

Renata Martins Cardoso, Carla Sirtori

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Instituto de Química, Av. Bento Gonçalves, 9500, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil.

Introdução

A crescente demanda por água, na atualidade, tem favorecido que diversos processos sejam desenvolvidos para alcançar um tratamento adequado de diferentes matrizes aquosas. Desta forma, os processos de tratamento biológico (anaeróbios/aeróbios) associados de forma sequencial a um sistema de banhados, constituem um método eficaz para o tratamento de diferentes matrizes aquosas. Além disso, o emprego de novas tecnologias de tratamento, como são os Processos Avançados de Oxidação (PAOs), apresentam excelente potencialidade de degradação de contaminantes emergentes. Porém, os PAOs, em sua etapa final, geralmente, levam a formação de produtos de degradação de baixa massa molar, como são os ácidos carboxílicos (ACs). A presença destes ACs, por sua vez, é citada na literatura como justificativa para a possível toxicidade das matrizes aquosas, após o tratamento. Assim, o objetivo desse estudo foi, em um primeiro momento, avaliar a ecotoxicidade do afluente (A) e do efluente (E) após o emprego de um sistema de tratamento biológico em série, empregando a *Artemia salina* e *Lactuca sativa* como organismos teste (Parte1) e, em um segundo momento, avaliar a ecotoxicidade de seis ACs empregando os mesmos organismos teste (Parte 2).

Experimental

As amostras de efluente doméstico acrescido de 10% de lixiviado antes do tratamento (A) e após os tratamentos sequenciais (E) foram coletadas em uma estação de tratamento experimental, pertencente ao IPH/UFRGS. A metodologia para o microcrustáceo *Artemia salina* está baseada na Norma Técnica da Petrobrás [1]. A metodologia dos ensaios com sementes de alface (*Lactuca sativa*) foi adaptada de Sobrero e Ronco [2] e a avaliação da fitotoxicidade foi realizada pela determinação do Índice Médio de Crescimento Relativo da Raiz e do Índice de Germinação [3]. A ecotoxicidade dos ACs foi realizada empregando-se os mesmos parâmetros já descritos para as amostras de A e E.

Resultados e Discussão

PARTE 1: Os resultados obtidos para o microcrustáceo *A. salina*, para as amostras de A e E (vide Figura 1) demonstram que as amostras de A (agosto e setembro/2014) e E (agosto/2014) apresentam uma elevada toxicidade. As demais amostras analisadas apresentaram uma toxicidade bastante discreta quando comparada aos meses anteriormente mencionados. Essa redução tão expressiva pode estar influenciada pela adequada operação dos sistemas de tratamento de forma sequencial.

Os resultados obtidos nos ensaios com sementes de *L. sativa*, para as amostras A e E, são apresentados na Tabela 1 e indicam a categoria de toxicidade na qual as amostras se encontram. A maioria das amostras de A não apresentam efeitos significativos, enquanto que a maioria das amostras de E apresentaram inibição do crescimento da raiz. Esse fato pode ser explicado pela presença de compostos recalcitrantes que não podem ser degradados pelos tratamentos biológicos em série. Finalmente, é importante evidenciar que em nenhuma das amostras analisadas foi observada a necrose das raízes.

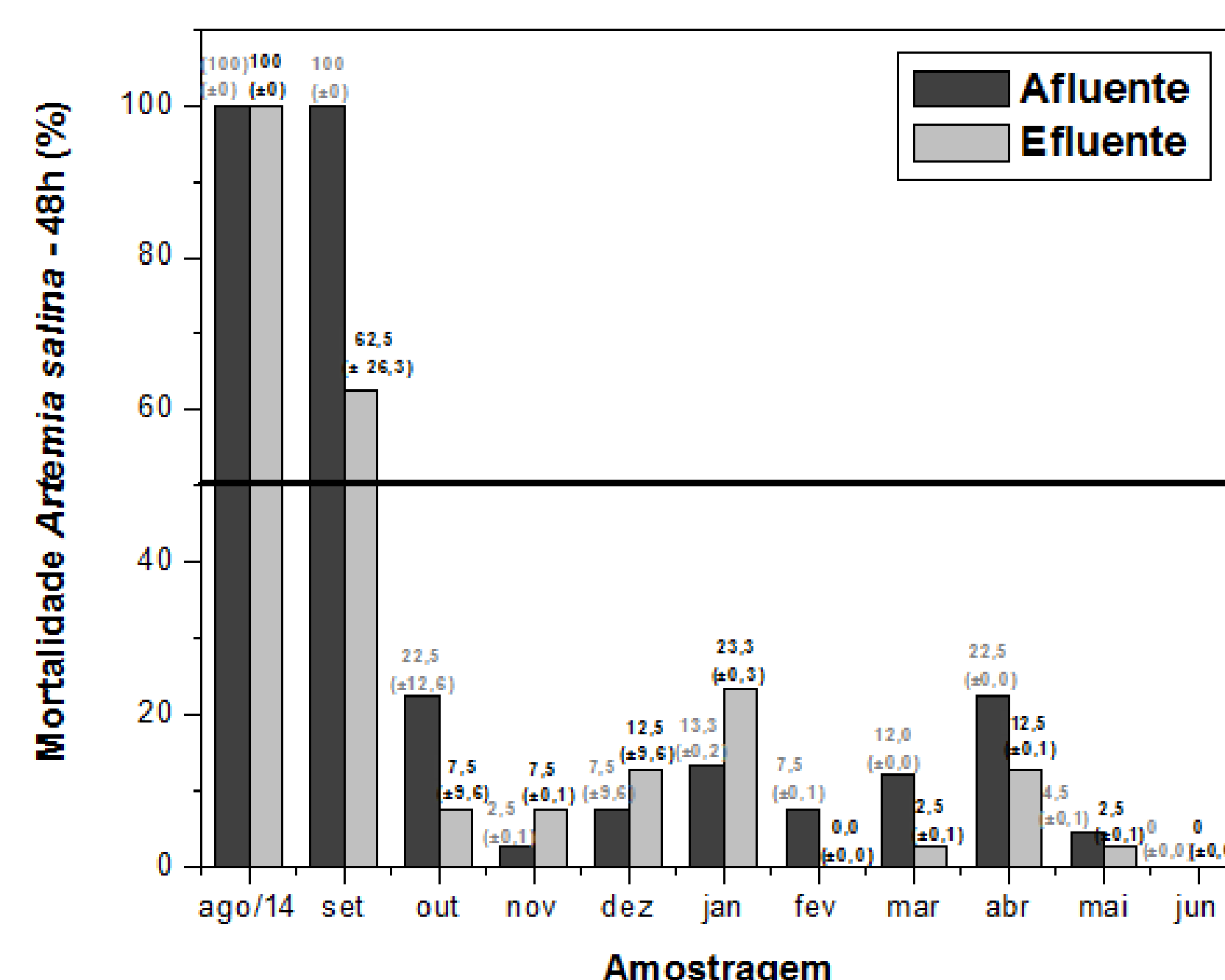


Figura 1: Resultados de ecotoxicidade para *Artemia salina* das matrizes de A e E estudadas.

Tabela 1: Índice de Germinação médio (IG -%) (\pm desvio padrão), Índice de Crescimento da Raiz médio (ICR) (\pm desvio padrão) e categorias de toxicidade (I: Inibição do crescimento radicular; AES: não há efeitos significativos; E: estimulação do crescimento radicular) para o A e E no bioensaio com *L. sativa*.

Amostragem	Meses	IG (%)	ICR	Categorias de Toxicidade
Afluente	ago/14	89,1 (\pm 20,4)	0,9 (\pm 0,2)	I
	Setembro	71,2 (\pm 18,8)	0,7 (\pm 0,2)	I
	Outubro	134,8 (\pm 48,8)	1,4 (\pm 0,5)	E
	Novembro	92,8 (\pm 2,7)	0,9 (\pm 0,0)	AES
	Dezembro	106,4 (\pm 36,8)	1,1 (\pm 0,3)	AES
	Janeiro	107,2 (\pm 4,8)	1,0 (\pm 0,0)	AES
	Fevereiro	98,7 (\pm 6,5)	1,0 (\pm 0,0)	AES
	Março	106,3 (\pm 13,2)	1,1 (\pm 0,1)	AES
	Abril	141,2 (\pm 19,7)	1,3 (\pm 0,1)	E
	Mai	135,8 (\pm 11,0)	1,4 (\pm 0,0)	E
	Junho	125,1 (\pm 2,7)	1,3 (\pm 0,1)	E
	Efluente	ago/14	41,9 (\pm 3,9)	0,4 (\pm 0,0)
Setembro		50,9 (\pm 1,0)	0,5 (\pm 0,0)	I
Outubro		115,2 (\pm 7,9)	1,2 (\pm 0,1)	AES
Novembro		51,1 (\pm 6,0)	0,5 (\pm 0,1)	I
Dezembro		56,5 (\pm 6,3)	0,6 (\pm 0,1)	I
Janeiro		80,3 (\pm 13,2)	0,8 (\pm 0,1)	I
Fevereiro		61,1 (\pm 10,2)	0,7 (\pm 0,1)	I
Março		58,7 (\pm 8,2)	0,6 (\pm 0,1)	I
Abril		140,3 (\pm 16,3)	1,3 (\pm 0,1)	E
Mai		84,6 (\pm 3,4)	0,9 (\pm 0,0)	AES
Junho		80,7 (\pm 19,5)	0,8 (\pm 0,2)	I

PARTE 2: Os resultados obtidos para o microcrustáceo *A. salina*, para as soluções de ACs demonstram que somente a amostra de ácido glicólico, nas concentrações de 400 e 200mg L⁻¹, apresentam elevada toxicidade. Nesse caso foi possível determinar o EC₅₀ de 193 mg L⁻¹ desse composto para a *A. salina*. As demais amostras apresentaram baixa ou nenhuma toxicidade. Na solução de mistura preparada com todos os Acs estudados verifica-se que na concentração mais alta testada foi detectada a morte/inibição de mobilidade em todos os organismos testados. Nesse caso, o EC₅₀ da mistura de Acs foi determinado em 519 mg L⁻¹. Nesse ponto, a concentração de ácido glicólico correspondia a 100 mg L⁻¹, indicando assim um efeito sinérgico.

Os resultados obtidos nos ensaios com sementes de *L. sativa*, para as soluções de ACs indicam que as amostras de ácido acético, ácido maleico e ácido pirúvico, em todas as concentrações, não apresentaram efeitos significativos. As amostras de ácido fórmico, nas concentrações de 400-20mg L⁻¹, apresentaram inibição no crescimento da raiz, porém as demais concentrações não apresentaram efeitos significativos. A amostra de ácido oxálico, na concentração de 400 mg L⁻¹, apresentou inibição no crescimento da raiz, as demais concentrações não apresentam efeitos significativos. Por sua vez, as amostras de ácido propiônico e ácido glicólico apresentaram inibição no crescimento da raiz nas concentrações de 400-100 mg L⁻¹. Nas demais concentrações, esses ACs não apresentaram efeitos significativos ao organismo-teste.

Conclusões

- O ensaio com a *A. salina* indicou que os sistemas biológicos sequenciais favoreceram a redução da ecotoxicidade, sendo que o E, comparativamente, em especial nos últimos meses monitorados, apresentou uma toxicidade inferior ao A. Por sua vez, os resultados da *L. sativa* demonstraram que E apresentou uma fitotoxicidade superior que A. Isso poderia ser justificado em função da maior sensibilidade da *L. sativa* às matrizes estudadas e também pelo fato de que na amostra A encontra-se uma carga orgânica muito mais elevada que em E o que pode favorecer o aporte de micronutrientes necessários ao desenvolvimento desse organismo.
- Os resultados apontados neste estudo, para as amostras de ACs, indicam que, de forma isolada, a maioria dessas substâncias não apresenta toxicidade, exceto no caso do ácido glicólico. Nas misturas testadas observou-se um efeito sinérgico da presença dos ACs e EC₅₀ da mistura foi determinado.

[1] PETROBRÁS, 1996. Normas Técnicas. Norma Técnica N-2588. Determinação da toxicidade aguda de agentes tóxicos em relação à *Artemia sp.*

[2] SOBRERO, C.; RONCO, A. Ensayo de toxicidad aguda con semillas de *L. sativa*. in: Castillo, G. (ed), Ensayos Toxicológicos y Métodos de Evaluación de Calidad de Aguas: Estandarización, Intercalibración, Resultados y Aplicaciones. México, p. 71-79, 2004.

[3] YOUNG, B. J.; RIERA, N. I.; BEILY, M. E.; BRES, P. A.; CRESPO, D. C.; RONCO, A. E. Toxicity of the effluent from an anaerobic bioreactor treating cereal residues on *Lactuca sativa*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 76, p. 182-186, 2012.