

IV-103 – AVALIAÇÃO DE ECOTOXICIDADE DE FONTES HÍDRICAS UTILIZANDO *CHLORELLA VULGARIS* COMO ORGANISMO TESTE

Tereziana Silva da Costa⁽¹⁾

Química Industrial pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Técnica de Laboratório de Química do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA-UEPB).

Maniza Sofia Monteiro Fernandes

Graduada em Engenharia Sanitária Ambiental pela UEPB. Mestre em Engenharia Química pela UFCG. Doutoranda em Engenharia Química pela UFCG.

Rodrigo Vieira Alves

Graduado em Química Industrial pela UEPB. Mestre em Engenharia Química pela UFCG. Doutorando em Engenharia Química pela UFCG.

Sonáli Amaral de Lima

Licenciada em Sociologia pela UFCG. Graduanda em Nutrição pela Faculdade Maurício de Nassau.

Kepler Borges França

Engenheiro Químico pela UFPB. Doutor em Chemical Engineering pela University of Kent. Professor Associado à Unidade Acadêmica de Engenharia Química da UFCG.

Endereço⁽¹⁾: Rua Donata Fernandes da Cunha, 30 - Centro - Esperança - PB - CEP: 58135-000 - Brasil - Tel: (83) 9112-0896 - e-mail: tereziana_sc@hotmail.com

RESUMO

Mesmo possuindo cerca de 12% da água doce disponível na Terra, a falta de água em algumas regiões do Brasil é um problema recorrente, como ocorre no Semiárido Brasileiro onde a escassez é provocada sobretudo pelas altas taxas de evapotranspiração e baixas precipitações anuais. O lançamento de substâncias químicas provenientes de efluentes domésticos, industriais ou agropecuários provoca modificações do estado químico e biológico das águas, comprometendo cada vez mais o fornecimento de água para seus diferentes usos. Tendo em vista a escassez hídrica existente no Semiárido Brasileiro e a contaminação de recursos hídricos por efluentes, este trabalho teve como objetivo avaliar ecotoxicidade crônica utilizando *Chlorella vulgaris* como organismo teste, com o intuito de identificar contaminação em fontes de abastecimento de água da Comunidade Santa Luzia, município de Picuí/PB. Foram coletadas amostras de água de três fontes de abastecimento: da operação pipa, que transporta água do Açude Boqueirão localizado em Parelhas/RN, de um pequeno manancial conhecido como “Olho d’água”, e do poço comunitário. Os ensaios de ecotoxicidade crônica foram realizados e validados de acordo com a NBR ABNT 12648/2011. O crescimento algal foi determinado a partir de contagens com câmara de Neubauer em microscópio óptico, e analisado estatisticamente através do Teste de Fisher utilizando-se o software ACTION[®] 2.6. O Teste de Fisher mostrou que apenas a média do crescimento algal na amostra de água do “Olho d’água” é estatisticamente diferente da média do crescimento algal no controle, ao nível de 95% de confiança, o que confirma estatisticamente que a água do “Olho d’água” apresenta ecotoxicidade crônica para o organismo-teste utilizado. Independente do organismo teste, a avaliação de ecotoxicidade de águas superficiais deve ser levada em consideração na avaliação dos impactos aos corpos hídricos, pois permite verificar a interação entre os contaminantes, ou seja, o efeito sinérgico.

PALAVRAS-CHAVE: Escassez hídrica, Efluentes, Contaminação, Ecotoxicidade.

INTRODUÇÃO

Embora dependam da água para a sobrevivência e para o desenvolvimento econômico, as sociedades humanas poluem e degradam esse recurso, tanto as águas superficiais quanto as subterrâneas, agravando ainda mais a escassez. Assim, o aumento populacional, a industrialização e a falta de consciência ambiental, fazem com que a água torne-se a cada dia um bem mais precioso. As atividades antrópicas têm produzido contínua e sistemática deterioração e perdas extremamente elevadas em quantidade e qualidade da água (TUNDISI e MATSUMURA-TUNDISI, 2011; LUNA, 2011).

Mesmo possuindo cerca de 12% da água doce disponível na Terra, a falta de água em algumas regiões do Brasil é um problema recorrente, pois os recursos hídricos são distribuídos de forma desigual entre as regiões e com relação à densidade populacional (TUNDISI e MATSUMURA-TUNDISI, 2011).

A escassez hídrica é uma das principais características do Semiárido Brasileiro, composto por 1.133 municípios totalizando uma área de 969.589,4 km², onde a escassez é provocada sobretudo pelas altas taxas de evapotranspiração e baixas precipitações anuais (BRASIL, 2005a; BRASIL, 2012).

A degradação ambiental é bastante suscetível em mananciais localizados ou próximos às áreas urbanas, para onde é carregada uma grande quantidade de nutrientes e matéria orgânica, além da ocorrência de processos erosivos resultando, assim, em assoreamento, eutrofização e contaminação das águas, reduzindo a disponibilidade e a qualidade do manancial (SANTOS, G. O. et al., 2013).

O lançamento de substâncias químicas provenientes de efluentes domésticos, industriais ou agropecuários, bem como o aporte de contaminantes atmosféricos nos corpos hídricos provoca modificações do estado químico e biológico das águas, comprometendo cada vez mais o fornecimento de água para seus diferentes usos (UMBUZEIRO, et al., 2010).

A água pode ser encontrada com impurezas, que podem ser caracterizadas como físicas, químicas e biológicas. Essas impurezas podem alcançar valores elevados causando danos ao homem e ao meio ambiente, por isso, as mesmas precisam ser limitadas de acordo com a finalidade à que se destina. A contaminação de águas por lançamentos de esgoto traz prejuízo ao ambiente aquático e também à saúde humana, favorecendo a ocorrência de doenças de veiculação hídrica na população de diversos países (SALES et al., 2012; SANTOS, J. O. et al., 2013).

A avaliação ecotoxicológica da qualidade de águas superficiais recorrendo aos ensaios de toxicidade em laboratório deve ser encarada como um diagnóstico complementar em águas que evidenciam possível contaminação. Os resultados das análises químicas por si só não retratam o impacto ambiental causados pelos poluentes porque não demonstram os efeitos sobre os ecossistemas. Somente os sistemas biológicos (organismos ou parte deles) podem detectar os efeitos tóxicos das substâncias (GOMES, 2007; MAGALHÃES & FERRÃO FILHO, 2008).

Tendo em vista a escassez hídrica existente no Semiárido Brasileiro e a contaminação de recursos hídricos por efluentes, este trabalho teve como objetivo avaliar ecotoxicidade crônica utilizando *Chlorella vulgaris* como organismo teste, com o intuito de identificar contaminação em fontes de abastecimento de água da Comunidade Santa Luzia, município de Picuí/PB.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Referência em Dessalinização (LABDES) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), sendo o local do estudo a Comunidade Santa Luzia, formada por 230 famílias, situada no município de Picuí/PB. Foram coletadas amostras de água de três fontes de abastecimento: da operação pipa, que transporta água do Açude Boqueirão localizado em Parelhas/RN, de um pequeno manancial conhecido como “Olho d’água”, e do poço comunitário.

Os ensaios de ecotoxicidade foram realizados de acordo com a NBR ABNT 12648/2011, a qual especifica um método de avaliação da ecotoxicidade crônica para microalgas *Chlorophyceae*. A espécie utilizada foi a *Chlorella vulgaris*, cultivada em meio de cultura Bold's Basal Medium (BBM).

Realizou-se uma determinação qualitativa de ecotoxicidade crônica utilizando amostras sem diluição, estas foram enriquecidas com as mesmas quantidades de nutrientes usados na preparação do meio de cultura BBM. Foi adicionado 1 mL da cultura de microalgas *Chlorella vulgaris* na sua fase exponencial de crescimento em 100 mL das amostras enriquecidas e no controle, constituído apenas do meio de cultura, de forma que a concentração inicial de microalgas fosse 10⁵ células/mL.

Os recipientes testes, mostrados na Figura 1, com três réplicas do controle e de cada uma das amostras enriquecidas, foram mantidos a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, 4.500 lux e aeração constante por 72 horas. Estes recipientes foram distribuídos de forma aleatória, tendo suas posições alternadas todos os dias.



Figura 1: Recipientes testes para determinação qualitativa de ecotoxicidade crônica

O ensaio foi validado de acordo com as recomendações da norma utilizada, considerado: i) aumento de 16 vezes da biomassa algácea média, após 72 horas de exposição; e ii) coeficiente de variação da biomassa algácea entre as réplicas do controle inferior ou igual a 20%.

O crescimento algáceo foi determinado a partir de contagens com câmara de Neubauer em microscópio óptico, e analisado estatisticamente através do Teste de Fisher para verificar a existência de diferenças significativas entre o controle (A) e as amostras de água da operação pipa (B), “Olho d’água” (C) e poço comunitário (D), com intervalo de confiança de 95% ($\alpha = 0,05$). Para a análise estatística, utilizou-se o software ACTION[®] 2.6.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados dos ensaios de ecotoxicidade são apresentados na Tabela 1. Como se pode observar, o número de células final no controle foi 16 vezes superior ao número de células inicial e o coeficiente de variação não ultrapassou 20% nas réplicas do controle, assim como em nenhuma das amostras. Dessa forma os ensaios foram considerados válidos.

Tabela 1: Resultados dos ensaios ecotoxicológicos com *Chlorella vulgaris*

Amostra	Concentração Inicial (Cél./mL)	Concentração Final (Cél./mL)	Crescimento Algáceo (Cél./mL)	Média	Desvio Padrão	Coeficiente de Variação
A	2,35E+05	4,77E+06	4,53E+06	4,20E+06	461596,1	10,99%
A	2,35E+05	3,78E+06	3,55E+06			
A	2,35E+05	4,76E+06	4,52E+06			
B	2,35E+05	3,63E+06	3,39E+06	3,25E+06	158455,1	4,87%
B	2,35E+05	3,58E+06	3,34E+06			
B	2,35E+05	3,27E+06	3,03E+06			
C	2,35E+05	9,20E+05	6,85E+05	9,00E+05	153303,1	17,03%
C	2,35E+05	1,22E+06	9,83E+05			
C	2,35E+05	1,27E+06	1,03E+06			
D	2,35E+05	3,68E+06	3,45E+06	4,00E+06	704362,5	17,63%
D	2,35E+05	3,78E+06	3,55E+06			
D	2,35E+05	5,23E+06	4,99E+06			

(A) Controle / (B) Operação pipa / (C) “Olho d’água” / (D) Poço comunitário

Miashiro et al. (2012) realizou ensaios ecotoxicológicos com a microalga *Pseudokirchneriella subcapitata*, também da família *Chlorophyceae* e obteve resultados válidos, demonstrando a viabilidade do ensaio que pode ser utilizado por gestores ambientais nas tentativas de mensurar as extensões dos impactos ambientais.

Gomes (2007) explica a facilidade de utilização das algas como organismo-teste, pois apresentam curto ciclo de vida, altas taxas de crescimento, além da possibilidade de manter culturas no laboratório e da capacidade de crescer em meios sintéticos bem definidos.

O Teste de Fisher mostrou que apenas a média do crescimento algáceo na amostra de água do “Olho d’água” é estatisticamente diferente da média do crescimento algáceo no controle, ao nível de 95% de confiança, como pode ser observado na Tabela 2 e também na Figura 2.

Tabela 2: Resultados do Teste de Fisher para verificação de ecotoxicidade crônica

Diferença entre Níveis	Média	Limite Inferior	Limite Superior	P-Valor
A-B	947222,2222	-56490,69	1950935,13	0,0612
A-C	3301111,111	2297398,2	4304824,02	0,0001
A-D	205555,5556	-798157,35	1209268,46	0,6494

(A) Controle / (B) Operação pipa / (C) “Olho d’água” / (D) Poço comunitário

A igualdade entre as médias é rejeitada quando P-valor < 0,05, o que acontece entre o controle (A) e a amostra de água do “Olho d’água” (C), como consta na Tabela 2 onde P-valor = 0,001, neste caso, o intervalo de confiança não contém o valor zero, como está ilustrado na Figura 2.

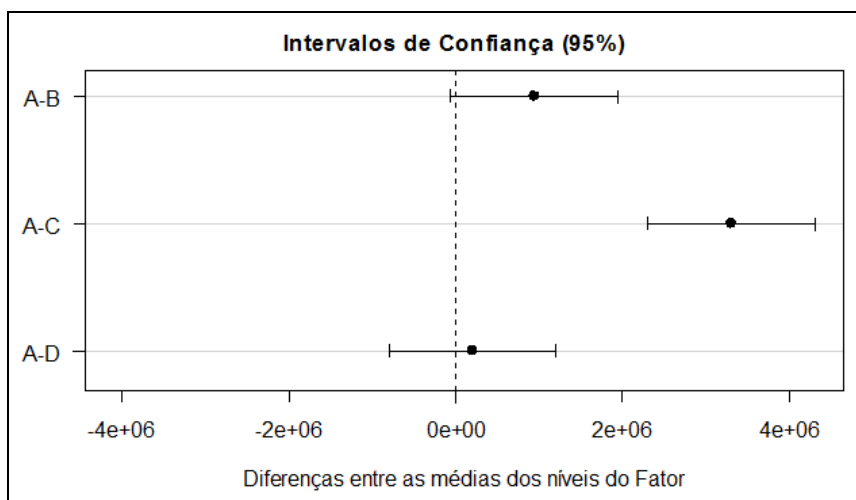


Figura 2: Teste de Fisher para verificação de ecotoxicidade crônica

Estes resultados confirmam estatisticamente que a água do “Olho d’água” apresenta ecotoxicidade crônica para o organismo-teste utilizado.

Ensaio ecotoxicológicos já são exigidos por leis ambientais no Brasil, como é o caso da Resolução CONAMA 357/2005 que exige ensaios de ecotoxicidade crônica e aguda para enquadramento de águas superficiais em diferentes classes. Esses ensaios são utilizados para investigar as possíveis interações entre as substâncias e a presença de contaminantes não listados nessa Resolução, passíveis de causar danos aos seres vivos.

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

Uma das fontes de abastecimento da Comunidade Santa Luzia apresentou ecotoxicidade crônica, o que mostra que o manancial está comprometido com relação à vida aquática e também com relação ao abastecimento de água para os diferentes usos.

Independente do organismo teste, a avaliação de ecotoxicidade de águas superficiais deve ser levada em consideração na avaliação dos impactos aos corpos hídricos, pois permite verificar a interação entre os contaminantes, ou seja, o efeito sinérgico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12648. **Ecotoxicologia aquática – toxicidade crônica – método de ensaio com algas (*Chlorophyceae*)**. Rio de Janeiro, 2011.
2. BRASIL. Agência Nacional de Águas. **A Questão da Água no Nordeste**. Brasília, DF: CGEE, 2012.
3. BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Relatório final do Grupo de Trabalho Interministerial para redelimitação do semiárido nordestino e do polígono das secas**. Brasília: 2005a. (Mídia impressa e eletrônica).
4. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento e dá outras providências**. Brasília, DF, 2005b.
5. GOMES, A. I. E. **Avaliação da Ecotoxicidade de Águas Superficiais: Aplicação à Bacia Hidrográfica do Rio Leça**. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto, 2007.
6. LUNA, C. F. **Avaliação do impacto do Programa Um Milhão de Cisternas Rurais (P1MC) na saúde: ocorrência de diarreia no Agreste Central de Pernambuco**. 207 f. Tese (Doutorado em Saúde Pública). Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães - Fundação Oswaldo Cruz, Recife, 2011.
7. MAGALHÃES, D. P.; FERRÃO FILHO, A. S. A ecotoxicologia como ferramenta no biomonitoramento de ecossistemas aquáticos. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 3, p. 355-381, 2008.
8. MIASHIRO, L.; LOMBARDI, J. L.; MERCANTE, C. T. J. Ecotoxicity assessment in aquaculture system using the test organism *Pseudokirchneriella subcapitata* (Chlorophyceae). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 34, n. 4, p. 373-379, oct/dec, 2012.
9. SALES, A. M. J.; SANTOS, V. S.; CHAVES, M. S.; ALVES, F. K. S.; BRITO, A. S. Avaliação da qualidade da água do açude do cumbe, no município do BARRO – CE. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 7, n. 4, p. 30-38, out./dez., 2012.
10. SANTOS, G. O; HERNANDEZ, F. B. T. Uso do solo e monitoramento dos recursos hídricos no córrego do Ipê, Ilha Solteira, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.1, p.60–68, 2013.
11. SANTOS, J. O.; SANTOS, R. M. S.; GOMES, M. A. D; MIRANDA, R. C.; NÓBREGA, I. G. M. A qualidade da água para o consumo humano: Uma discussão necessária. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, Pombal, v. 7, n. 2, p. 19-26, abr./jun. 2013.
12. TUNDISI, J. G.; T. MATSUNURA- TUNDISI. **Recursos Hídricos no Século XXI**. São Paulo: Oficina de textos, 2011. 311 p.
13. UMBUZEIRO, G. A.; KUMMROW, F.; REI, F. F. C. Toxicologia, padrões de qualidade de água e a legislação. **Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente**, São Paulo, v. 5, n. 1, jan./abr. 2010.