

III - 1191 - TRATAMENTO DE LIXIVIADO EM ATERROS SANITÁRIOS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Raquel Sélós⁽¹⁾

Engenheira Civil Sanitarista pela UERJ. Mestre em Engenharia Ambiental pelo DESMA/UERJ. Chefe do Serviço de Análises de Atividades de Saneamento (INEA).

Tatiana Freitas Valle⁽²⁾

Arquiteta e Urbanista, Mestre em Planejamento Ambiental e Doutora em Urbanismo pela UFRJ. Assessora da Diretoria de Licenciamento Ambiental (INEA). Professora convidada da Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca (ENSP) - FIOCRUZ.

Milena Oliveira Barbosa⁽³⁾

Engenheira Ambiental e Sanitarista. Engenheira de Segurança do Trabalho pela Poli/UFRJ. Analista Ambiental no Serviço de Análises de Atividades de Saneamento (INEA).

Roberta Lins Fagundes⁽⁴⁾

Engenheira Ambiental e Sanitarista. Engenheira de Segurança do Trabalho pela Poli/UFRJ. Analista Ambiental no Serviço de Análises de Atividades de Saneamento (INEA).

Clarissa Moschiar Fontelles⁽⁵⁾

Engenheira Ambiental pela Universidade Severino Sombra. Mestre em Engenharia de Materiais e Processos Químicos e Metalúrgicos pela PUC-Rio. Chefe do Serviço de Análise de Atividades de Infraestrutura e Desenvolvimento Urbano (INEA). Professora na Faculdade Gama e Souza.

Endereço⁽¹⁾: Av. Venezuela, 110, Saúde, Rio de Janeiro – RJ – CEP: 20081-312 – Brasil - Tel: +55 (21) 2334-5769 - e-mail: raquelselos.inea@gmail.com

RESUMO

O presente estudo visa retratar o cenário atual da destinação do lixiviado gerado em aterros sanitários no estado do Rio de Janeiro e as tecnologias aplicadas em seu tratamento. Para isso, foram levantados dados de processos de licenciamento ambiental avaliados pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA) e foi realizada uma pesquisa sobre a legislação vigente. Os dados quantitativos analisados demonstraram que 72,6% do volume total de lixiviado gerado no ERJ provém dos 3 (três) maiores aterros do estado. Quanto ao volume total gerado, observa-se que 60,9% é tratado na própria unidade, 24,3% é encaminhado para tratamento externo e 8,9% tratado de forma parcial internamente. Em relação aos sistemas de tratamento aplicados, 49,7% adotam osmose inversa precedida de pré-filtração, 29,5% utilizam sistemas com tratamento físico-químico, biológico (aeróbios e anaeróbios) sendo finalizados com filtração por membrana de nanofiltração e 20,9% são encaminhados para sistema composto por processos biológicos, membranas de ultrafiltração e de nanofiltração.

PALAVRAS-CHAVE: Aterro sanitário, Tratamento, Lixiviado.

INTRODUÇÃO

Após 11 anos da promulgação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) de 2010, pode-se considerar que a disposição final dos rejeitos em aterros sanitários é um desafio para o setor de saneamento do Brasil. Dados do SNIS (2021) mostram que, no Brasil, 14,6% do total de resíduos sólidos dispostos no solo ainda são enviados para lixões. No Estado do Rio de Janeiro (ERJ), dados do ICMS Ecológico (2021) revelam que dos 92 (noventa e dois) municípios, 83 (oitenta e três) enviam seus resíduos sólidos para aterros sanitários.

Dentre as técnicas de engenharia empregadas que visam a mitigação dos impactos ambientais de aterros sanitários, destaca-se a coleta e tratamento do lixiviado (chorume) gerado, efluente caracterizado pela alta toxicidade, podendo contaminar o solo e corpos hídricos comprometendo o ecossistema (BADERNA, CALONI e BENFENATI, 2019). Diante disso, foi publicada, a Lei estadual nº 9055/2020 que instituiu a obrigatoriedade de controle e tratamento de chorume nas atividades de destinação final de resíduos sólidos, aplicando-se tecnologias eficientes para alcance dos padrões de lançamento estabelecidos pela Resolução CONAMA Nº 430/2011. Cabe destacar que tais ações, no ERJ, já eram exigidas no âmbito do licenciamento ambiental de competência do órgão ambiental estadual, sendo requerida a adequação de sistemas de tratamento já em operação, e a implantação de unidades de tratamento ou a regularização do tratamento externo, no caso de unidades que ainda não dispunham de solução.

A elaboração do presente artigo foi motivada pela necessidade de visualizar o cenário atual do ERJ quanto ao tratamento aplicado ao lixiviado gerado em aterros sanitários, bem como quanto às tecnologias aplicadas.

OBJETIVO(S)

O objetivo geral do presente artigo é retratar o panorama quanto à gestão de lixiviado dos aterros sanitários no território do ERJ. Para isso, este estudo tem como objetivos específicos: levantar dados percentuais de geração e destinação de lixiviado; apresentar as tecnologias de tratamento empregadas nas unidades geradoras e identificar aspectos que possam contribuir com avanços da gestão estadual do lixiviado.

METODOLOGIA UTILIZADA

Foi realizada uma investigação exploratória, visando proporcionar maior familiaridade com o problema tornando-o mais explícito (Gil, 2008). Para tanto, foram efetuados levantamentos de dados de processos de licenciamento avaliados pelo órgão ambiental do ERJ, principalmente os constantes em relatórios de vistorias, memoriais descritivos e, também, pesquisa documental na legislação vigente.

Foram considerados na pesquisa especificamente os aterros sanitários em operação localizados nos seguintes municípios do ERJ: Angra dos Reis; Barra Mansa; Campos; Itaboraí; Macaé (02 empreendimentos); Nova Friburgo; Nova Iguaçu; Paracambi; Quissamã; Santa Maria Madalena; São Gonçalo; São Pedro da Aldeia; Sapucaia; Seropédica; Três Rios; Vassouras. Vale destacar que não foi contemplado o aterro sanitário do município de Macuco, visto que o mesmo não apresenta geração significativa de lixiviado. Os dados utilizados referem-se ao ano de 2022.

Para a análise, tendo em vista que a maior parte dos empreendimentos utiliza mais de um direcionamento para a destinação do lixiviado, foram adotados os seguintes critérios para classificação: “tratamento interno” para os casos em que o volume gerado é direcionado para unidade interna de tratamento de lixiviado; “tratamento interno parcial”, quando é realizado o tratamento em unidade interna, sem alcançar os padrões legais para lançamento, resultando na recirculação do efluente resultante nos maciços; “tratamento interno e externo”, quando parte do efluente é encaminhado para tratamento em unidade interna e o volume excedente é encaminhado para unidade externa; “tratamento externo”, quando o efluente gerado é integralmente encaminhado para tratamento em unidades externas; “outros” para as opções de tratamento que ainda estão em fase de validação e adequação junto ao órgão ambiental. Cabe destacar que o presente artigo não considera antigos estoques de lixiviado acumulados em alguns dos aterros sanitários e sim a geração média mensal de lixiviado no ano de 2022.

RESULTADOS OBTIDOS OU ESPERADOS

Os resultados apresentados abordam a distribuição percentual da geração de lixiviado por porte de aterro sanitário, a capacidade de tratamento interno e as tecnologias adotadas no tratamento.

Tabela 1. Geração de Lixiviado x Classificação dos Aterros Sanitários.

PORTE	UNIDADES	GERAÇÃO PERCENTUAL EM RELAÇÃO AO TOTAL GERADO NO ERJ
Grande ou Excepcional	03	72,6%
Médio	11	26,6%
Pequeno	03	0,8%

A análise quantitativa inicial (Tabela 1) demonstrou que 72,6% do volume total de lixiviado gerado no ERJ provém dos 03 (três) maiores aterros do estado. Estes são enquadrados como de porte grande ou excepcional de acordo com o Decreto Estadual n.º 46.890/2019, e recebem um quantitativo de resíduo sólido acima de 1.000 t/d. A parcela de 26,6% é oriunda dos aterros enquadrados como de médio porte. Os de pequeno porte são responsáveis pela fração de 0,8 %.

Quanto à autonomia para tratamento do efluente (Figura 1), os dados evidenciam que 29,4% dos aterros sanitários estão dotados de sistemas para tratamento interno, 23,5% realizam tratamento interno parcial e 23,5% encaminham o efluente integralmente para tratamento externo. A parcela de 5,9% é referente a um dos empreendimentos que, apesar de ser dotado de unidade interna de tratamento, encaminha parte do efluente gerado para tratamento externo, de forma complementar.

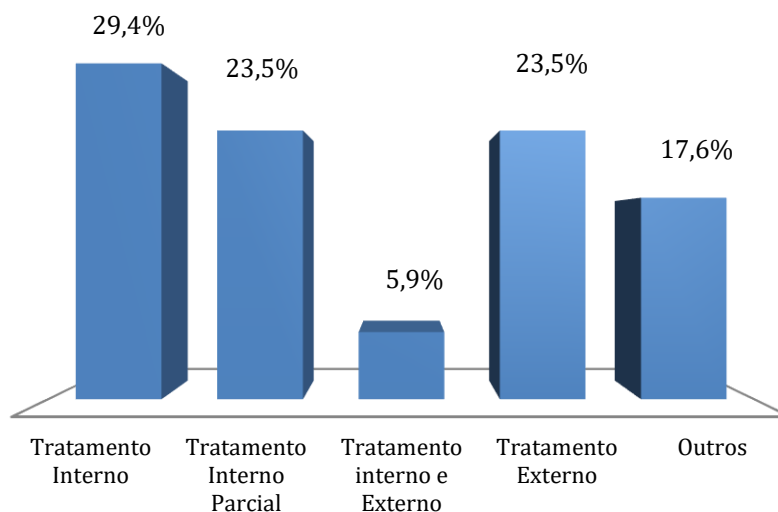


Figura 1. Autonomia para Tratamento do Lixiviado nos Aterros Sanitários do ERJ.

Sob outra perspectiva, considerando a geração média de lixiviado no ERJ, 60,9% do efluente é tratado na própria unidade geradora e 24,3% é encaminhado para tratamento em unidades externas (Figura 2). A parcela de 8,9% é tratada internamente, no entanto, o efluente final é reinjetado no maciço por não atender integralmente aos padrões legais de lançamento.

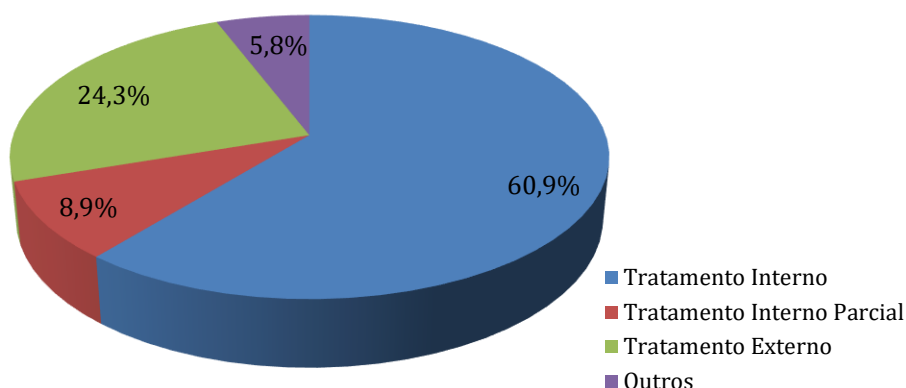


Figura 2. Destino do Lixiviado dos Aterros Sanitários do ERJ.

Os tratamentos aplicados nos aterros sanitários do ERJ foram classificados em 3 grupos. Considerando os volumes encaminhados para unidades internas com eficiência comprovada, obteve-se a seguinte distribuição quanto aos tratamentos aplicados: 49,7% são submetidos a filtração por osmose inversa precedida de pré-filtração e 29,5% são encaminhados para tratamento que inclui etapa físico-química, biológica e filtração por membrana de nanofiltração. A parcela de 20,9% é relativa à fração encaminhada para tratamento composto por processo biológico, membranas de ultrafiltração e de nanofiltração (Figura 3).

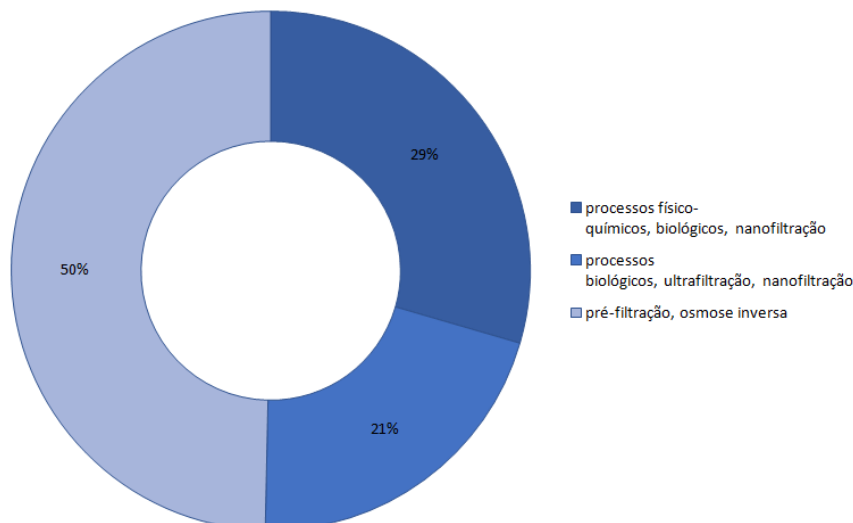


Figura 3. Panorama das rotas tecnológicas para tratamento de lixiviado de aterros sanitários aplicadas no ERJ.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A análise dos dados obtidos para a amostra analisada revela que apenas 29,4% das unidades geradoras estão dotadas de tecnologia para tratamento integral interno, no entanto, em termos de volume, a parcela tratada internamente é de quase 70%. Cabe destacar que, embora essas unidades sejam capazes de tratar os volumes gerados, parte destas opta também por realizar o envio para tratamento externo, com vistas à redução dos volumes armazenados em lagoas de acumulação. Tal passivo é observado nas unidades que iniciaram suas operações sem uma solução definitiva para o lixiviado. Outro ponto de relevância está no alto investimento necessário para

implantação e operação de sistemas que atendam aos padrões legais de lançamento, fazendo com que aterros de menor porte recorram às unidades externas.

Tal prática é assegurada pelo artigo 17 da Lei nº 9055/2020, desde que a instalação *off site* atenda aos padrões de lançamento e esteja devidamente licenciada pelo órgão ambiental estadual para esse fim.

O sistema de tratamento mais comumente aplicado ao lixiviado de aterro sanitário no Brasil é composto pelo processo biológico, por ser considerado simples e econômico e, por isso, em muitos casos é a única técnica utilizada em pequenos municípios (Costa, Alfaia e Campos, 2019). Não obstante, nos aterros do ERJ o cenário caracteriza-se pela utilização de filtração por membrana em alguma etapa do tratamento interno. A totalidade dos aterros sanitários de porte grande ou excepcional (acima de 1000 t/d) estão dotados de tecnologias que inclui a filtração por membrana. Do volume gerado por essas unidades, uma parcela expressiva é submetida exclusivamente à filtração por membrana de osmose inversa, após pré-filtragem, obtendo-se como rejeito o efluente concentrado, que usualmente é reinjetado no maciço de resíduos. Apesar do enquadramento nos termos da Lei nº 9.055/2020 que permite a reinjeção de uma parcela do rejeito do tratamento do lixiviado no próprio aterro, esta ação pode ser inviável na ocorrência de precipitações sequenciais ou intensas, recorrentes no ERJ, principalmente no verão.

A partir dos resultados obtidos, pode-se observar que no ERJ ocorreram avanços no tratamento de lixiviado com a aplicação de novas tecnologias. Por outro lado, a capacidade interna de tratamento das unidades existentes é insuficiente para atender a vazão gerada no estado, além de parte dos sistemas não serem suficientes para atendimento aos padrões legais de lançamento.

CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

Diante do que foi ressaltado, observa-se que somente três aterros sanitários são responsáveis por mais da metade do volume total de lixiviado gerado no ERJ, configurando as unidades que devem ter maior atenção do órgão ambiental, principalmente quanto à redução de geração de lixiviado, capacidade e eficiência do sistema de tratamento e integridade dos sistemas de impermeabilização do solo.

A opção por filtragem exclusiva por osmose merece ser analisada em trabalhos futuros, considerando que as membranas não atuam na degradação e sim na separação de poluentes. O efluente concentrado nestes casos, é usualmente reinjetado no maciço visando dar destino e submetê-lo novamente à ação dos microrganismos. Portanto, apesar desta tecnologia reduzir o volume de lixiviado e gerar efluente com potencial de reúso, é necessário pesquisar se a aplicação exclusiva desta metodologia irá manter-se viável ao longo dos anos, já que ainda são incipientes os dados sobre as alterações que a reinjeção do rejeito poderá causar no lixiviado e quanto à sustentabilidade do uso desta tecnologia de forma única, considerando a ocorrência de altas precipitações no estado.

Quanto ao envio do lixiviado para tratamento externo, apesar de não haver proibição legal, é indispensável que a decisão quanto à adoção desta solução como definitiva seja em conjunto com o órgão ambiental, considerando a vazão de geração, os riscos ambientais associados ao transporte e a disponibilidade de absorção por unidades licenciadas para tratamento.

Dentre os desafios encontrados neste estudo está a limitação de dados precisos quanto à geração de lixiviado devido às variações de vazões ocorridas em função das condições climáticas, sazonalidade, tipologia dos resíduos dispostos e imprecisão da metodologia de medição de vazão em algumas unidades. Desta forma, os gestores de aterros devem investir em controles operacionais específicos para a gestão de lixiviado.

Em face do exposto, é fundamental que haja uma ampliação da capacidade de tratamento no estado por meio da implantação de novas unidades e investimento em tecnologia para melhoria de sistemas existentes, devendo o tratamento de lixiviado de aterros sanitários ser considerado prioritário nos estudos de viabilidade financeira de novos empreendimentos, nos planos de investimento das unidades em operação, na formulação de políticas de saneamento e no controle de órgãos ambientais para a preservação dos ecossistemas. É importante ressaltar que

a pesquisa e o desenvolvimento contínuo de novas tecnologias são essenciais para manter o progresso no tratamento de lixo e enfrentar os desafios futuros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BADERNA, D.; CALONI, F.; BENFENATI, E. *Investigating landfill leachate toxicity in vitro: A review of cell models and endpoints*. *Environment International*. V. 122, Jan. 2019, Pages 21-30. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412018320312?via%3Dihub>
2. BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.
3. COSTA, A. M.; ALFAIA, R. G. S. M. ; CAMPOS, J. C. Landfill leachate treatment in Brazil – An overview. *Journal of Environmental Management*. Vol. 232, p.110 - 116. Fevereiro, 2019.
4. ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Decreto nº 46.890, de 23 de dezembro de 2019. Sistema Estadual de licenciamento e demais procedimentos de controle ambiental - SELCA.
5. GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. São Paulo: Editora Atlas, 2008.
6. GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Lei nº 9.055, de 08 de outubro de 2020. Institui a obrigatoriedade do controle e tratamento do chorume nos sistemas de destinação final de resíduos sólidos, vazadouros, aterros controlados e aterros sanitários, bem como a remediação de vazadouros no Estado do Rio de Janeiro e dá outras providências. Rio de Janeiro, 2020.
7. ICMS ECOLÓGICO. Memória de cálculo. Disponível em <http://www.inea.rj.gov.br/icms-ecologico-secretaria-do-ambiente-e-inea-divulgam-resultado/> Acesso em 30 de nov. de 2022.
8. SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO - 2021. Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília, 2021.