



I SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO

Integrando conhecimentos científicos em defesa do Velho Chico.

EUTROFIZAÇÃO NATURAL OU CULTURAL: AVALIAÇÃO DOS TEORES DE NITROGÊNIO E FÓSFORO DOS EFLUENTES DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO DE PETROLINA-PE

Kellison Lima Cavalcante^{1}; Magnus Dall'Igna Deon²; Héliida Karla Philippini da Silva³*

RESUMO: Os efluentes das estações de tratamento de esgoto necessitam de atenção especial uma vez que podem modificar ambientes naturais a partir da poluição. Este trabalho teve como objetivo a caracterização química dos teores de Nitrogênio e seus compostos nitrogenados e de Fósforo dos efluentes das estações de tratamento de esgoto de Petrolina-PE. Foram avaliados os parâmetros de Nitrogênio Total Kjeldahl, NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- e P dos efluentes de cinco estações de tratamento de esgoto (ETE) de Petrolina-PE, coletados mensalmente, no período de janeiro a novembro. As concentrações de nitrogênio e fósforo, bem como dos compostos nitrogenados encontradas nos efluentes foram consideradas muito altas, evidenciando o potencial de degradação e contaminação dos recursos hídricos. Dessa forma, destaca-se a importância do estudo como medida mitigadora de impactos ambientais e alternativa para a disponibilidade hídrica para o Submédio do Vale do Rio São Francisco.

PALAVRAS-CHAVE: Efluente. Eutrofização. Água.

EUTROPHICATION NATURAL OR CULTURAL: EVALUATION OF NITROGEN LEVELS AND PHOSPHORUS OF WASTEWATER PETROLINA-PE OF SEWAGE TREATMENT PLANTS

ABSTRACT: The effluent from sewage treatment plants need special attention since they can modify the natural environment from pollution. This study aimed chemical characterization of nitrogen content and its nitrogen compounds and phosphorus effluent of Petrolina-PE sewage treatment plants. We evaluated the parameters of Total Kjeldahl Nitrogen, NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- and P Effluent five sewage treatment plants (WWTP) of Petrolina-PE, collected monthly from January to November. Nitrogen and phosphorus concentrations, as well as nitrogen compounds found in the effluents were considered very high, showing the potential for degradation and contamination of water resources. Thus, it highlights the importance of the study as a mitigation measure environmental impacts and alternative to water availability for the Lower Basin of the São Francisco River Valley.

KEYWORDS: Effluent. Eutrophication. Water.

¹ Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental na Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF. E-mail: kellison.cavalcante@ifsertao-pe.edu.br;

² Doutor em Agronomia da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Semiárido. E-mail: magnus.deon@embrapa.br;

³ Doutora em Oceanografia do Instituto Senai de Tecnologias. E-mail: helidaphilippini@gmail.com.

INTRODUÇÃO

A água potável disponível para uso constitui uma fração mínima do total de água existente na Terra, observando-se que este é um recurso cada vez mais escasso, seja pelos processos de urbanização, com aumento da demanda, seja pela redução da oferta de água de boa qualidade, condicionada pela poluição dos mananciais. É importante a necessidade de reduzir a poluição hídrica, buscar alternativas viáveis de aumento da oferta e definir melhor destinação da água, favorecendo a sua manutenção e a melhoria da sua qualidade.

De acordo com dados publicados pela Organização Mundial da Saúde (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2012), atualmente cerca de 1,1 bilhões de pessoas em todo o mundo não possuem acesso a fontes seguras de água potável e 2,4 bilhões não tem acesso a nenhum tipo de instalações adequadas de saneamento. No Brasil, a prestação dos serviços de saneamento, principalmente em relação à disposição segura dos esgotos, tem levado grande parte da população a condições de saúde abaixo de um nível adequado (SARNAGLIA; GONÇALVES, 2013). Para amenizar estes problemas torna-se necessário a implementação de sistemas de coleta e tratamento adequados à realidade do país, bem como a disposição final dos efluentes tratados. Santos et al. (2006) destacam que o tratamento de esgotos apresenta-se como forma de combate a poluição e preservação dos recursos hídricos.

Nesse sentido, segundo Von Sperling (2005), os efluentes das estações de tratamento de esgoto necessitam de atenção especial uma vez que podem modificar ambientes naturais a partir da poluição por matéria orgânica, contaminação por microrganismos patogênicos e a poluição de lagos, represas e rios, tendo como resultado a eutrofização. A eutrofização é o crescimento excessivo das plantas aquáticas, tanto planctônicas quanto aderidas, a níveis tais que sejam considerados como causadores de interferências com os usos desejáveis do corpo d'água (THOMANN; MUELLER, 1987).

De acordo com Von Sperling (1996), o principal fator de estímulo é um nível excessivo de nutrientes no corpo d'água, principalmente nitrogênio e fósforo. O maior fator de poluição está, no entanto, associado aos esgotos oriundos das atividades urbanas. Conforme Sarnaglia e Gonçalves (2013) os esgotos contêm nitrogênio e fósforo, presentes nas fezes e urina, nos restos de alimentos, nos detergentes e outros subprodutos das atividades humanas, e a contribuição através dos esgotos é bem superior à contribuição originada pela drenagem urbana.

Dessa forma, este trabalho teve como objetivo a caracterização química dos teores de Nitrogênio e seus compostos nitrogenados e de Fósforo dos efluentes das estações de tratamento de esgoto de Petrolina-PE, como medida mitigadora de impactos ambientais e alternativa para a disponibilidade hídrica para o setor agrícola da Submédio do Vale do Rio São Francisco.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no município de Petrolina-PE (Latitude 09° 23' 55" Sul e Longitude 40° 30' 03" Oeste), situada no Submédio do Vale do Rio São Francisco, com condições favoráveis para o fortalecimento da agricultura irrigada. Segundo a classificação climática de Köppen-Geiger, o clima é Tropical Semiárido, seco e quente (REDDY; AMORIM NETO, 1993), caracterizado pela escassez e irregularidade das precipitações, com chuvas no verão e forte evaporação em consequência das altas temperaturas.

Foram coletados e avaliados mensalmente, no período de janeiro a novembro de 2015, os efluentes de quatro estações de tratamento de esgoto (ETE) na zona urbana de Petrolina-PE, operadas pela Companhia Pernambucana de Saneamento (Compesa), Gerência Regional do Vale do São Francisco, e uma na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semiárido (Embrapa Semiárido), para a caracterização química dos efluentes produzidos. Todas as ETEs selecionadas empregam lagoas de estabilização, diferindo quanto à configuração de tratamento das lagoas, conforme distribuição na Tabela 1.

Tabela 1 – Localização e características das estações de tratamento de esgoto

ETE	SISTEMA	LOCALIZAÇÃO	CONFIGURAÇÃO
João de Deus (JD)	João de Deus	09° 21' 05,8" S 40° 32' 02,4" W	Lagoa Facultativa + Lagoa de Maturação
Manoel dos Arroz (MA)	Centro	09° 22' 44,2" S 40° 30' 25,4" W	Lagoa Facultativa
Rio Corrente (RC)	Centro	09° 23' 34,4" S 40° 33' 08,5" W	Lagoa Facultativa + Lagoa de Maturação
Cohab VI (C6)	Cohab VI	09° 24' 05,7" S 40° 32' 59,2" W	Lagoa Facultativa + Lagoa de Maturação
Embrapa Semiárido (Emb)	-	09° 26' 55,1" S 40° 24' 03,1" W	Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa + Lagoa de Maturação

Fonte: elaborada pelo autor.

As ETEs selecionadas englobam uma diversidade de condições e processos de tratamento, proporcionadas pela origem dos esgotos e diferentes tipos e configurações dos sistemas de tratamento das lagoas. As ETEs da zona urbana têm o lançamento e a disposição do efluente realizado dentro da área de contribuição da bacia do Rio São Francisco, através de canais e riachos que cruzam a cidade, onde ocorre o processo de diluição em águas fluviais.

Foram coletados 2 L de efluente em cada ETE em frascos de polietileno previamente lavados em laboratório e armazenados em caixa plástica revestida de isopor para manutenção da temperatura durante o transporte. No Laboratório Agroambiental da Embrapa Semiárido, cada amostra foi dividida em duas parcelas iguais, uma para as avaliações imediatas e outra adicionada de 2 mL de ácido sulfúrico (H₂SO₄) para preservação e acondicionadas em temperatura de 4 a 10° C. As análises realizadas estão listadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Métodos para análise química do efluente

VARIÁVEIS	DETERMINAÇÃO	REFERÊNCIAS
NTK*	Kjeldahl (destilação por arraste de vapor do N presente na solução ácida resultante da digestão com H ₂ SO ₄ e CuSO ₄ à 400°C, seguida por titulação com H ₂ SO ₄).	American Public Health Association (2012)
NH ₄ ⁺	Espectrofotometria de absorção molecular através do método do indofenol, com solução de nitruoprussiato-fenol	
NO ₃ ⁻	Espectrofotometria de absorção atômica através da leitura em UV com segunda derivada	
NO ₂ ⁻	Espectrofotometria de absorção molecular através da reação com sulfanilamida e dicloreto de N-1(1-Naftil)-etilenodiamina	
P	Extrator Mehlich 1 e espectrofotometria de absorção molecular por meio da leitura de complexo fosfomolibdico	Silva (2009)

Fonte: elaborado pelo autor de acordo com American Public Health Association (2012) e Silva (2009).

* NTK = Nitrogênio total Kjeldahl.

Os testes estatísticos foram realizados através do *software* estatístico SPSS for Windows Evaluation Edition – 14.0, considerando a probabilidade de erro (p) menor ou igual (\leq) a 5 %.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em Petrolina-PE, o destino final dos esgotos tratados é o rio São Francisco, que recebe constantes cargas de material orgânico e mineral, superando muitas vezes a sua capacidade de autodepuração, provocando sérios problemas ambientais, como podemos observar na Figura 1. Dessa forma são necessárias medidas que diminuam a carga dos efluentes, conferindo a eles qualidade necessária a sua destinação final e que ainda possam ter outra finalidade como o reuso na agricultura irrigada. Assim, a Lei Federal nº. 9.433 de 8 de janeiro de 1997 (BRASIL, 1997) determina que a água possua padrões adequados de qualidade para os seus usos, o que nos remete a uma ideia de saneamento e tratamento satisfatório.

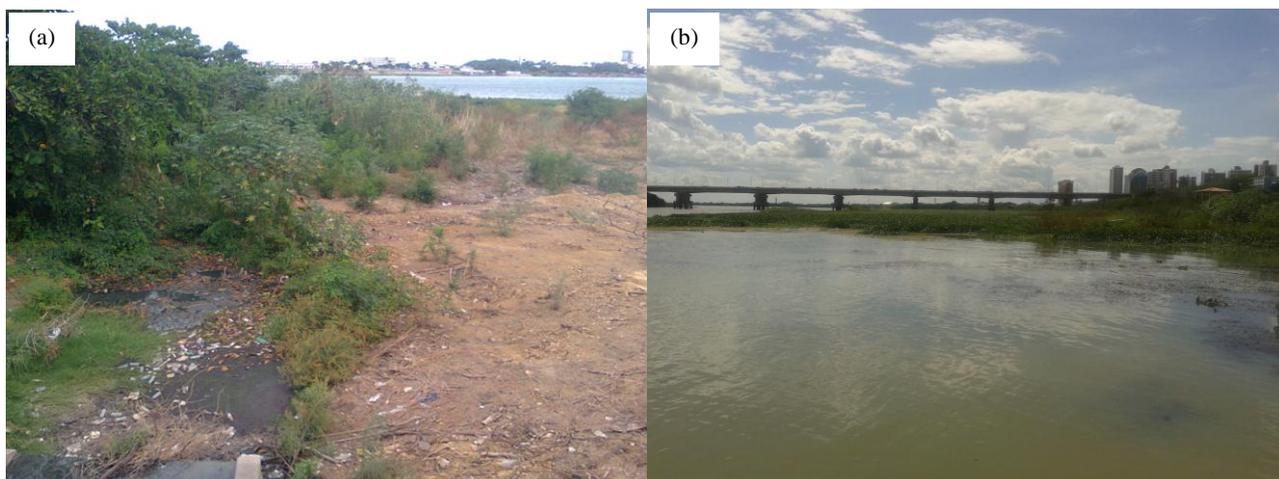


Figura 1 – Margem do Rio São Francisco em Petrolina-PE: (a) despejo de esgoto; (b) plantas características de eutrofização.
Fonte: os autores.

Frente a esse quadro, Petrolina-PE apresenta um índice de 72,5% de cobertura de coleta e tratamento de esgoto, atendendo cerca de 185.000 habitantes, de acordo com dados de Prefeitura Municipal de Petrolina (2011), considerado um dos melhores índices de saneamento básico do Nordeste. Cavalcanti, Campelo e Gama (2010), destacam que o sistema de tratamento e esgotamento sanitário da cidade é realizado por lagoas de estabilização, compostas principalmente pelo tipo facultativa, favorecidas pela alta temperatura e longos períodos de radiação solar da região. Dessa forma, a temperatura e radiação solar da região contribuem para o tratamento realizado pelas algas, através da atividade fotossintética, principal componente nesse sistema de esgotamento sanitário. Assim, Iwata e Câmara (2007) destacam que os sistemas de lagoas de estabilização constituem-se na forma mais simples e natural para o tratamento de esgoto, os quais são submetidos à degradação biológica, de maneira a estabilizar, ou seja, mineralizar a carga orgânica e reduzir o número de microorganismos, evitando dessa forma a disseminação de doenças e a degradação do meio ambiente.

Os efluentes tratados contêm diversos componentes, os quais provêm da própria água e de ambientes naturais e concentrações que foram introduzidas a partir de atividades humanas e industriais. Os principais indicadores da qualidade dos EETE de Petrolina-PE e do processo de eutrofização estão distribuídos na Tabela 1.

Tabela 2 – Características químicas dos efluentes das estações de tratamento de esgoto de Petrolina-PE (média ± desvio padrão)

CARACTERÍSTICA	ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO			
	Manoel dos Arroz (MA)	João de Deus (JD)	Rio Corrente (RC)	Cohab VI (C6)
	----- (mg.L ⁻¹) -----			
P	30,9 ± 0,07	33,1 ± 0,06	17,7 ± 0,06	29,6 ± 0,07
NH ₄ ⁺	0,28 ± 0,14	0,32 ± 0,15	0,04 ± 0,002	0,20 ± 0,15
NO ₂ ⁻	0,16 ± 0,10	0,20 ± 0,10	0,30 ± 0,004	0,23 ± 0,06
NO ₃ ⁻	3,79 ± 0,73	6,66 ± 0,95	4,11 ± 0,18	3,85 ± 0,28
NTK* (mmol.L ⁻¹)	7,64 ± 2,45	8,73 ± 2,64	6,00 ± 0,00	7,27 ± 2,58

Fonte: dados da pesquisa.

De acordo com Feigin, Ravina e Shalhevet (1991), as concentrações de nitrogênio e fósforo, bem como dos compostos nitrogenados são consideradas muito altas, evidenciando o potencial de degradação e contaminação dos recursos hídricos. Assim, conforme Von Sperling (1996), esses nutrientes adicionados em excesso, tendem a escoar superficialmente pelo terreno, até atingir, eventualmente, o rio. Dessa forma, o aumento do teor de nutrientes no leito do Rio São Francisco causa um aumento do número de algas e plantas aquáticas, em consequência, dos outros organismos, como os peixes. Os efluentes de esgotos domésticos são, na realidade, a maior fonte de contribuição de fósforo.

CONCLUSÕES

As concentrações de nitrogênio e fósforo, bem como dos compostos nitrogenados encontradas nos efluentes de estações de tratamento de esgoto doméstico de Petrolina-PE são consideradas muito altas, apresentando grande potencial de degradação e contaminação do Rio São Francisco, por serem despejados no seu leito.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**, 22. ed. Washington: APHA, 2012. 1268 p.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União**, Brasília, v. 3, n. 1, p. 54, 8 jan. 1997. Seção 1, p. 54-62.

* NTK = Nitrogênio total Kjeldahl;

CAVALCANTI, A. L. A.; CAMPELO, J. A.; GAMA, T. C. C. L. Microalgas em lagoas de estabilização no Semiárido Pernambucano e suas implicações na saúde: um estudo de caso em Petrolina-PE. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 6, n. 10, 2010.

FEIGIN, A.; RAVINA, I.; SHALHEVET, J. **Irrigation with treated sewage effluent: management for environmental protection**. Berlin: Springer-Verlag, 1991. 224 p.

IWATA, B. F.; CÂMARA, M. M. Caracterização ecológica da comunidade fitoplânctônica do Rio Poti na cidade de Teresina no ano de 2006. *In*: Congresso de pesquisa e inovação da rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica II, **Anais...** João Pessoa-PB, 2007.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PETROLINA. Agência Reguladora do Município de Petrolina-PE. **Relatório 2 – Plano de saneamento básico do município de Petrolina-PE: sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário**. Petrolina, 2011.

REDDY, S. J.; AMORIM NETO, M. S. **Dados de precipitação, evapotranspiração potencial, radiação solar global de alguns locais e classificação climática do Nordeste do Brasil**. Petrolina: EMBRAPA, CPATSA, 1993. 280 p.

SANTOS, K. D.; HENRIQUE, I. N.; SOUSA, J. T. de; LEITE, V. D. Utilização de esgoto tratado na fertirrigação agrícola. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 2, (Suplemento especial), n. 1, p. 20-26, 2006.

SARNAGLIA, S. A. A.; GONÇALVES, R. F. Uso de “wetland” vertical como pós-tratamento de um filtro anaeróbio a partir de água cinza com vistas ao reuso não potável. *In*: XXVII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2013. **Anais...** Goiânia: ABES, 2013. CD Rom.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 627 p.

THOMANN, R. V. B., MUELLER, J. A. **Principles of surface water quality modeling and control**. New York: Harper & Row, 1987.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. 3 ed. v.1 Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG, 2005. 452 p.

_____. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. DESA-UFMG.1996.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **O abastecimento de água, o saneamento e o uso de águas residuárias**. Disponível em <http://www.who.int/gho/mortality_burden_disease/en/index.html>. Acesso em: 26 jul. 2012.