

## **II-550 - AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DA REMOÇÃO DE NITROGÊNIO E FÓSFORO EM LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO NO TRATAMENTO DE LIXIVIADO E ESGOTO SANITÁRIO**

**Aline Midori Amaral Fujioka<sup>(1)</sup>**

Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Goiás. Especializando em Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos e Líquidos pela Universidade Federal de Goiás. Apoio técnico no projeto de pesquisa da FINEP no laboratório de saneamento da Escola de Engenharia Civil da UFG.

**Eraldo Henriques de Carvalho<sup>(2)</sup>**

Engenheiro Civil, com mestrado e doutorado em Engenharia Civil na área de Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. Professor associado da Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás. Coordenador do curso de pós-graduação em Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos e Líquidos da Universidade Federal de Goiás.

**Samara Monayna Alves Vasconcelos Carrilho<sup>(3)</sup>**

Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Goiás. Mestranda em Engenharia do Meio Ambiente pela Universidade Federal de Goiás (UFG).

**Katia Haddad Bittar<sup>(4)</sup>**

Graduada em Ciências Biológicas pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Especialista em Recursos Hídricos. Mestranda em Engenharia do Meio Ambiente pela Universidade Federal de Goiás (UFG).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Moacir Guimarães, Quadra 43 Lote 09 – Bairro Cidade Jardim – Goiânia – Goiás – CEP: 74.425-550 – Brasil – Tel: +55 (62) 8177-1046 – e-mail: **a.midore@hotmail.com**

### **RESUMO**

O excesso de nutrientes nas águas residuárias vem causando problemas nos ambientes aquáticos, devido à eutrofização dos corpos hídricos e à toxicidade aos peixes e às algas. As lagoas de estabilização são bastante utilizadas no Brasil para o tratamento de águas residuárias, devido ao clima propício, à disponibilidade de área, ao fato dos custos de implantação e operação serem relativamente baixos, além de seu bom desempenho. Avaliar a remoção de nutrientes nesses sistemas, para diferentes tipos de águas residuárias e nas condições climáticas da região centro oeste, contribui com as pesquisas já desenvolvidas no país, a respeito do assunto. A pesquisa foi realizada em uma estação de tratamento de esgoto sanitário e uma de tratamento de lixiviados de aterro sanitário, ambas em Goiás. Foram coletadas amostras do afluente bruto e tratado dos dois sistemas estudados. A eficiência de remoção de nitrogênio amoniacal no sistema de tratamento de lixiviado foi de 73% e fósforo total 35%. Já no sistema de tratamento de esgoto sanitário a eficiência de remoção de nitrogênio amoniacal e fósforo total foram de 43% e 45%, respectivamente. A eficiência de remoção de nitrogênio amoniacal do lixiviado foi maior do que as descritas na literatura especializada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Remoção de Nutrientes, Lagoas de Estabilização, Tratamento de Esgoto Sanitário, Tratamento de Lixiviados.

### **INTRODUÇÃO**

A problemática do excesso de nutrientes nos ambientes aquáticos contribui no processo de eutrofização dos corpos hídricos, sendo tóxico para as algas e peixes, podendo destruir totalmente o ambiente. Uma das maiores fontes de contaminação neste caso são as águas residuárias, por possuir grande carga de nutrientes em sua composição.

A eutrofização acontece devido ao enriquecimento de nutrientes, principalmente fósforo e nitrogênio, que entram como solutos e se transformam em partículas orgânicas e inorgânicas. A superpopulação das algas na superfície dificulta a penetração da luz e consome o oxigênio dissolvido presente na água, durante a noite, implicando em danos ao ecossistema aquático (GALLI e ABE, 2010).

O fósforo é encontrado no esgoto sanitário como fosfato nas seguintes formas: inorgânica (polifosfatos, ortofosfatos) originado de produtos químicos domésticos e detergentes; e na forma orgânica, ligado a compostos orgânicos, de origem fisiológica. Alguns aspectos associam-se a importância do fósforo, como:

estabilização da matéria orgânica e para o crescimento de microrganismos e algas podendo causar eutrofização, porém não apresenta implicações na qualidade da água (PROSAB, 2009).

Segundo FLECK (2003) apud BORGES DE CASTILHO (1993), o fósforo presente no lixiviado de aterros sanitários é um nutriente limitante, podendo ocorrer em poucas miligramas por litro, e geralmente se estabiliza ocorrendo uma progressiva diminuição nas suas concentrações.

O nitrogênio se alterna entre várias formas e estados de oxidação, como resposta aos diversos processos bioquímicos. No meio aquático, o nitrogênio pode ser encontrado nas formas de nitrogênio molecular, orgânico, amônia livre, nitrito e nitrato (PROSAB, 2009).

O sistema mais usual de tratamento de águas residuárias no Brasil são as lagoas de estabilização, devido ao clima, à disponibilidade de área e ao baixo custo de implantação, operação e manutenção. No entanto, estes sistemas são projetados principalmente para remoção de matéria orgânica carbonácea. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a remoção de fósforo e nitrogênio em sistemas de lagoas de estabilização que tratam diferentes tipos de águas residuárias no Estado de Goiás.

## METODOLOGIA

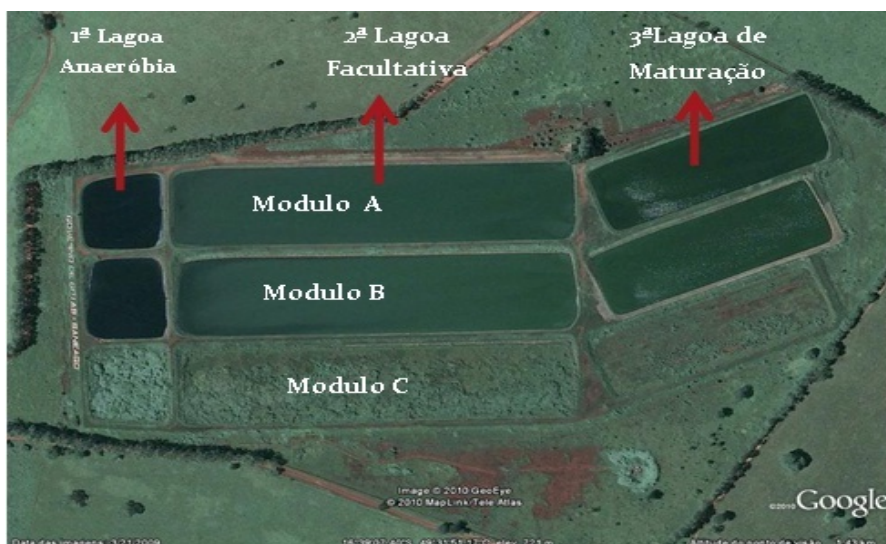
O estudo foi realizado na Estação de Tratamento de Esgoto Barro Preto, na cidade de Trindade/GO, cujas coordenadas são 16°39'07''S e 49°31'51''O, e no Aterro Sanitário de Anápolis, localizado na Fazenda Godoy, zona rural de Anápolis, nas coordenadas geográficas S: 16° 17'21''S e W: 48° 53'75''W.

O sistema de tratamento de lixiviados do aterro sanitário de Anápolis/GO é composto por dois módulos, operados em paralelo, de lagoas anaeróbia seguida de facultativa (ver Figura 1). A vazão média de lixiviados no período do estudo do aterro foi de 0,84 L/s, por módulo.

A ETE Barro Preto (ver Figura 2) é composta por um tratamento preliminar (gradeamento e caixa de areia) seguido de três séries de lagoas de estabilização (módulos A, B e C), sendo que um deles encontra-se desativado (módulo C), devido a problemas de infiltração. Cada módulo é constituído de um sistema de lagoa anaeróbia seguida de facultativa e, depois, de lagoa de maturação. A vazão média de esgoto sanitário no período do estudo foi de 52,1 L/s, por módulo.



**Figura 1. Sistema de tratamento de lixiviados do Aterro Sanitário de Anápolis/GO.**



**Figura 2. Sistemas de lagoas de estabilização da ETE Barro Preto do município de Trindade/GO.**

As condições operacionais, durante a pesquisa e de final de plano, nos dois sistemas de tratamento estudados estão descritas nas tabelas 1 e 2.

**Tabela 1 – Condições operacionais das lagoas de estabilização do Aterro Sanitário de Anápolis/GO.**

Parâmetros	Durante a pesquisa		Sistema Projetado	
	Anaeróbia	Facultativa	Anaeróbia	Facultativa
Vazão média afluyente (L/s)	0,84	0,84	1,87	0,84
Carga orgânica afluyente (kg DBO/dia)	45	45	1.296	1.296
TCOV (kgDbo/m <sup>3</sup> dia)	0,045	0,002	0,54	0,03
TDH (dias)	32	212	20	96
TAS	187	29	5.400	830

**Tabela 2 – Condições operacionais das lagoas de estabilização da ETE Barro Preto, Trindade/GO.**

Parâmetros	Durante a pesquisa			Final de Plano		
	Anaeróbia	Facultativa	Maturação	Anaeróbia	Facultativa	Maturação
Vazão média afluyente (L/s)	52,1	52,1	52,1	80,6	80,6	80,6
Carga orgânica afluyente (kg DBO/dia)	1.395	733,5	522	2.090	-	-
TCOV (kgDBO/m <sup>3</sup> dia)	0,09	0,02	0,03	0,14	-	-
TDH (dias)	3,3	7,5	4,0	2,1	4,5	2,5
TAS	3.720	271,5	373	-	-	-

Foram realizadas coletas semanais, do tipo amostragem simples, do afluente bruto e tratado do módulos, durante os meses de abril a outubro de 2012.

As amostras foram analisadas no Laboratório de Saneamento da Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás. A metodologia utilizada foi fundamentada no *Standard methods for the examination of water and wastewater*, 1991. Os parâmetros utilizados para avaliação foram nitrogênio amoniacal e fósforo total (ver Tabela 3).

**Tabela 3: Parâmetros avaliados e metodologia utilizada para a análise de esgoto sanitário e lixiviado de aterro sanitário.**

Parâmetro	Método
Nitrogênio Amoniacal	Método Titulométrico SM*:4500-NH3 C
Fósforo total	Método do ácido ascórbico SM:4500-P E

\*Standard methods for the examination of water and wastewater (1991).

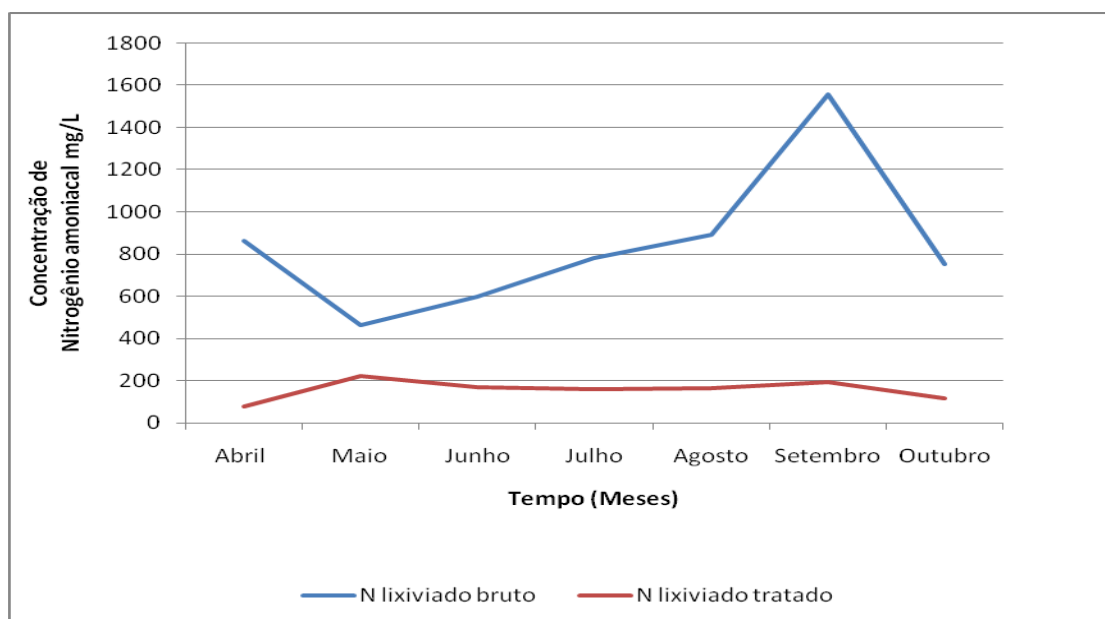
## RESULTADOS

### Sistema de tratamento de lixiviados de aterro sanitário

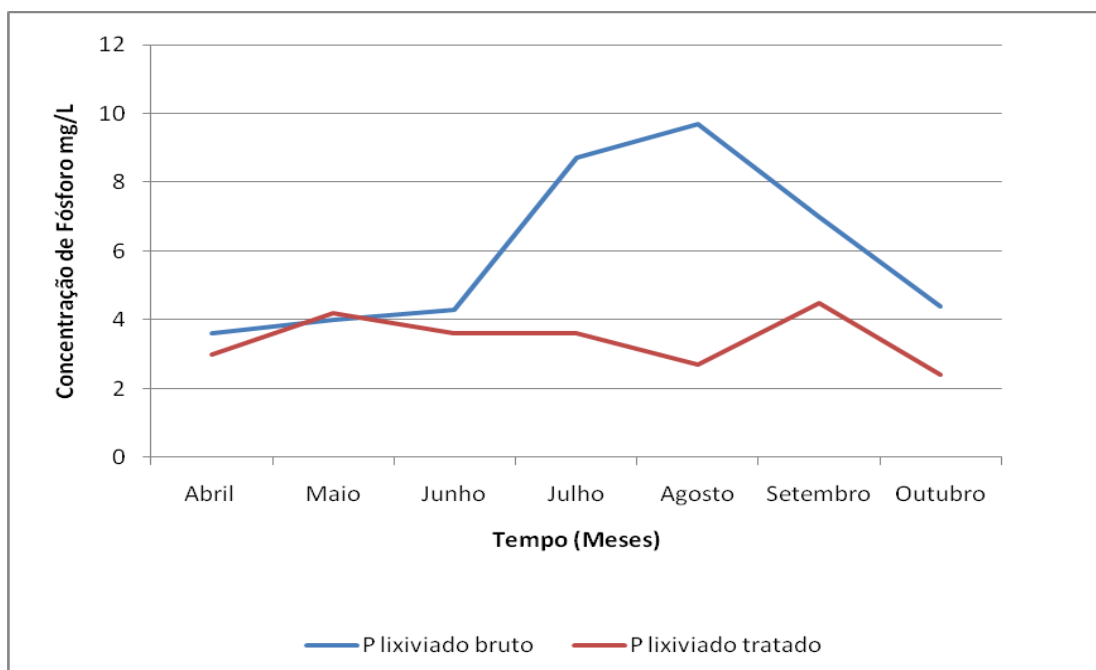
A concentração média de nitrogênio amoniacal no lixiviado bruto foi de 923 mg/L, abaixo da faixa mencionada por Fleck (2003), que cita entre 2.000 a 3.000 mg/L; já para o efluente tratado foi de 157 mg/L. Na Figura 3 encontra-se apresentada a variação da concentração de nitrogênio amoniacal para o afluente e efluente do sistema de tratamento de lixiviados no período em estudo.

O teor de fósforo total no lixiviado bruto foi de 6 mg/L, enquanto no efluente tratado foi 3,5 mg/L (Figura 4). O sistema de tratamento de lixiviado obteve eficiência média de remoção de nitrogênio amoniacal de 73% e de 35% para fósforo total.

A maior eficiência de remoção de nitrogênio amoniacal em comparação ao fósforo, no sistema de tratamento de lixiviados, provavelmente deve-se à quantidade expressiva de algas planctônicas nas lagoas facultativas. Estas algas possuem a capacidade de absorver esses nutrientes para obtenção de energia, principalmente o nitrogênio amoniacal, empregado na síntese celular (MONTEGGIA e TESSELLE, 2004).



**Figura 3- Variação da concentração de nitrogênio amoniacal, para o lixiviado bruto e tratado do Aterro Sanitário de Anápolis/GO.**



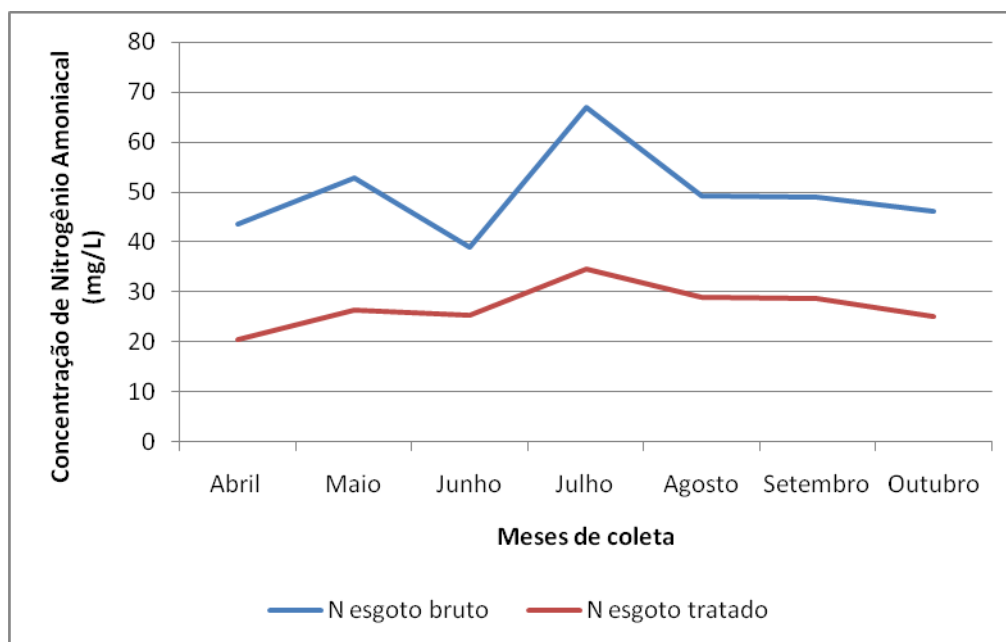
**Figura 4- Variação da concentração de fósforo, para o lixiviado bruto e tratado do Aterro Sanitário de Anápolis/GO.**

#### Sistema de Tratamento de Esgoto Sanitário

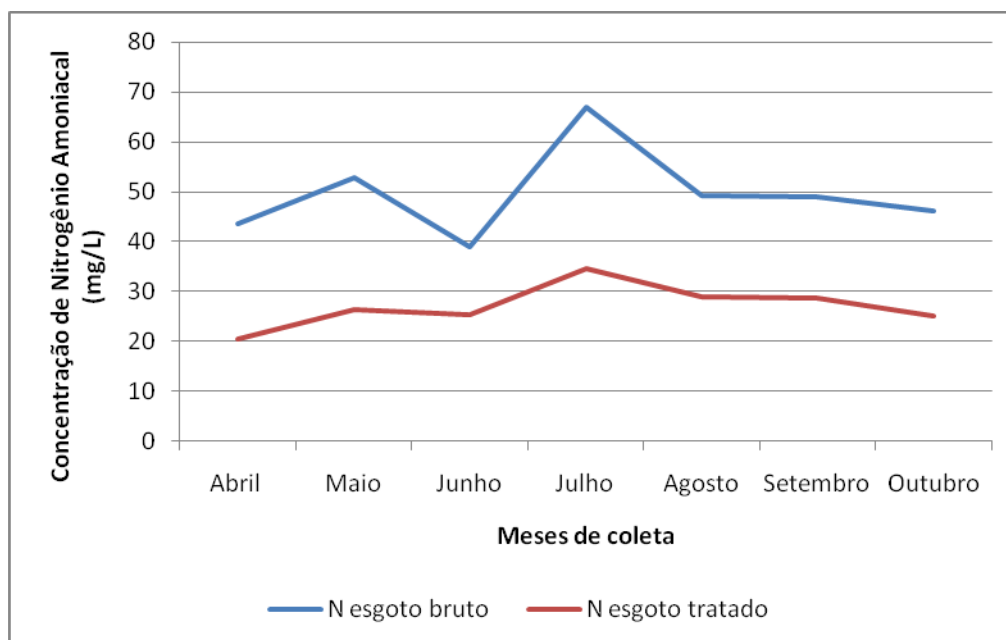
A concentração média de nitrogênio amoniacal encontrada para o afluente e o efluente da ETE Barro Preto foi de 50 e 27 mg/L, respectivamente (Figura 5). Já a concentração de fósforo total encontrada no esgoto bruto foi de 10 mg/L e no esgoto tratado de 4,7 mg/L (Figura 6).

O sistema em estudo obteve eficiência média de remoção de nitrogênio amoniacal e fósforo de 43 e 45%, respectivamente. Esses valores estão dentro da faixa citada pela literatura (30 a 50% para nitrogênio amoniacal e 20 a 60% para fósforo total, conforme SPERLING, 1996).

A menor eficiência de remoção de nitrogênio e fósforo no tratamento de esgoto sanitário deve-se possivelmente à neutralidade do pH nas lagoas facultativas e de maturação, o qual variou entre 6,6 a 7,6. De acordo com Sperling (1996), nesta faixa praticamente toda a amônia se encontra na forma de  $\text{NH}_4^+$ , sendo que para a volatilização, ou seja, desprendimento para atmosfera, o pH deveria estar superior a 11, no qual praticamente toda a amônia se encontraria na forma  $\text{NH}_3$ . Além disso, a remoção de fósforo mais significativa ocorre através da precipitação dos fosfatos em condições de pH acima de 8.



**Figura 5- Variação da concentração de nitrogênio amoniacal, para o esgoto bruto e tratado da ETE Barro Preto.**



**Figura 6 – Variação da concentração de fósforo para o esgoto bruto e tratado na ETE Barro Preto.**

## CONCLUSÕES

A remoção de nutrientes no sistema de tratamento de esgoto sanitário estudado apresentou valores dentro da faixa encontrada na literatura especializada.

Já no sistema de tratamento de lixiviado, embora a eficiência de remoção de fósforo também tenha ficado dentro da faixa apresentada pela literatura especializada, a eficiência de remoção do nitrogênio amoniacal foi superior, indicando a importância de estudos complementares para definição e atualização de parâmetros.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA, AWWA **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19° ed. American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federations. New York.2005.
2. FLECK, E. (2003). **Sistema Integrado por filtro anaeróbio, filtro biológico de baixa taxa e banhado construído aplicado ao tratamento de lixiviado de aterro sanitário**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.
3. GALLI, C.S., ABE, D. S. Disponibilidade, poluição e eutrofização das águas. Instituto Internacional de Ecologia, São Carlos, p.165-173.
4. MONTEGGIA, L. O. TESSELE, F. **Remoção físico-química de algas e fósforo de efluentes de lagoas de alta taxa**. Instituto de Pesquisas hidráulicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004.
5. PROSAB 5 – **Nutrientes de esgoto sanitário: utilização e remoção**. (Coordenadores: Francisco Suetônio Bastos Mota e Marcos Von Sperling), Fortaleza: ABES 2009.
6. VON SPERLING, M. **Lagoas de estabilização**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (DESA) - Universidade Federal de Minas Gerais v. 3, 1996.