

# Remoção de nutrientes fosfatados e nitrogenados de efluentes sanitários através de tratamento físico-químico<sup>(1)</sup>.

Carolina Thiesen Lehmkuhl<sup>(2)</sup>; Loirana Lehmkuhl da Rosa<sup>(3)</sup>; Claudia Lira<sup>(4)</sup>

## Resumo Expandido

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do Edital 12/2012 PRPPGI, da Pró-Reitoria de Pesquisa e Extensão.

<sup>(2)</sup> Estudante do Curso Técnico Integrado de Química; Instituto Federal de Santa Catarina; Florianópolis, Santa Catarina; [ctlehmkuhl@gmail.com](mailto:ctlehmkuhl@gmail.com); <sup>(3)</sup> Estudante do Curso Técnico Integrado de Química; Instituto Federal de Santa Catarina;

<sup>(4)</sup> Professora do Curso Técnico Integrado de Química; Instituto Federal de Santa Catarina.

**RESUMO:** O fósforo e o nitrogênio são nutrientes essenciais para o ser humano, e muito encontrados em efluentes sanitários. O não-tratamento adequado destes efluentes pode acarretar no fenômeno de eutrofização, prejudicial aos ecossistemas aquáticos. Uma das formas de remoção destes nutrientes é a precipitação na forma de estruvita, um mineral que pode ser utilizado como fertilizantes de liberação lenta. Foram realizadas análises dos teores de nitrogênio e fósforo em efluentes sanitários ricos em urina. As análises foram realizadas antes e após tratamentos de precipitação de estruvita, para avaliar o percentual de remoção dos nutrientes, segundo métodos descritos na literatura. Alcançou-se um percentual de remoção para o fósforo e o nitrogênio superiores a 80%.

**Palavra Chave:** estruvita, eutrofização.

## INTRODUÇÃO

O fósforo um elemento muito empregado em fertilizantes, por ser um nutriente essencial às plantas e não possuir substitutos. (LAPIDO-LOUREIRO, 2006). Prevê-se que devido à intensa exploração de suas reservas, em alguns anos o fósforo não seja mais encontrado em jazidas de rochas fosfáticas naturais. Uma alternativa para a obtenção do fosfato é a recuperação de compostos de fósforo a partir de efluentes sanitários. O fósforo consumido por seres humanos e animais é eliminado através da urina. Uma outra importante fonte de fósforo nos efluentes é proveniente do uso de detergentes fosfatados. O excesso de fosfato descartado em efluentes sanitários pode acarretar num processo de eutrofização nos corpos receptores, rios, lagos ou oceanos, causando uma elevação das populações de algas azuis e verdes, que podem reduzir o teor de oxigênio dissolvido no meio, afetando todo o ecossistema (OLIVEIRA, 2011).

Além do fosfato, o excesso de nitrogênio em ambientes aquáticos também pode causar proliferação de algas com grande consumo de oxigênio dissolvido e conseqüente sufocamento de peixes, caracterizando o processo de eutrofização. Em águas residuais o nitrogênio está presente sob quatro formas: o nitrogênio orgânico, nitrito, nitrato e o nitrogênio amoniacal, e é esse último o que se apresenta em maior quantidade (PIVELI, 2006). O nitrogênio presente em efluentes sanitários provém principalmente da atividade humana, sendo a matéria fecal o que mais contribui com nitrogênio orgânico. (PROSAB, 2009).

A legislação ambiental brasileira, sob responsabilidade do Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA, estipula na resolução n° 430 (artigo 34) de 13 de maio de 2011, que o

lançamento de efluentes em ambientes aquáticos é limitado a 20 mg/L de nitrogênio na forma de amônia, sendo esta a única forma de nitrogênio controlada em uma legislação federal (CONAMA, 2011). No Estado de Santa Catarina, concentração de fósforo é regulamentada pelo Código Estadual do Meio Ambiente e não deve ultrapassar 4 mg/L. (SANTA CATARINA, 2009).

O presente trabalho teve como objetivo a recuperação de compostos fosfatados e nitrogenados de efluentes sanitários visando sua posterior utilização em fertilizantes agrícolas e, através da remoção desses nutrientes, minimizar a ocorrência de eutrofização no ecossistema aquático.

## METODOLOGIA

Amostras de efluente sanitário com alto conteúdo de urina foram analisados com relação ao teor de fósforo total e nitrogênio amoniacal. Após a análise foram submetidas ao processo de precipitação química para remoção desses componentes. Após a precipitação, amostras foram coletadas para a análise dos teores residuais de P e N.

Para a análise das concentrações de nitrogênio e fósforo, foram utilizados os procedimentos do Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (APHA, 1985). Para os ensaios de precipitação, utilizaram-se amostras de efluentes, bem como de urina humana. A seguir descrevem-se os métodos utilizados.

## Nitrogênio Amoniacal

Dentre os métodos de análise de nitrogênio descritos no Standard Methods for Examination of

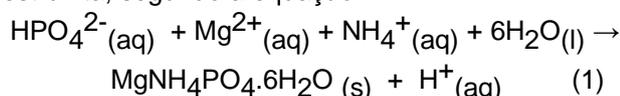
Water and Wastewater, utilizou-se o método titrimético com destilação preliminar. O método consiste em adicionar um tampão de borato e ajustar pH da amostra até 9,5, e então destilar esta solução diretamente em uma 50 mL de solução absorvente de ácido bórico. Coleta-se ao menos 200 mL de destilado e então titula-se contra uma solução padronizada de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,02N até a solução atingir coloração lavanda pálido (APHA, 1985a).

### Fósforo Total

Dentre os métodos de análise de fósforo descritos no Standard Methods, utilizou-se o método do ácido ascórbico. Ele se baseia na reação do molibdato de amônio e antimonil tartarato de potássio com o ortofosfato em meio ácido, formando o ácido fosfomolibdico que reduz a intensidade do azul de molibdênio na presença do ácido ascórbico. (APHA, 1985b). A leitura foi realizada na faixa de comprimento de onda de 880nm, em espectrofotômetro Biospectro e os dados foram inseridos em um gráfico de absorvância versus concentração.

### Remoção dos teores de fósforo e nitrogênio

Os ensaios de precipitação para remoção dos compostos nitrogenados e fosfatados basearam-se na adição de reagentes para a formação do mineral estruvita, segundo a equação 1.



A reação de precipitação foi realizada com razão molar de 1:1 entre fósforo e magnésio. O nitrogênio é presente em excesso nos efluentes com alto conteúdo de urina. A fonte de magnésio utilizada foi o óxido de magnésio. As reações foram conduzidas em Jar Test com pH ajustado para 9, durante 30 minutos e velocidade de rotação de 200 rpm. A partir dos teores de fósforo total e nitrogênio amoniacal determinados nas amostras tratadas foi calculado o percentual de remoção desses nutrientes.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a determinação do teor de nitrogênio amoniacal da amostra do efluente, aplicou-se a fórmula presente na equação 2, apresentada no Standard Methods:

$$\text{N/NH}_3 = \frac{(A-B) \cdot 0,028 \cdot 1000}{\text{Volume da amostra}} \quad (2)$$

A: volume de ácido sulfúrico gasto com a amostra;

B: volume de ácido sulfúrico gasto com o branco.

Para a análise do teor de fósforo, construiu-se uma curva de calibração, cujo gráfico é

apresentado na figura 1.

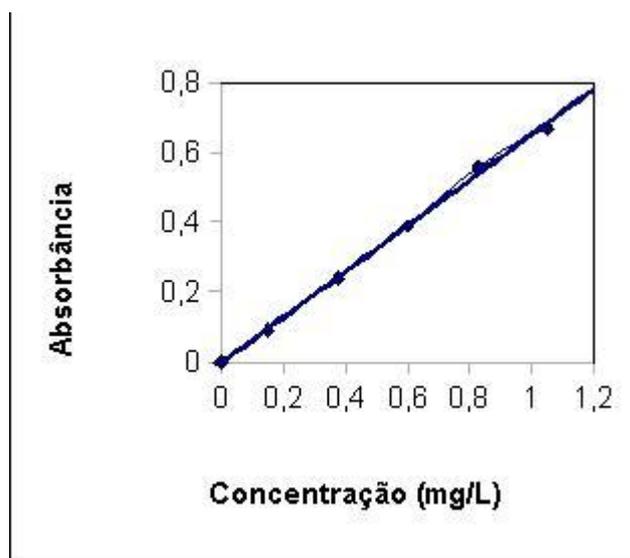


Figura 1 – Curva de calibração da análise de fósforo total.

Os pontos da curva correspondem à leituras de absorvância para concentrações conhecidas de fósforo. Aplicou-se a equação da melhor reta:  $f(x) = 0,653x - 0,002$  e a leitura de absorvância das amostras antes e após tratamento para a determinação da concentração de fósforo total.

Os resultados das análises das amostras antes e após o tratamento de precipitação e percentual de remoção calculado para o fósforo e o nitrogênio encontram-se na tabela 1.

**Tabela 1** - Teores de fósforo e nitrogênio das amostras antes e após tratamento e percentual de remoção.

Componente	Concentração (mg/L)		Percentual removido
	Pré-tratamento	Pós-tratamento	
Nitrogênio	1944,32	377,90	80,56%
Fósforo	1067,38	1,61	99,85%

Os percentuais de remoção de fósforo e nitrogênio foram considerados bastante satisfatórios. A formação da estruvita consome teores equivalentes, em termos de concentração molar, de fósforo e nitrogênio. Como foram removidos 0,034 mol/L (1065,77 mg/L) de fósforo, deveria-se esperar a remoção de 0,034mol/L de nitrogênio (482 mg/L). A presença de nitrogênio em excesso favoreceu uma remoção quase completa do fósforo. Supõe-se que, com a sedimentação do precipitado, houve arraste de matéria orgânica suspensa, o que acarretou também em significativa remoção do nitrogênio associado nessa matéria orgânica, em teores bastante superiores ao previsto pela estequiometria da reação.

## CONCLUSÕES

O método de tratamento utilizado, através da precipitação de estruvita, promoveu remoção de teores de fósforo e nitrogênio superiores a 80% em relação aos teores inicialmente apresentados nas amostras de efluente. A remoção de nitrogênio amoniacal foi superior ao previsto pela estequiometria da reação, provavelmente devido ao arraste de matéria orgânica suspensa durante a sedimentação do precipitado formado na reação.

## AGRADECIMENTOS

Ao programa PIPCIT/IFSC pela bolsa oferecida ao aluno.

## REFERÊNCIAS

APHA. **Standard Methods for Examination of Water and Wastewater**. 417-D Titrimetric Method. Washington: American Public Health Association, Water Environmental Federation, 1985a.

APHA. **Standard Methods for Examination of Water and Wastewater**. 424-F Ascorbic Acid Method. Washington: American Public Health Association, Water Environmental Federation, 1985b.

CONAMA. Resolução 430 de 13 de maio de 2011. **Água - classificação e qualidade**. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em 13 de junho de 2013.

LAPIDO-LOUREIRO, Francisco Eduardo de Vries; MELAMED, Ricardo. **O fósforo na agricultura brasileira: uma abordagem minero-metalúrgica**. Série de estudos e documentos. CETEM/MCT. 2006. Disponível em <[http://www.cetem.gov.br/publicacao/series\\_sed/seid-67.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/series_sed/seid-67.pdf)>. Acesso em 13 de junho de 2013.

OLIVEIRA, Alexandra Boaventura de; SOUZA, Luiz di. **Aumento do teor de fósforo e nitrogênio e eutrofização nas águas da bacia hidrográfica do rio Apodi/Mossoró**. 2011. Disponível em <<http://www.annq.org/congresso2011/arquivos/1300406890.pdf>>. Acesso em 13 de junho de 2013.

PIVELI, Roque Passos; KATO, Mario Takayuki. **Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos**. São Paulo. Editora ABES. 2006.

PROSAB (Programa de Pesquisa em Saneamento Básico). **Nutrientes de esgoto sanitário: utilização e remoção**. Francisco Suetônio Bastos Mota e Marcos von Sperling (coord.). Rio de Janeiro: ABES, 2009.

SANTA CATARINA. **Lei Nº 14.675 de 13 de Abril de 2009**. Código Estadual do Meio Ambiente e estabelece outras providências, 2009.