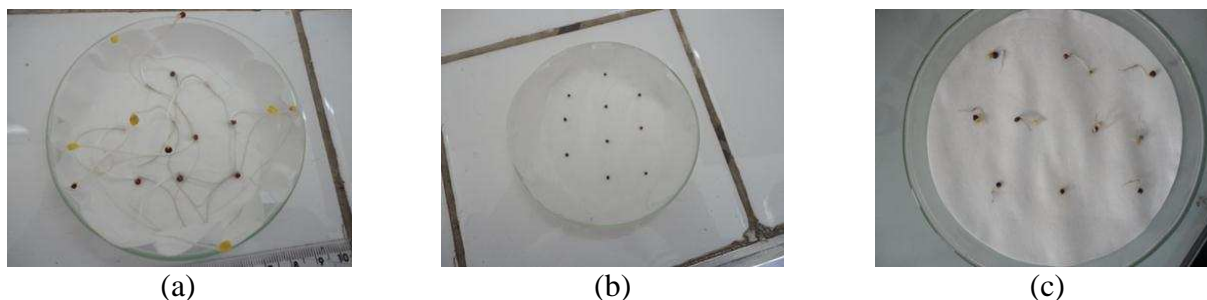


Figura 1 - Germinação de sementes postas em contato com as amostras analisadas: (a) água destilada (controle); (b) extrato ácido; (c) extrato salino.



Tabela 2 – Valores médios dos parâmetros de fitotoxicidade determinados.

TIPO DE EFLUENTE	Efluente Bruto			Efluente 50% diluído		
	%G	%C	IG	%G	%C	IG
Ácidos	16,67%	1,87%	1,87%	15,00%	3,96%	3,57%
Bases e orgânicos	30,00%	13,57%	10,44%	26,00%	8,40%	5,36%
Sais e óxidos	60,71%	23,73%	18,81%	67,19%	29,69%	19,12%

Pode-se observar que os efluentes laboratoriais monitorados possuem uma elevada fitotoxicidade, visto que apresentaram valores médios de índices de germinação muito menores que 80%. Destaque-se que foi notado, na maioria dos ensaios, um aumento do valor de IG com a diluição do efluente (como esperado), especialmente nas soluções salinas.

Mesmo assim, na proporção de diluição avaliada, nenhum dos extratos forneceu valores de IG superiores a 80%. Mencione-se também que muitas das sementes que germinavam resultavam em raízes mais frágeis e menos volumosas em relação àquelas dos ensaios controle.

6. CONCLUSÕES

As soluções de compostos químicos oriundas do laboratório monitorado, embora produzidos em uma quantidade relativamente pequena, apresentaram elevadas fitotoxicidades. Desta forma, pode-se dizer que os efluentes químicos de laboratórios acadêmicos apresentam um grande potencial de contaminação de solos e corpos aquáticos se não forem adequadamente devolvidos ao meio ambiente.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Bolsa de Trabalho do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Fortaleza, pelo suporte acadêmico.

REFERÊNCIAS

FARIA, B. A.; OLIVEIRA, S. M.; SANTOS, A. P. Tratamento de resíduos de aulas práticas de química. *Enciclopédia Biosfera*, v. 6, n.º. 10, p. 1-7, 2010. ISSN 1809-0583. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2010b/tratamento.pdf>>. Acesso em: 29/06/2012.

GIANEZINI, Q. A expansão dos institutos federais de educação, ciência e tecnologia (IFETS) no Rio Grande do Sul e o ensino jurídico. In: Congresso Ibero-Americano de Política e Administração da Educação, 2, 2011, São Paulo/SP. *Anais...* Recife: Associação Nacional de Política e Administração da Educação, 2011. 1 CD-ROM.

HANNECKER, L. A. Educação básica e profissional: possibilidades e tensões que permeiam o ensino integrado nos institutos federais de educação, ciência e tecnologia. In: Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul, 9, 2008, Caxias do Sul/RS. *Anais...* Caxias do Sul: UCS, 2008. 1 CD-ROM.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Atlas de saneamento 2011**. Rio de Janeiro, RJ, 2011. 1 CD ROM. ISBN 978-85-240-4203-4. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas_saneamento/default_zip.shtm>. Acesso em: 28/06/2012.



MOTA, M.C.G.; VIANA, C.E.M.; BUARQUE, H.L.B. Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos no Laboratório de Processos e Análises Químicas do CEFETCE. In: Congresso Iberoamericano de Física y Química Ambiental, 5, 2008, Mar del Plata, Argentina. **Las Fronteras de la Física y Química Ambiental en Ibero América**. San Martín: Universidad Nacional de General San Martín, 2008. 1 CD-ROM.

ROCHA, L.G.J.; VIANA, C.E.M.; BUARQUE, H.L.B. Implantação de Princípios de Qualidade no Laboratório de Processos e Análises Químicas do IFCE. In: Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, 4, 2009, Belém/PA. **Anais...** Belém: IFPA, 2009. 1 CD-ROM.

SOUSA JUNIOR, L. A expansão da universidade pública: uma experiência de democratização do ensino superior. In: Congresso Ibero-Americano de Política e Administração da Educação, 2, 2011, São Paulo/SP. **Anais....** Recife: Associação Nacional de Política e Administração da Educação, 2011. 1 CD-ROM.

TAVARES, G. A.; BENDASSOLLI, J. A. Implantação de um programa de gerenciamento de resíduos químicos e águas servidas nos laboratórios de ensino e pesquisa no CENA/USP. *Química Nova*, v. 28, p. 732-738, 2005.

TIQUIA, S.M.; TAM, N.F.; HODGKISS, I. J. Effects of composting on phytotoxicity of spent pig-manure sawdust litter. *Environmental Pollution*, v. 93, p. 249-256, 1996.