

## II-161 - AVALIAÇÃO DA REMOÇÃO DE NITROGÊNIO AMONIACAL NO TRATAMENTO COMBINADO DE ESGOTO DOMÉSTICO E LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS ALEGRIA

### **Robson Campos dos Santos Junior<sup>(1)</sup>**

Técnico ambiental da Companhia de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro. Licenciado em Química pelo Instituto Federal do Rio de Janeiro. Mestre em Química pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

### **Sheila Barbosa Martins<sup>(2)</sup>**

Coordenadora de laboratório da Companhia de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro. Licenciada em Química pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

### **Alessandra Pereira<sup>(3)</sup>**

Chefe de Departamento de Controle da Qualidade de Esgotos da Companhia de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro. Bióloga pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Mestranda em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.

### **Tereza Cristina Reis da Silva<sup>(4)</sup>**

Analista Ambiental da Companhia de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro. Bióloga pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Mestre em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Boas Vindas, 4 – Caju – Rio de Janeiro – RJ – CEP: 20931-005 – Brasil - Tel: (21) 2332-3366 - e-mail: [robson-campos@cedae.com.br](mailto:robson-campos@cedae.com.br)

### **RESUMO**

Neste trabalho foi avaliada a remoção de nitrogênio amoniacal no tratamento combinado de esgoto sanitário e lixiviado de aterro sanitário na estação de tratamento de esgotos Alegria. A partir de 2013 a estação de tratamentos de esgotos Alegria, localizado no Caju, bairro da região portuária da cidade do Rio de Janeiro, iniciou uma série de estudos com o objetivo de avaliar o impacto do lançamento de chorume no tratamento de esgotos. A ETE Alegria opera com tratamento secundário por lodos ativados. As razões volumétricas de chorume afluente a estação não ultrapassaram o valor de 1%. A carga afluente de amônia foi de 780 ton/ ano em 2015 e 870 ton/ano em 2016. A carga de chorume afluente foi de 74 ton/ano em 2015 e 100 ton/ano em 2016. A carga de amônia no efluente foi de 180 ton/ano em 2015 e 110 ton/ano em 2016. Estes resultados evidenciaram pouco impacto do recebimento de chorume quando avaliado a remoção de amônia. Resultados elevados de remoção de nitrogênio total ao longo no período de 2014 a 2016 sugerem a ocorrência de processos de desnitrificação, carecendo, entretanto, de maiores estudos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lixiviado de aterro sanitário, tratamento de esgotos, remoção de amônia.

### **INTRODUÇÃO**

A geração do lixiviado de aterros sanitários (chorume) tem sido apontada como um dos principais problemas na gestão de aterros sanitários no Brasil. O lixiviado tem origem na percolação da água da chuva e da umidade natural do lixo pelas diversas camadas do aterro e da água produzida pela decomposição química e microbiológica depositada no aterro. Esse resíduo produzido tem composição variável, pois depende entre outras coisas, do material depositado, e da idade do aterro (Maia *et al.*, 2015; Morais *et al.*, 2006).

O lixiviado de aterro sanitário é uma mistura complexa contendo matéria orgânica, metais pesados, substâncias inorgânicas recalcitrantes, tais como ácidos húmicos e fúlvicos, e elevada concentração de amônia. O potencial poluidor do lixiviado se deve as altas concentrações de matéria orgânica e amônia. O despejo do lixiviado *in natura* pode causar sérios danos ambientais no corpo hídrico receptor, bem como a infiltração no solo pode contaminar aquíferos (Brennan *et al.*, 2016; Mannarino *et al.*, 2011).

Processos biológicos e físico-químicos têm sido utilizados para o tratamento do chorume. No Brasil o tratamento biológico é o mais utilizado, devido à facilidade, e o baixo custo do mesmo, entretanto esta forma de tratamento é limitada pela biodegradabilidade do chorume, que tende a diminuir para aterros sanitários mais velhos. Valores de biodegradabilidade (relação DBO/DQO) maiores que 0,4 indicam uma fração biodegradável considerável, e neste caso os processos de tratamento biológicos são os mais adequados. Se essa relação é menor que 0,1 indica-se preferencialmente a utilização de processo físico-químico (Maia *et al.*, 2015; Hamada *et al.*, 2004).

MacBean *et al.* (1995) apontam que, entre as diversas formas de tratamento de lixiviado de aterro sanitário, a o tratamento combinado com esgotos domésticos é frequentemente a mais utilizada. Renou *et al.* (2008) em revisão dos diversos processos de tratamento de chorume apontam a preferência pelo tratamento combinado com esgotos domésticos, devido os baixos custos operacionais. Entretanto, apontam a limitação deste processo para lixiviados de aterros velhos, devido à baixa degrabilidade. Yuan *et al.* (2015) estudaram o impacto da concentração elevada de amônia no recebimento de lixiviado de aterro sanitário na estação de tratamento de esgotos de Winnipeg, chegando a conclusão que a elevada carga não impacta o sistema de tratamento por lodos ativados, numa razão volumétrica de 2,5%, tendo inclusive encontrado uma melhora no desempenho da nitrificação. Brennan *et al.* (2016) avaliaram desempenho de três estações municipais de tratamento de esgotos domésticos que recebiam lixiviado de aterro sanitário, chegando a conclusão que o recebimento de lixiviados por estas estações municipais era a solução mais sustentável para o tratamento de lixiviados de aterros sanitários naquela região.

A partir de abril 2013 com a entrada em operação do aterro sanitário de Seropédica, que recebe os resíduos sólidos do município do Rio de Janeiro, e parte da Região Metropolitana, a Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) Alegria, localizada no bairro Caju, zona portuária do Rio de Janeiro, iniciou-se um estudo de viabilidade para recebimento de lixiviado deste aterro para tratamento combinado.

A ETE Alegria opera em dois níveis de tratamento, o primário por meio de processo físico, e o secundário por meio de lodos ativados. São recebidos em média 130.000 m<sup>3</sup> por dia de esgoto bruto para tratamento, e no estudo de viabilidade estabeleceu-se um processo de aumento gradativo da carga de recebimento do lixiviado, respeitando a razão volumétrica de 1%, até chegar a presente data a um recebimento médio diário de 360 m<sup>3</sup> de lixiviado. No estudo de viabilidade caracterizou-se o chorume de acordo com todos os parâmetros físico-químicos descritos na CONAMA nº 430, bem como se realizou o acompanhamento do impacto deste recebimento na qualidade do efluente final através de monitoramento com base na mesma resolução CONAMA, incluindo ensaios de toxicidade, e na microbiota do lodo ativado.

## OBJETIVOS

Avaliar a performance da remoção de nitrogênio amoniacal a partir do recebimento do lixiviado do aterro de Seropédica na ETE Alegria, uma vez que esta carga é apontada como fator relevante no potencial poluidor do lixiviado

## METODOLOGIA

A partir do estudo de viabilidade de recebimento de lixiviado na ETE Alegria estabeleceu-se um programa de monitoramento para acompanhar os possíveis impactos na qualidade do efluente e na microbiota dos lodos ativados. Na Tabela 1 estão listados os parâmetros analíticos monitorados bem como a técnica analítica utilizada.

**Tabela 1: Parâmetros Avaliados do Lixiviado, Afluente, e Efluente final.**

PARÂMETROS	TÉCNICA ANALÍTICA
Metais (As, Ba, B, Cd, Pb, Cu, Cr <sup>+6</sup> , Cr <sup>+3</sup> , Sn, Fe, Hg, Ni, Se, Zn, Ag).	Espectrometria de emissão óptica por plasma acoplado (ICO-OES)
Cianeto	Colorimétrico
Fluoreto	Cromatografia de íons
Sulfeto	Colorimétrico
Nitrogênio amoniacal	Íon seletivo
Parâmetros Orgânicos	Cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas
DBO	DBO <sub>5</sub>
DQO	Colorimétrico
Fósforo	Colorimétrico
pH	Eletrométrico
Cloreto	Titulométrico
Condutividade	Eletrométrico

A frequência das análises por amostra está descrita na Tabela 2:

**Tabela 2: Frequência das análises**

PARÂMETROS	Afluente	Lixiviado	Efluente
Metais (As, Ba, B, Cd, Pb, Cu, Cr <sup>+6</sup> , Cr <sup>+3</sup> , Sn, Fe, Hg, Ni, Se, Zn, Ag).	Semanal	Semanal	Semanal
Cianeto	Semanal	Semanal	Semanal
Fluoreto	Semanal	Semanal	Semanal
Sulfeto	Semanal	Semanal	Semanal
Nitrogênio amoniacal	5x por semana	Todos os carregamentos	5x por semana
Nitrogênio total	1x por mês	-	1x por semana
Parâmetros Orgânicos	Quinzenal	Quinzenal	Quinzenal
DBO	3x por semana	3x por semana	3x por semana
DQO	3x por semana	3x por semana	5x por semana
Fósforo	Semanal	Semanal	Semanal
pH	Diário	Todos os carregamentos	Diário
Cloreto	5x por semana	3x por semana	5x por semana
Condutividade	5x por semana	Todos os carregamentos	5x por semana

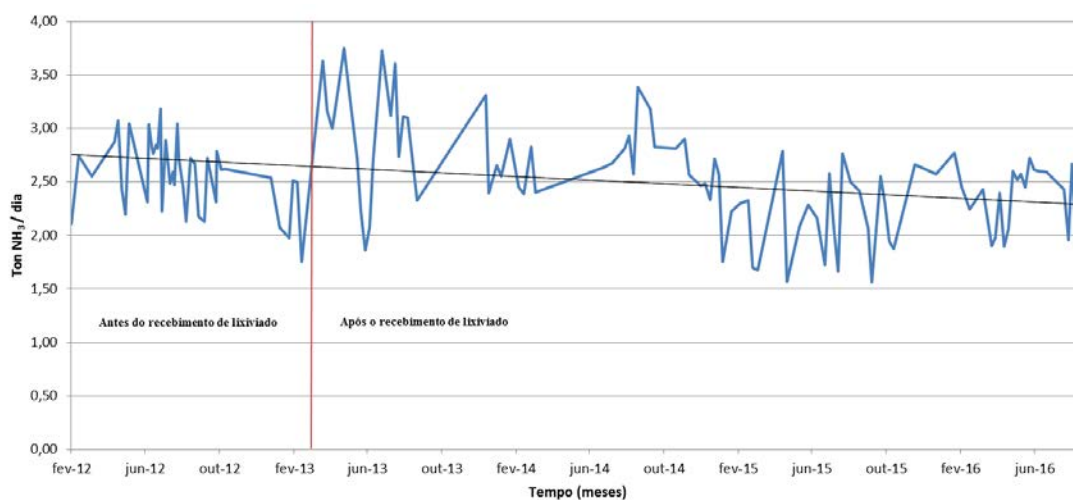
A avaliação de nitrogênio amoniacal cobriu o período de 2012 a 2016. Foram computados os valores de carga de amônia em ton por dia para o esgoto bruto, chorume e efluente final, levando em conta as vazões

diárias de esgoto bruto e de recebimento de lixiviado, como forma de avaliar o impacto do recebimento de chorume na taxa de remoção de nitrogênio amoniacal antes e após o recebimento, que se iniciou em abril de 2013;

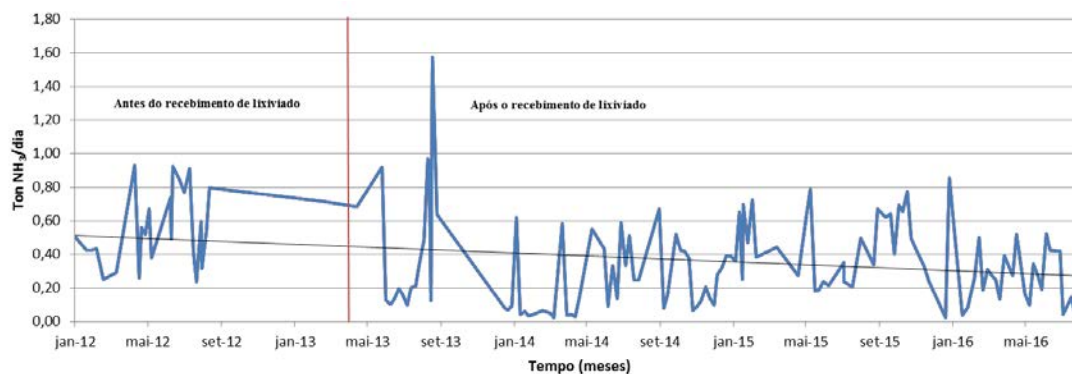
## RESULTADOS OBTIDOS

**Tabela 3: Características gerais do lixiviado**

PARÂMETROS	FAIXA
DQO	1000-5000 mg/L
DBO	400-3000 mg/L
Amônia	700-3000 mg/L
pH	7,00 – 8,30
Cloreto	2000-4000 mg/L
Relação DBO/DQO	0,4-0,7
Relação volumétrico de despejo	0,10-0,20%



**Figura 1: Carga de nitrogênio amoniacal afluyente ao longo do tempo**



**Figura 2: Carga de nitrogênio amoniacal no efluente ao longo do tempo**

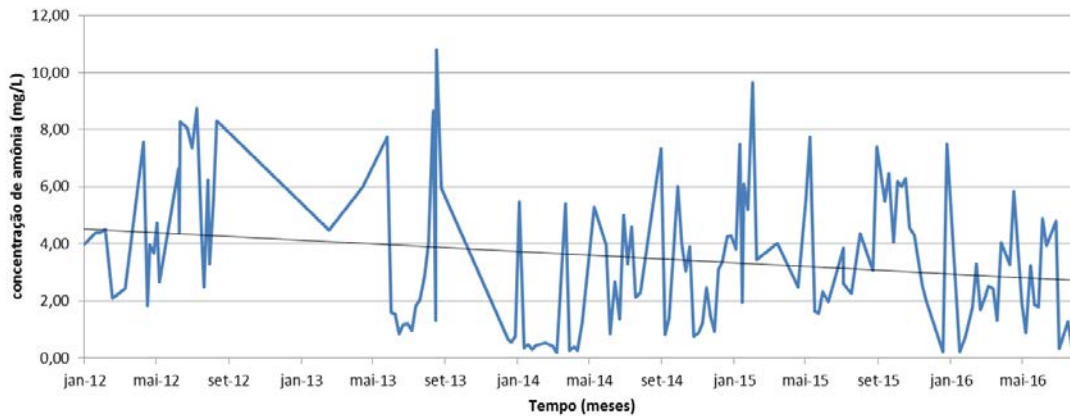


Figura 3: Concentração de amônia no efluente ao longo do tempo

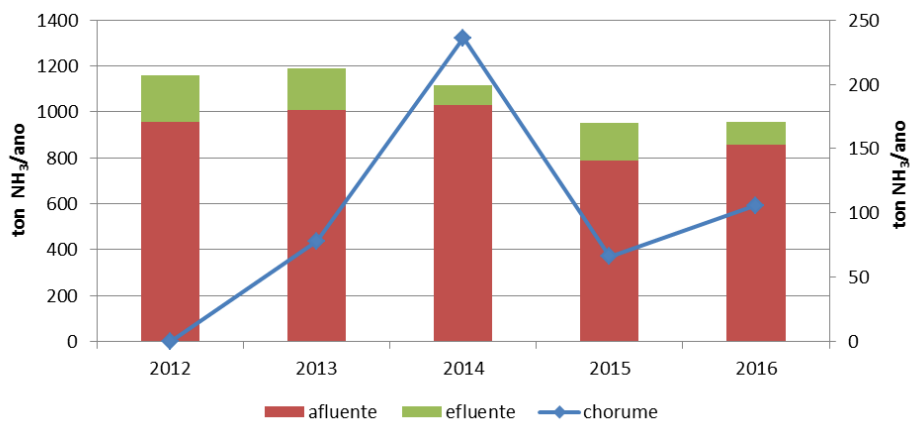


Figura 4: Comparação da carga de nitrogênio amoniacal

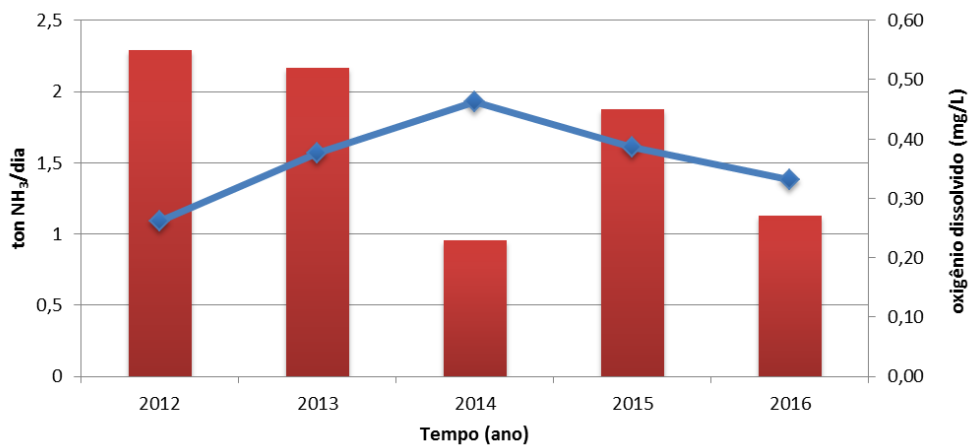
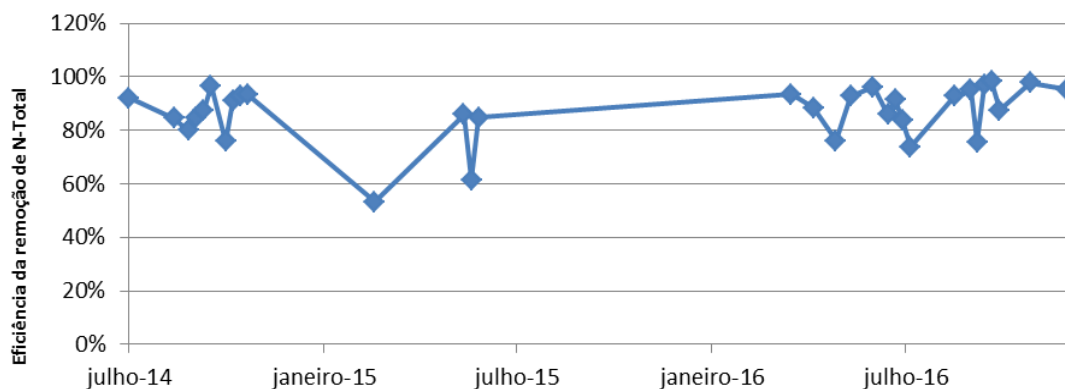


Figura 5: Comparação da carga de nitrogênio amoniacal no efluente com a média de oxigênio dissolvido nos tanques de aeração.



**Figura 6: Evolução da remoção de nitrogênio total.**

## ANÁLISE DOS RESULTADOS

A carga de amônia não sofreu alteração significativa após o recebimento de lixiviado, sendo que se percebe um ligeiro decréscimo ao longo dos anos, conforme a Figura 1. A carga de amônia no efluente diminuiu ao longo do tempo conforme se pode visualizado nas Figuras 2 e 3.

Constatou-se que a remoção de nitrogênio amoniacal permaneceu em torno de 80% em todos os anos avaliados, mesmo após o recebimento de elevada carga amônia através do lixiviado, que correspondeu a uma faixa e 8-24% da carga total de amônia afluenta a ETE.

Uma explicação para a elevada taxa de remoção de nitrogênio amoniacal, uma vez que a carga afluenta permaneceu próxima de 2,5 ton/dia está na Figura 5. A principal forma de remoção de amônia num processo de lodos ativados é através da nitrificação, que é afetada diretamente pela disponibilidade de oxigênio dissolvido nos tanques de aeração. A partir do recebimento de lixiviado, constatou-se através do estudo de viabilidade a necessidade do aumento da concentração de oxigênio dissolvido como forma de melhorar a performance do processo de nitrificação. Na Figura 5 percebe-se uma relação entre a disponibilidade de oxigênio dissolvido e a diminuição da carga de nitrogênio amoniacal no efluente, possibilitando assim um aumento da taxa de remoção no nitrogênio amoniacal.

Os resultados de remoção de nitrogênio total (Figura 6) demonstram que o processo obteve altas taxas de remoção da carga nitrogenada. Uma das hipóteses que podem justificar o elevado valor de remoção está na ocorrência de processos de desnitrificação no tanque de aeração da ETE Alegria. Apesar do tanque de aeração da ETE Alegria não ter sido projetado para o desenvolvimento de processos de desnitrificação, a existência de uma câmara anóxica na entrada dos tanques, e o retorno de parte do efluente nitrificado, podem indicar um favorecimento significativo para a desnitrificação. Ribeiro e colaboradores (2013) encontraram valores semelhantes de remoção de nitrogênio total na avaliação da emissão de óxido nitroso nos tanques de aeração da ETE Alegria, e também levantaram a hipótese da ocorrência de processos de desnitrificação, comparando estas taxas a estações projetadas para remoção biológica de nitrogênio.

## CONCLUSÃO

A remoção de nitrogênio amoniacal está diretamente relacionada aos processos de nitrificação que ocorrem no tanque de aeração, e por isso deve-se considerar a disponibilidade de oxigênio dissolvido.

As altas taxas de remoção de nitrogênio total podem ter relação com processos de desnitrificação ocorrendo no tanque de aeração.

As características do chorume, particularmente a sua biodegradabilidade, devem ser consideradas num estudo de viabilidade, assim como é recomendado seguir uma relação volumétrica de despejo que seja menor que 1%.

Os resultados expostos permitem concluir pela viabilidade do tratamento combinado de lixiviado de aterros sanitários e esgotos domésticos, como uma forma mais acessível no manejo destes resíduos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRENNAN, R.B; CLIFORD, E; DEVROEDT, C; MORRINSON, L; HEALYA, M.G. Treatment of landfill leachate in municipal wastewater treatment plants and impacts on effluent ammonium concentrations. *Journal of Environmental Management*, v.188, n.1, p.64-72, 2016.
2. HAMADA, J; SILVA, C.L; GIACHETI, H.L. Análise crítica de sistemas para tratamento de chorume de aterros para resíduos sólidos urbanos. *Anais do Congresso Brasileiro de Ciência em Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável*, 2004.
3. MAIA, S.I; BARRIOS, J.J; CASTILHOS JUNIOR, A.B. Avaliação do tratamento biológico de lixiviado de aterro sanitário em escala real na Região Sul do Brasil. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, v.20, n.4, p. 665-675, 2015.
4. MANNARINO, C.F; FERREIRA, J.A; MOREIRA, J.C; Tratamento combinado de lixiviado de aterros de resíduos sólidos urbanos e esgoto doméstico como alternativa para a solução de um grave problema ambiental e de saúde pública – revisão bibliográfica. *Cadernos de Saúde Coletiva*, v.19, n.1, p.9-11, 2011.
5. MCBEAN, E.A.ROVERS, F.A; FARQUHAR, G.J. *Solid Waste Landfill Engineering and Design*. New Jersey: Prentice Hall, 1995.
6. MORAIS, J.L; SIRTORI, C; PERALTA-ZAMORA, P.G. Tratamento de chorume de aterro sanitário por fotocatalise heterogênea integrada a processo biológico convencional. *Revista Química Nova*, v.29, n. 1, p.20-23, 2006.
7. RENO, S; GIVAUDAN, J.G; POULAIN, S; DIRASSOUYAN, F; MOULIN, P. Landfill leachate treatment: Review and opportunity. *Journal of Hazardous Materials*, v. 150, n.1, p.468-493, 2008.
8. RIBEIRO, R.P; BROTTTO, A.C; KLIGERMAN, D.C. Emissões de óxido nitroso do tanque de aeração de uma estação de tratamento de esgotos com sistemas de lodos ativados convencionais. *Revista Química Nova*, v.36, n.7, p.998-1003, 2013.
9. YUAN, Q; JIA, H; POVEDA, M. Study on the effect of landfill leachate on nutrient removal from municipal wastewater. *Journal Environmental Science*, v.43, n.1, p.153-158, 2016.