

## AVALIAÇÃO DA TRATABILIDADE BIOLÓGICA DE LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO

**Mylena Demeneghi Scherer<sup>(1)</sup>**

Engenheira Química – Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)

**Aline Silveira Barreto<sup>(2)</sup>**

Engenheira Química e Mestre em Tecnologia dos Materiais e Processos Industriais – Universidade FEEVALE

**Caroline Theves Carabajal<sup>(3)</sup>**

Engenheira Mecânica – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul Riograndense (IFSUL)

**Lais Fernandes de Moraes<sup>(4)</sup>**

Bióloga e Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

**Luciana Paulo Gomes<sup>(5)</sup>**

Professora Doutora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Avenida João Alberto, 1019 - Vicentina - São Leopoldo - RS - CEP 93025-490 - Brasil. Tel: +55 (51) 3579-6167 - Fax: +55 (51) 3579-6000 - e-mail: [mylena.scherer@semae.rs.gov.br](mailto:mylena.scherer@semae.rs.gov.br).

### RESUMO

O presente trabalho avaliou o grau de tratabilidade biológica do lixiviado gerado em um aterro sanitário do Rio Grande do Sul. Para o estudo foram utilizados dados analíticos referentes ao lixiviado, que caracterizam o efluente frente a alguns parâmetros como DBO<sub>5</sub>, DQO, P, NTK e pH. A avaliação foi realizada analisando as relações DQO:N:P, DBO<sub>5</sub>:N:P, DQO:DBO<sub>5</sub> e comparando com os valores típicos, encontrados na literatura, para efluentes domésticos, ou seja, para efluentes biologicamente tratáveis. A partir dos resultados obtidos, é possível observar a baixa biodegradabilidade do lixiviado, em todas as relações analisadas. A condição de baixa biodegradabilidade está vinculada as altas concentrações de DQO, que, provavelmente, encontra-se em sua maior parte composta por material inerte, e de NTK, indicando, nesse caso, tratamento físico-químico, *air-stripping* ou processo oxidativo avançado prévio.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lixiviado, Aterro Sanitário, Efluente Doméstico.

### INTRODUÇÃO

No ano de 2019, 64 milhões de toneladas de resíduos foram dispostos em solo brasileiro. Destes, 48,1 milhões de toneladas foram dispostos em aterros sanitários, o que corresponde a 75,1% do total [1].

A ABNT (NBR 8419:1992) define aterro sanitário como “uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário”[2].

Como a própria definição apresenta, os impactos ambientais são minimizados nos aterros bem operados, mas não extintos. Dentre estes impactos pode-se citar o gás do aterro (biogás e compostos voláteis) e o lixiviado, ambos gerados na decomposição dos resíduos [3].

O processo de decomposição da matéria orgânica produz o lixiviado que apresenta alto potencial poluidor, apresentando variações na composição química e na quantidade produzida [4]. A composição físico-química do lixiviado é variável e depende principalmente do tipo de resíduo do qual ele é proveniente e do estado de decomposição destes resíduos, além da idade do aterro e do regime pluviométrico [3].

O lixiviado, mais popularmente conhecido como chorume, é um líquido turvo, de odor forte, originado a partir dos processos naturais de decomposição da fração orgânica dos resíduos sólidos juntamente à infiltração de águas pluviais que solubilizam componentes orgânicos e inorgânicos presentes nos resíduos. Esse efluente pode causar grandes danos ao meio ambiente, quando não tratado de forma apropriada. Entre as diferentes técnicas existem o tratamento biológico que é realizado em lagoas anaeróbias, aeróbias e de estabilização, o

tratamento por oxidação que é a queima e a evaporação do chorume, e por fim o tratamento químico onde ocorre adição de substâncias químicas ao chorume [3][5].

Os lixiviados drenados nos aterros sanitários não podem ser lançados diretamente em corpos hídricos receptores em função do seu potencial poluidor, como elevada carga orgânica e altas concentrações de nitrogênio amoniacal [3]. Sendo assim, requerem tratamentos. Uma alternativa economicamente viável que vem sendo estudada e implantada em municípios brasileiros é a de se realizar o tratamento combinado do lixiviado de aterros sanitários com os esgotos domésticos nas estações de tratamento de esgotos (ETE) já existentes. Para tal, é imprescindível ter conhecimento sobre a tratabilidade do lixiviado, a fim de determinar o melhor sistema de tratamento biológico, se anaeróbio ou aeróbio, e a necessidade de pré ou pós-tratamento físico-químico ou oxidação avançada.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a tratabilidade biológica do lixiviado gerado em um aterro sanitário do Rio Grande do Sul para possível destinação a uma ETE para tratamento juntamente ao efluente doméstico.

## METODOLOGIA

Para caracterização do lixiviado, foram obtidos laudos analíticos diretamente com a companhia administradora do aterro sanitário. Os dados foram tabelados e comparados a dados típicos de efluente bruto doméstico, estes obtidos por meio de levantamento bibliográfico.

Por meio dos valores médios de DBO<sub>5</sub>, DQO, NTK e P foram calculadas as relações DQO:N:P, DBO<sub>5</sub>:N:P e DQO:DBO<sub>5</sub>, conforme Equações 1, 2 e 3.

$$[\text{DQO}]:[\text{N}]:[\text{P}] \quad \text{Equação 1}$$

$$[\text{DBO}_5]:[\text{N}]:[\text{P}] \quad \text{Equação 2}$$

$$[\text{DQO}] / [\text{DBO}_5] \quad \text{Equação 3}$$

Os resultados obtidos foram comparados a valores típicos, para efluente bruto doméstico, encontrados na literatura.

## RESULTADOS OBTIDOS

O Quadro 1 apresenta a caracterização do lixiviado gerado no aterro sanitário em estudo, comparando-o a resultados típicos de efluente bruto doméstico.

**Quadro 1: Caracterização físico-química do lixiviado comparados a resultados característicos de esgoto bruto doméstico.**

Parâmetro	Lixiviado	Esgoto fraco	Esgoto médio	Esgoto forte
DBO <sub>5</sub> (mg O <sub>2</sub> /L)	141,10	100	200	400
DQO (mg O <sub>2</sub> /L)	3679,80	200	400	800
Fósforo (mg P/L)	11,58	5	10	20
Nitrogênio Total Kjeldahl (mg N/L)	269,00	20	40	85
pH	7,90	-	-	-

Fonte: Jordão et al. (2017)

A seguir, são apresentadas a aplicação das Equações 1, 2 e 3 e seus respectivos resultados.

$$\text{DQO:N:P}$$

$$N: \frac{(350 * 269)}{3679,8} = 25,6 \quad P: \frac{(350 * 11,6)}{3679,8} = 1,10$$

**DBO<sub>5</sub> : N : P**

$$N: \frac{(100 * 269)}{141,1} = 190,6 \quad P: \frac{(100 * 11,6)}{141,1} = 8,21$$

$$\frac{[DQO]}{[DBO_5]}$$

$$\frac{3679,80}{141,10} = 26,08$$

No Quadro 2, os resultados das relações obtidos, são comparados a valores típicos para efluente bruto doméstico.

**Quadro 2: Relações de Tratabilidade do Lixiviado x Esgoto Doméstico Bruto.**

Relação	Lixiviado	Efluente Doméstico Bruto
DQO:N:P	350:26:1,1	350:7:1
DBO:N:P	100:191:8,2	100:5:1
DQO:DBO	26,08	1,7 a 2,4

## ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Assim como o esgoto doméstico, o lixiviado de aterro sanitário é caracterizado a partir de parâmetros físico-químicos, sendo os principais o potencial hidrogeniônico (pH), a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), a demanda química de oxigênio (DQO), o nitrogênio total Kjeldahl (NTK), o fósforo total (P), cloretos, série de sólidos, alcalinidade e metais pesados. Neste trabalho foram avaliados os parâmetros DBO<sub>5</sub>, DQO, NTK e P a fim de verificar a tratabilidade biológica do lixiviado *in natura* em estações de tratamento de esgotos domésticos convencionais, que utilizam processos de tratamento biológicos, tanto anaeróbios quanto aeróbios.

A DBO e a DQO retratam, indiretamente, o teor de matéria orgânica nos efluentes, sendo, desta forma, uma indicação do potencial de consumo de oxigênio dissolvido do meio líquido pelos microrganismos decompositores. Juntos, através da relação DQO:DBO<sub>5</sub> estes parâmetros fornecem um indicativo do tratamento mais indicado para o efluente em questão. Von Sperling (2018) apresenta esta relação em três níveis: baixa, intermediária e elevada. Na relação DQO:DBO<sub>5</sub> baixa (<2,5) a fração biodegradável é elevada e o tratamento biológico é indicado. Na relação DQO:DBO<sub>5</sub> intermediária (entre 2,5 e 4,0) a fração biodegradável não é elevada e estudos de tratabilidade devem ser realizados com o intuito de verificar a viabilidade do tratamento biológico. Já na relação DQO:DBO<sub>5</sub> elevada (>4,0) a fração não biodegradável é alta e o tratamento físico-químico é o mais indicado [8]. Como apresentado no Quadro 2, a relação DQO:DBO<sub>5</sub> para esgotos domésticos brutos varia de 1,7 a 2,4. O lixiviado avaliado no presente estudo possui uma relação DQO:DBO<sub>5</sub> elevada, de 26,08, 6,5 vezes superior ao limite considerado viável para tratamento biológico encontrado na literatura (4,0). Este valor elevado indica que grande parte da matéria orgânica presente no lixiviado é recalcitrante.

Renou et al. (2008) trazem como um critério útil na seleção do processo de tratamento mais indicado a relação entre a idade do aterro do qual o lixiviado é proveniente e a composição da matéria orgânica deste lixiviado. Eles consideram como recente, aterros até 5 anos de operação, intermediário de 5 a 10 anos e velhos acima de 10 anos [9].

Abaixo encontram-se os valores médios para aterros norte-americanos estudados por Farquhar (1989).

Quadro 3 – Idade do aterro sanitário x composição do lixiviado

Parâmetro	0 a 5 anos	5 a 10 anos	10 a 15 anos	>20 anos
DBO (mg/L)	10.000-25.000	1.000-4.000	50-1.000	<50
DQO (mg/L)	15.000-40.000	10.000-20.000	1.000-5.000	<1.000
NTK (mg/L)	1.000-3.000	400-600	75-300	<50
P (mg/L)	100-300	10-100	-	<10
pH	3-6	6-7	7-7,5	7,5

Fonte: Farquhar (1989) *apud* GOMES (2009)

Analisando-se os valores, o lixiviado do presente estudo tem composição típica de aterros velhos, de 10 a 15 anos. Tal fato corrobora com a baixa biodegradabilidade indicada pela relação DQO:DBO<sub>5</sub>, uma vez que a biodegradabilidade tende a diminuir com o aumento da idade dos aterros. Métodos físico-químicos têm sido sugeridos para tratamento de lixiviados antigos e diluídos com baixa biodegradabilidade.

Além da relação DQO:DBO<sub>5</sub> para análise da viabilidade do tratamento biológico, deve-se avaliar a relação carbono-nutrientes, mais precisamente carbono, nitrogênio e fósforo. O nitrogênio e o fósforo são elementos indispensáveis para o crescimento dos microrganismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica, porém, em altas concentrações podem se tornar tóxicos. Desta forma, é necessário um balanço adequado de C:N:P para efetivo desenvolvimento do tratamento biológico. Em termos de DBO, a relação DBO:N:P deve ser de 100:5:1 e de DQO, a relação DQO:N:P deve ser de 350:5:1 (a quantidade de fósforo necessária é de aproximadamente 1/5 a 1/7 da de nitrogênio, portanto aceita-se 350:7:1) [8]. Para o lixiviado em estudo tem-se a relação DQO:N:P de 350:26:1,1 e a DBO:N:P de 100:191:8,2. Percebe-se mais expressivamente um excesso de nitrogênio no lixiviado, que pode inibir a degradação da matéria orgânica, visto que o processo de conversão de nitrogênio implica o consumo de oxigênio dissolvido do meio. Portanto, para que haja eficiência no tratamento se faz necessário um pré-tratamento do lixiviado para redução da carga nitrogenada, ou ainda combinar os processos biológicos convencionais com físico-químicos ou oxidativos avançados.

## CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

Mesmo apresentando baixa biodegradabilidade e não sendo recomendado o tratamento deste lixiviado por processos biológicos, faz-se necessário estudar a adição de uma etapa de pré-tratamento visando a redução dos compostos que apresentam elevadas concentrações, como o nitrogênio, para viabilizar o co-tratamento nas estações de tratamento de esgotos convencionais, por via biológica.

São recomendados estudos de bancada, utilizando o lixiviado com coagulantes químicos (cloretos e sulfatos) e naturais (a base de tanino), com oxidantes fortes e em processos de *air-stripping*. E, a partir da análise do efluente gerado, proceder com nova avaliação das relações DQO:DBO<sub>5</sub>, DQO:N:P e DBO<sub>5</sub>:N:P.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. SNIS – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. Manejo dos Resíduos Sólidos Urbanos – 2019. Disponível em: <<http://snis.gov.br/painel-informacoes-saneamento-brasil/web/painel-residuos-solidos>>. Acesso em 20/05/2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR8419 – Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos, 1992.
- GOMES, L.P. Resíduos Sólidos: Estudos de Caracterização e Tratabilidade de Lixiviados de Aterros Sanitários para as Condições Brasileiras. Programa de Pesquisa em Saneamento Básico (PROSAB). São Leopoldo, 2009.
- SÁ, L.F.; JUCÁ, J.F.T.; SOBRINHO, M.A.M. Tratamento do lixiviado de aterro sanitário usando destilador solar. Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Recife – PE. Universidade Federal de Pernambuco, 2012.

5. TURETTA, L. Estudo da tratabilidade de efluente de reator anaeróbio e lixiviado de aterro sanitário utilizando o processo de lodos ativados. São Carlos/SP, 2011. Dissertação de mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento - Universidade de São Paulo, 2011.
6. MARTILDES, J.A.L.; FLORÊNCIO, P.R.C.; SILVA, A.F.; PAIVA, W.; SANTOS, L.L.MENEZES, S.D.S; BARRETO, C.A.A. Avaliação do método de tratamento de lixiviado do Aterro Sanitário de Campina Grande-PB, Brasil. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 4, p. 20365-20375, Abr. 2020.
7. JORDÃO, E.P.J.; PESSÔA, C.A. Tratamento de Esgotos Domésticos. 8 ed. Editora ABES. Rio de Janeiro – RJ.
8. VON SPERLING, M. Introdução à qualidade e ao tratamento de esgotos. 4ed. Editora UFMG. Belo Horizonte, 2018.
9. RENO, S. et al. Landfill leachate treatment: Review and opportunity. Journal of Hazardous Materials. v.150, n.3, p.468-493, 2008.