

Potencial poluidor da disposição final de resíduos sólidos nas águas da bacia hidrográfica da Baía de Guanabara – RJ

Polluting potential of solid waste final disposal in the waters of the hydrographic region of the Guanabara Bay basin – RJ

Ana Ghislane Henriques Pereira van Elk¹ , Patrick Moraes Souza D'Oliveira¹ ,
Gandhi Giordano¹ , Rosane Cristina de Andrade^{1*} 

RESUMO

A região hidrográfica da Bacia da Baía de Guanabara integra 17 municípios do estado do Rio de Janeiro, entre os quais estão os maiores geradores de resíduos sólidos: São Gonçalo, Belford Roxo, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro e Duque de Caxias. O lixiviado, efluente altamente tóxico, quando descartado de maneira inadequada, pode provocar diversos impactos negativos nos corpos hídricos. Este trabalho apresenta, por meio de uma abordagem qualitativa e quantitativa, as áreas de destinação final de resíduos sólidos e os principais corpos hídricos vulneráveis e potencialmente receptores de lixiviado da região hidrográfica da Bacia da Baía de Guanabara. Realizou-se uma pesquisa em documentação legal das centrais de tratamento de resíduos, aterros controlados e vazadouros, relatórios das visitas técnicas do Grupo de trabalho Chorume, informações do ICMS Ecológico 2019-2020 – ano de referência 2018 – e demais documentos institucionais pertinentes ao objeto da pesquisa. Observou-se que, impulsionados pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, pelo Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços Ecológico e por programas do Governo do Estado, como o Pacto pelo Saneamento (Rio + Limpo e Lixão Zero), os municípios da região hidrográfica da Bacia da Baía de Guanabara, em sua maioria, encerraram seus lixões nos últimos 10 anos. Não obstante, grande parte dos aterros sanitários construídos não dispõe de estações de tratamento de lixiviado que atendam à vazão gerada e os aterros controlados e lixões, ativos e desativados, seguem produzindo lixiviado e descartando nos corpos hídricos da Baía de Guanabara.

Palavras-chave: aterro sanitário; lixiviado; região hidrográfica; RH V; vazadouro; Baía de Guanabara.

ABSTRACT

The hydrographic region of the Guanabara Bay basin includes 17 municipalities in the state of Rio de Janeiro and among them are the largest solid waste generators in the state: São Gonçalo, Belford Roxo, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro, and Duque de Caxias. Leachate, a highly toxic effluent, can cause several negative impacts on water bodies when improperly disposed of. This study, through a qualitative and quantitative approach, maps the areas used for the final disposal of solid waste within the hydrographic region of the Guanabara Bay basin and vulnerable water bodies which are potential receivers of leachate. Research was carried out analyzing legal documentation for sanitary and controlled landfills and dumps, reports of technical visits of the Leachate Work Group, data from the 2018 Ecological Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (reduced state tax incentives) and other institutional documents related to the research object. It was observed that most of the municipalities in the hydrographic region of the Guanabara Bay basin closed their landfills within the last 10 years, driven by the National Solid Waste Policy, Ecological Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços and state government programs, such as the Pact for Sanitation (Rio + Clean and Zero Dump). Nevertheless, most of these closed sites do not have leachate treatment stations that meet the flow rate and thus continue producing leachate and discarding it into the water bodies of Guanabara Bay.

Keywords: landfill; leachate; hydrographic region; RH V; dump; Guanabara Bay.

¹Universidade do Estado do Rio de Janeiro – Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

*Autor correspondente: rosane.andrade@eng.uerj.br; rosane.andrade@uerj.br

Conflitos de interesse: os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Financiamento: nenhum.

Recebido: 03/09/2020 - Aceito: 01/04/2021 - Reg. ABES: 20200319

INTRODUÇÃO

O rápido aumento da geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) e a ausência de políticas públicas efetivas que permitam conciliar a produção de bens, a conservação e o uso racional dos recursos naturais criaram um problema ambiental que envolve o manejo e a disposição final dos resíduos sólidos. Segundo o Panorama dos Resíduos Sólidos, apresentado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2020), em 2019, foram geradas 79 milhões de toneladas por ano de resíduos sólidos em todo o Brasil. Desse montante, 40,5% foi descartado em locais inadequados, como lixões e aterros controlados, que não contam com um conjunto de sistemas e medidas necessárias para proteger a saúde da população e o meio ambiente contra danos e degradações.

O estado do Rio de Janeiro segue a mesma tendência de aumento da geração de resíduos sólidos: foram aproximadamente 8 milhões de toneladas em 2019 (ABRELPE, 2020), sendo a região metropolitana responsável por 83% dessa geração, com uma média de 1,19 kg.hab.dia (PERS, 2013). Antes da promulgação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), esses resíduos eram destinados, em sua vasta maioria, a lixões. Nesse mesmo ano, de acordo com o Sistema Nacional de Informação de Saneamento (SNIS, 2020), no estado do Rio de Janeiro, 94% dos resíduos foram direcionados a aterros sanitários (16 aterros), 4,2%, a aterros controlados (7 aterros) e 1,8%, a lixões.

A disposição de RSU em aterro sanitário é considerada uma das técnicas mais eficientes e seguras de destinação de resíduos sólidos e quase sempre apresenta a melhor relação custo-benefício. Pode receber e acomodar vários tipos de resíduos, em diferentes quantidades, e é adaptável a qualquer tipo de comunidade, independentemente do tamanho (VAN ELK, 2019). Não obstante, os aterros sanitários e, principalmente, os lixões estão entre as principais fontes de poluição do solo e das águas subterrâneas, bem como são responsáveis pela maioria das emissões de gases de efeito estufa (GEE) do setor de resíduos sólidos.

O lixiviado, subproduto da decomposição de resíduos sólidos em aterros, é caracterizado por elevada toxicidade, alta concentração de matéria orgânica, poluentes emergentes, além de amônia e sais dissolvidos (MIAN *et al.*, 2017; NAVEEN *et al.*, 2017; SEIBERT *et al.*, 2019; KJELDSEN *et al.*, 2002). Carreado pela água de chuva e pela própria umidade contida nos resíduos, o lixiviado se transforma em uma matriz aquosa de extrema complexidade, (NASCENTES *et al.*, 2015). Sua composição pode variar de acordo com a idade dos resíduos, com o clima e com o modo de operação dos aterros (FERREIRA *et al.*, 2009; GIORDANO *et al.*, 2011). Por ter alta concentração de nitrogênio amoniacal, quando descartado de maneira inadequada, o lixiviado pode causar diversos problemas ambientais, como: toxicidade para a biota no solo e nas comunidades aquáticas, diminuição do oxigênio dissolvido, eutrofização de corpos hídricos, além de ser prejudicial em caso de emissões de gases voláteis para a atmosfera (LANGE *et al.*, 2009; MORAVIA *et al.*, 2011).

Por apresentar variabilidade em sua composição, seu tratamento é um dos principais desafios relacionados à gestão dos aterros. Não há uma solução simples e universal para o tratamento do lixiviado (ZIYANG *et al.*, 2007), permanecendo um desafio em todo o mundo (COSTA *et al.*, 2019), dada a necessidade de contemplar a variação de composição, a idade do aterro, as características dos resíduos e as condições específicas locais (WISZNIOWSKI *et al.*, 2006; ZIYANG *et al.*, 2007).

A região hidrográfica da Bacia da Baía de Guanabara (RH-V) integra 17 municípios, sendo 16 pertencentes à Região Metropolitana do Rio de Janeiro e

um pertencente à Região Serrana, o município de Petrópolis (com área muito pequena dentro da bacia drenante), e entre eles estão os maiores geradores de resíduos sólidos do estado: São Gonçalo, Belford Roxo, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro e Duque de Caxias (VAN ELK *et al.*, 2019). A região é marcada pela presença dos principais aterros sanitários do estado e pela formação, ao longo dos anos, de diversos lixões, como Jardim Gramacho, que foi remediado e operado como aterro controlado até 2012, recebendo a maioria dos resíduos gerados no município do Rio de Janeiro.

É dentro desse contexto que se situa o presente artigo, identificando as áreas de disposição final da RH-V e os corpos hídricos vulneráveis e potencialmente receptores do lixiviado, mapeando o cenário de lançamento do percolado na RH-V, Rio de Janeiro, permitindo, assim, que os tomadores de decisão e responsáveis pela governança das águas na RH-V estejam apoiados em dados técnicos atualizados sobre os aspectos que influenciam a qualidade das águas.

METODOLOGIA

Área de estudo

O estudo foi realizado na RH-V, que tem aproximadamente 4.800 km² de extensão territorial e uma população estimada de 10 milhões de habitantes (Figura 1). Além de concentrar a mais elevada densidade populacional do estado, nela também está inserida a maior concentração de aglomerados subnormais (IBGE, 2020) e os grandes geradores de resíduos do estado, como os municípios Rio de Janeiro, Duque de Caxias, Belford Roxo e São Gonçalo. Além da significativa geração de resíduos e efluentes industriais, a região apresenta forte vulnerabilidade a eventos críticos de deslizamentos e inundações nas regiões de declive mais acentuado (BERNARDINO *et al.*, 2016; GONZALEZ *et al.*, 2020; ARAÚJO *et al.*, 2002; BAPTISTA NETO *et al.*, 2011; RIO DE JANEIRO, 2014). Os vários rios que são afluentes à baía contribuem para a descarga média anual de cerca de 200 m³/s (IBGE, 2020). Entre os 55 rios principais que são afluentes à Baía de Guanabara, os que contribuem para a maior vazão de água doce são os Rios Iguaçu, Caceribú, Macacu, Guapimirim, Estrela, Sarapuí e São João de Meriti (COELHO, 2007; SAMPAIO, 2003).

Coleta e compilação de dados

Foi realizada uma pesquisa quantitativa e qualitativa em documentação legal das centrais de tratamento de resíduos, aterros controlados e vazadouros da região metropolitana do Rio de Janeiro inseridos na RH-V, relatórios das visitas técnicas do GT Chorume das áreas de disposição final de resíduos na região e informações do ICMS Ecológico 2019–2020 — ano de referência 2018, bem como outros documentos institucionais pertinentes ao objeto da pesquisa.

Para identificar as áreas de destinação final e os corpos hídricos vulneráveis à contaminação por lixiviado, investigaram-se os Termos de Ajustamento de Condutas (TACs), vigentes até o ano de 2020, e as licenças ambientais, disponíveis na seção de consulta a processos de licenciamento ambiental do Instituto Estadual do Ambiente (INEA) (Tabela 1). Informações complementares a respeito de vazadouros desativados foram obtidas por meio da Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade (SEAS) e do Plano Estratégico de Desenvolvimento Urbano Integrado da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Embora estejam fora da RH-V, as Centrais de Tratamento de Resíduos (CTRs)

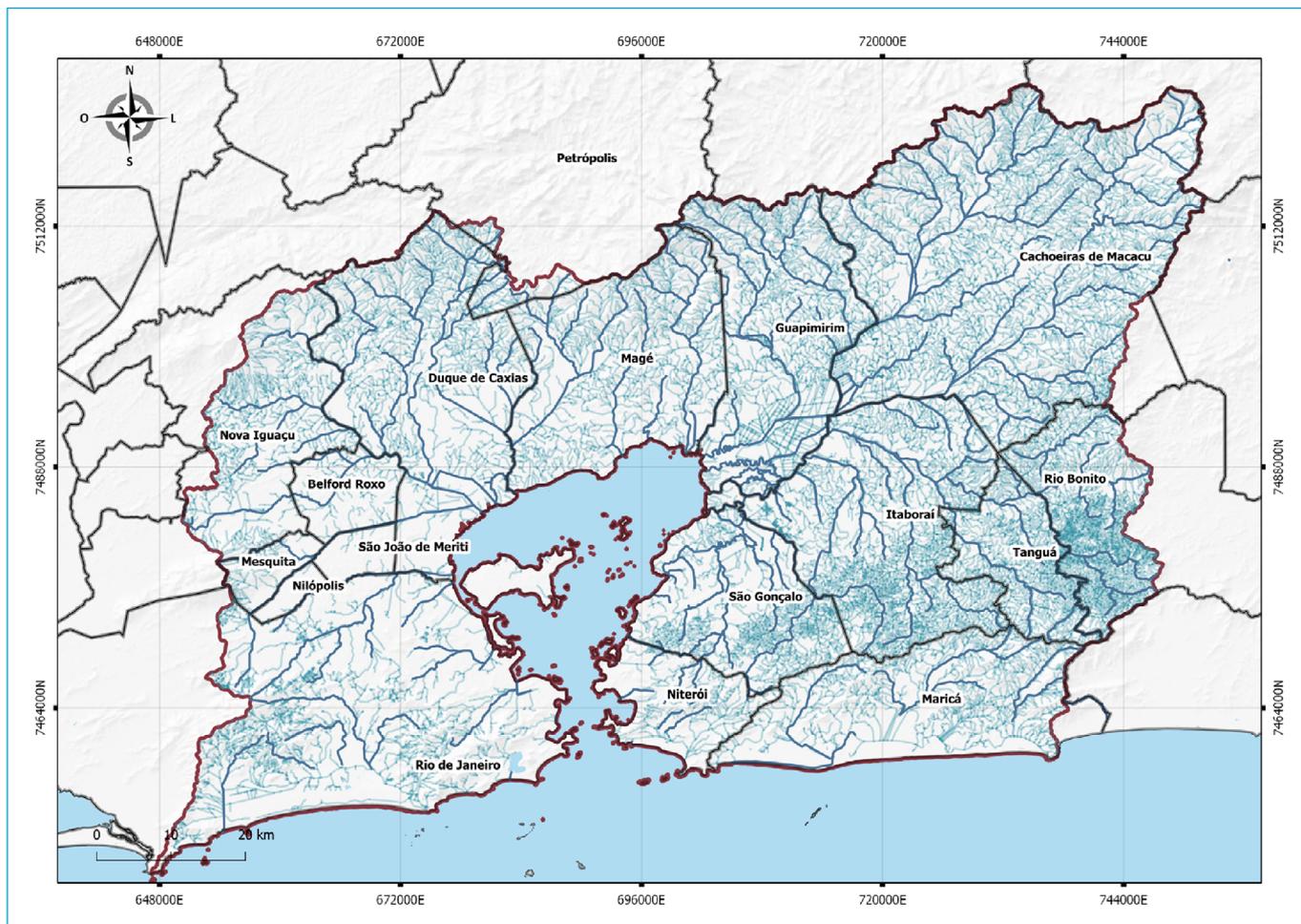


Figura 1 - Mapa dos municípios e corpos hídricos que integram a região hidrográfica da Baía de Guanabara.

Tabela 1 - Documentação legal consultada dos locais de disposição final de resíduos.

Áreas de disposição final	Documentação legal	Número	Vencimento	Município
Aterro sanitário Belford Roxo	Licença de Operação	IN017678	20/09/2016	Belford Roxo
Aterro Controlado Bongaba	Licença de Operação e Recuperação	IN003229	10/04/2021	Magé
Aterro Controlado Gericinó	Licença Prévia de Instalação	IN003538	04/06/2024	Rio de Janeiro
Aterro Controlado Jardim Gramacho	TAC	E-07/002.6489/15	vigente de 07/2017	Duque de Caxias
Aterro Controlado Morro do Céu	Licença de Operação	IN002239	14/11/2023	Niterói
Aterro sanitário Santa Rosa	Licença de Operação TAC	IN035070 06/17	06/07/2021	Seropédica (atende Rio de Janeiro)
Aterro sanitário São Gonçalo	Licença de Operação	IN018810	26/01/2016	São Gonçalo
Aterro sanitário Nova Iguaçu	Licença de Operação	IN018048	03/11/2014	Nova Iguaçu
Aterro Controlado Itaoca	Licença Ambiental de Recuperação	INO22145	07/01/2017	São Gonçalo
Aterro Sanitário Itaboraí	Licença de Operação	INO33015	06/01/2020	Itaboraí

Santa Rosa e Três Rios atendem aos municípios integrantes da RH-V, como Rio de Janeiro e Petrópolis. Destaca-se a relevância da CTR Santa Rosa, que recebe diariamente aproximadamente 10 mil toneladas de resíduos.

Dados referentes aos potenciais corpos hídricos contaminados por meio de lixiviado foram obtidos do GT Chorume, por meio da análise de atas das

reuniões, relatórios de visitas técnicas e dados de monitoramento da qualidade da água, recebidos dos operadores das centrais de tratamento de resíduos, aterros e vazadouros. Com as informações coletadas foi possível gerar mapas para a visualização espacial dos locais de disposição final inseridos na RH-V utilizando-se o *software* Quantum Gis (QGis).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresenta-se, na Figura 2, a identificação dos aterros sanitários e dos municípios atendidos pela RH-V.

Na Tabela 2 encontram-se as informações sobre os aterros sanitários instalados na RH-V, os lixiviados gerados e a identificação dos corpos hídricos susceptíveis à contaminação por lixiviado.

Os aterros sanitários contidos na Tabela 2, com exceção de Niterói, têm estações de tratamento de lixiviado, incluindo o tratamento terciário. No entanto, em alguns aterros as estações de tratamento não têm capacidade para a vazão de chorume gerado. O aterro de São Gonçalo gera 234 m³/dia de lixiviado e só consegue tratar aproximadamente 50% (D'OLIVEIRA, 2020). Somente no final de 2021 foi autorizada e concedida pelo INEA a

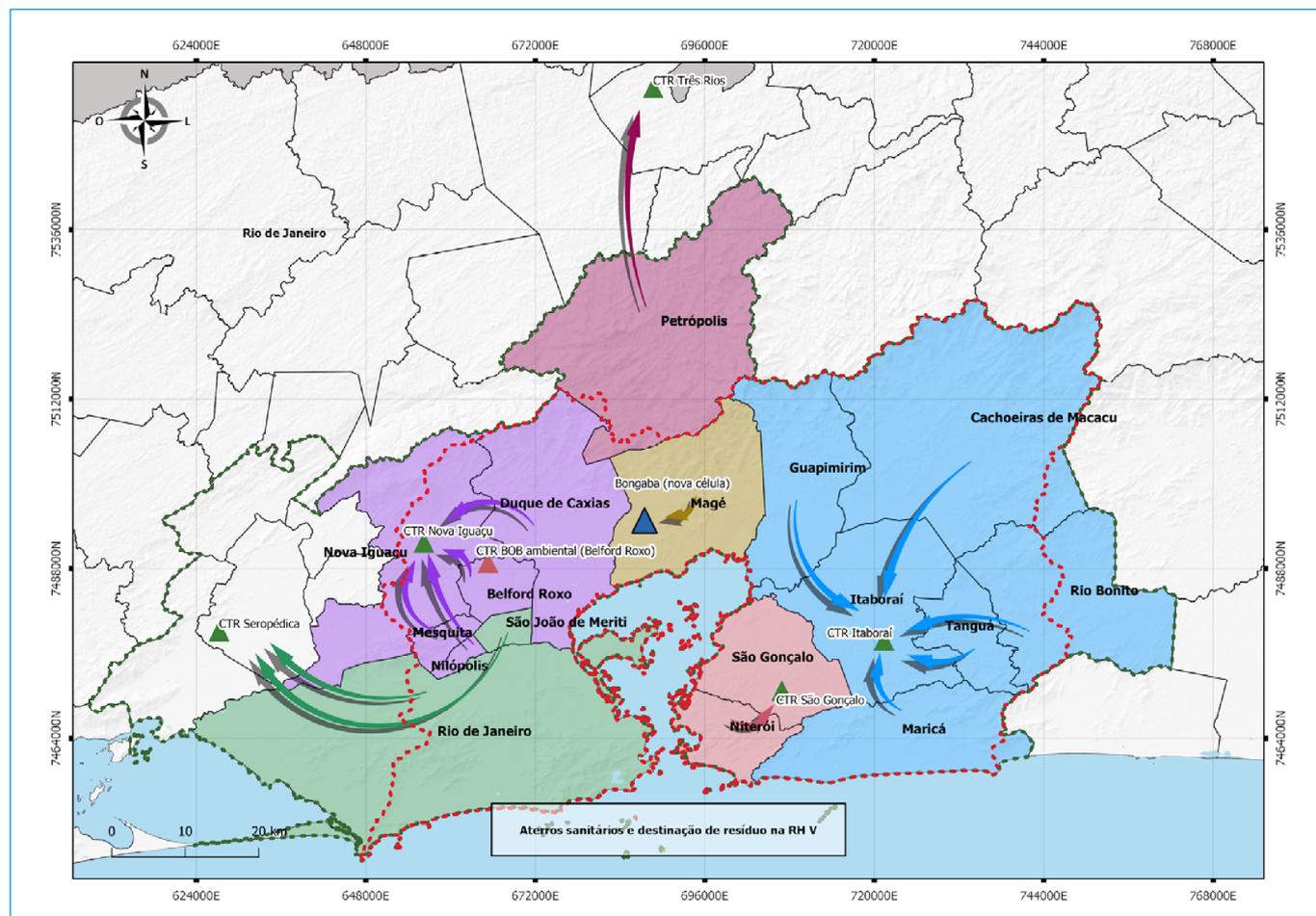


Figura 2 - Identificação dos aterros sanitários e municípios atendidos.

Tabela 2 - Corpos hídricos susceptíveis à contaminação por lixiviado dos aterros sanitários da região hidrográfica da Baía da Guanabara.

Aterro sanitário (CTR)	Municípios atendidos (%)	Vazão de lixiviado (m ³ .dia)	Tratamento de lixiviado	Tipo de tratamento do lixiviado	Corpos hídricos vulneráveis
Belford Roxo	Belford Roxo e Duque de Caxias	200	Sim	Sistema de Osmose Inversa	Córrego das Velhas – tributário do Rio Botas
Itaboraí	Itaboraí, Maricá, Cachoeiras de Macacu, Guapimirim, Tanguá, Rio Bonito, Paty de Alferes e Niterói (60)	35	Sim	Envia para tratamento em estação da Prolagos	Caceribu
Niterói	Niterói	-	Sim	ETE Icaraí	Baía de Guanabara
Nova Iguaçu	Nova Iguaçu, Queimados, Mesquita, Nilópolis e São João de Meriti	700	Sim	Sistema de osmose inversa	Rio Botas, Rio Iguaçu
São Gonçalo	São Gonçalo Niterói	234	Sim	Sistema de osmose inversa	Rio Imboassu, Rio Guaxindiba, Rio Alcântara
Santa Rosa	Seropédica, Rio de Janeiro (80), Itaguaí, Mangaratiba	850	Sim	Osmose inversa/envia para tratamento na ETE Alegria	Rio Guandu, Lajes e seus afluentes

Autorização Ambiental para ampliação Estação de Tratamento de Chorume com a implantação de um módulo de osmose reversa, com capacidade nominal de 250 m³/dia (INEA, 2021). A CTR Santa Rosa construiu outra estação de tratamento, ampliando a capacidade para 1.000 m³.dia, sendo considerada atualmente uma das maiores da América Latina. O excedente do lixiviado gerado nos aterros fica em lagoas de retenção, aguardando o tratamento. As CTRs de Itaboraí, Santa Rosa e Niterói enviam parte do lixiviado gerado para as estações de tratamento de esgoto (ETEs), respectivamente, Prolagos, Alegria e Icarai.

O tratamento combinado de lixiviado de aterro sanitário com esgoto doméstico em ETEs é uma das alternativas adotadas em vários países como forma de reduzir os custos de operação dos aterros (FERREIRA *et al.*, 2009). De acordo com Pesci *et al.* (2017), a mistura do volume de lixiviado ao esgoto sanitário é conhecida como tratamento combinado e/ou cotratamento. Nascentes *et al.* (2015) destacam que estudos recentes têm mostrado que essa técnica é promissora e uma alternativa viável para dar destino ao lixiviado produzido. No entanto, essa medida necessita ser investigada com profundidade (NASCENTES *et al.*, 2013). Pereira *et al.* (2018) comentam que a proporção de volume do lixiviado, volume de esgoto (v.v%), é discutida na literatura. McBean *et al.* (1995) recomendam que a mistura não deve exceder os 2% de volume do esgoto. Não obstante, Ferreira *et al.* (2009), baseando-se em estudo realizado no Aterro Controlado Morro do Céu, Niterói, Rio de Janeiro, observaram que o limite de 2% indicado na literatura pode ser excessivo, havendo certa segurança na proporção de 1% de lixiviado com relação ao volume do esgoto. Na mesma direção, Nascentes *et al.* (2015) e Pesci (2017), em seus experimentos com tratamento combinado, envolvendo tratamento biológico, mostraram que a eficiência de remoção cai drasticamente com o aumento da proporção do lixiviado. Contudo, o Comitê de Bacia adverte que o transporte do lixiviado, para longe da fonte geradora, representa riscos ambientais e que as ETEs não sofreram nenhuma adaptação tecnológica para atender ao tratamento combinado.

Em 08 de outubro 2020, foi sancionada Lei Estadual nº 9.055, que instituiu a obrigatoriedade do controle e tratamento do lixiviado nos sistemas de destinação final de resíduos sólidos, vazadouros, aterros controlados e aterros sanitários, bem como de remediação de vazadouros no estado do Rio de Janeiro. O artigo V da lei estabelece a proibição de descarte de resíduos sólidos de qualquer natureza em vazadouros públicos no estado. O artigo XIII estabelece a proibição de tratamento de chorume bruto em ETE convencional, salva a hipótese de existência de pré ou pós-tratamento que garanta valores de lançamento do efluente tratado dentro dos limites e padrões da Resolução CONAMA nº 430, ou outra que a vier substituir (RIO DE JANEIRO, 2020).

Em 08 de fevereiro de 2021, foi publicada a Resolução CONEMA nº 90/2021, que estabelece os critérios e padrões de lançamento de esgotos sanitários e, segundo a qual, as ETEs só poderão receber lixiviado de aterro sanitário de RSU após aprovação do estudo de tratabilidade pelo órgão ambiental competente.

Cunha *et al.*, (2020) observam que a qualidade do serviço público prestado deve ser avaliada de forma constante por meio de indicadores de desempenho, para reduzir a subjetividade durante a fiscalização e o acompanhamento de empreendimentos com licenças de operação (LO). Baseado nesse princípio, o estado do Rio de Janeiro, por meio do Instituto Estadual do Ambiente

(INEA), desenvolveu, em 2013, uma metodologia para a obtenção do Índice de Qualidade de Destinação Final de Resíduos (IQDR), tomando como base os valores de significância do indicador paulista (Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos do Estado de São Paulo — IQR).

Na Figura 3 e na Tabela 3 estão apresentados a localização dos vazadouros ativos e encerrados e os rios potencialmente receptores de lixiviado gerado nessas áreas de destinação final.

De maneira geral, os rios da região e que deságuam na Baía de Guanabara apresentam padrão de qualidade de águas ruim, resultado da degradação provocada pelos despejos de efluentes industriais e domésticos, bem como pelo descarte de resíduos. A Baía de Guanabara tem uma longa história de degradação, inclusive provocada por acidentes de derramamento de óleo de navios petroleiros. O processo de descontaminação, que custou 1,2 bilhão de dólares, atravessou sete governos, nunca foi concluído e não conseguiu melhorar significativamente a qualidade da baía. Esperava-se que os Jogos Olímpicos deixariam como legado para as populações carioca e fluminense a descontaminação da Baía de Guanabara, no entanto isso não ocorreu (RIO DE JANEIRO, 2015; ALENCAR, 2016).

Os lixões e aterros controlados não contam com revestimento de fundo. Diante da ausência da camada impermeável de proteção, o percolado migra através do solo para as águas subterrâneas, podendo alcançar poços de água para abastecimento ou irrigação, ou, ainda, pelo ciclo hidrológico, as águas superficiais, como lagos e cursos d'água (BOSCOV, 2008).

O aterro controlado mais relevante é o Aterro Metropolitano de Jardim Gramacho, considerado, até então, um dos maiores aterros da América Latina. Situado em Duque de Caxias, o aterro foi operado durante décadas, atendendo ao município do Rio de Janeiro. A Estação de Tratamento de Chorume (ETC) de Gramacho, segundo última vistoria realizada pelo INEA em 11 de novembro de 2020, consta como em operação apenas com as etapas primária e secundária de tratamento. Porém, ainda com diversas condicionantes a serem atendidas. Verificou-se também o não atendimento à Resolução CONAMA nº 430 (condições e padrões de lançamentos de efluentes) e à NOP-INEA-08 (Critérios e Padrões para Controle da Toxicidade Aguda em Efluentes Líquidos). Além disso, a eficiência da ETC e o quantitativo de chorume gerado não foram apresentados ao INEA (INEA, 2020).

Embora desativados, os antigos lixões ainda recebem resíduos de forma clandestina, ilegal e irregular; ademais, não têm estações de tratamento de lixiviados e o despejo de chorume nas águas da Baía de Guanabara continua acontecendo.

O Aterro Controlado Gericinó, situado no bairro de Bangu, iniciou as atividades, em 1987, como lixão, sendo encerrado, em 2014, como aterro controlado, no entanto continua recebendo resíduos de construção civil e de varrição. Gericinó recircula todo o lixiviado gerado e, segundo informação da Companhia Municipal de Limpeza Urbana (COMLURB), há um edital para a construção de uma estação de tratamento de lixiviado com capacidade de 200 m³.

O vazadouro Babi se encontra na Área de Preservação Ambiental (APA) do Alto Iguaçu, tendo como limite o Rio das Velhas, tributário do Rio das Botas. O Aterro Controlado Morro do Céu, embora encerrado, continua recebendo resíduos públicos de varrição. Segundo o Comitê de Bacia (2018), estima-se que a Baía de Guanabara recebe 3 milhões de litros de lixiviados por dia, cerca de 1 bilhão de litros por ano.

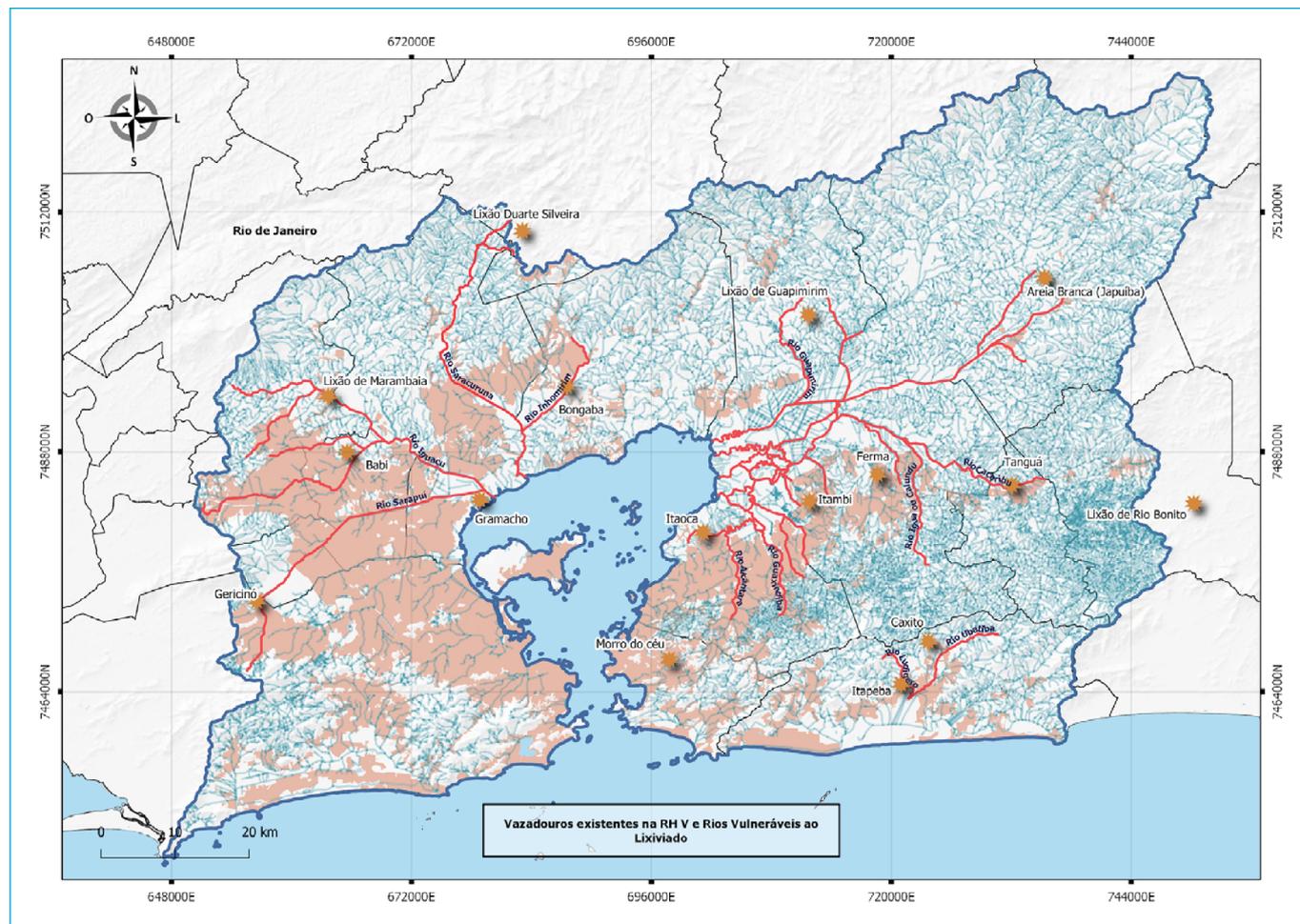


Figura 3 - Localização dos vazadouros existentes na RH V e corpos hídricos potencialmente receptores de lixiviado.

Tabela 3 - Corpos hídricos potenciais receptores de lixiviado dos aterros controlados e vazadouros na região hidrográfica da Baía da Guanabara, Rio de Janeiro, 2020.

Aterros e lixões	Municípios	Situação do lixiviado	Vazão estimada (m³.dia)*	Situação atual	Corpos hídricos vulneráveis
Areia Branca	Areia Branca	Sem tratamento	-	Desativado sem remediação	Rio Macacu
Babi	Belford Roxo	Sem tratamento	150	Desativado em 2012 sem remediação	Córrego das Velhas tributário do Rio Botas
Bongaba	Magé	Recirculado	150	Recebe RCC e poda	Rio Inhomirim Rio Estrela
Caxito	Maricá	Sem tratamento	-	Desativado sem remediação	Rio Ludgero
Ferma	Itaboraí	Sem tratamento	-	Desativado sem remediação	Rio Caceribu
Gramacho	Duque de Caxias	Sem tratamento	2.200	Desativado em 2012	Rio Sarapuí Rio Iguaçu
Gericinó	Rio de Janeiro (Bangu)	Sem tratamento	300	Recebe RCC e varrição	Rio Sarapuí Riacho Cabral
Guapimirim	Guapimirim	Sem tratamento	-	Desativado sem remediação	Rio Guapimirim
Itambi	Itaboraí	Sem tratamento	-	Desativado sem remediação	Rio Caceribu

Continua..

Tabela 3 - Continuação.

Aterros e lixões	Municípios	Situação do lixiviado	Vazão estimada (m ³ .dia)*	Situação atual	Corpos hídricos vulneráveis
Itaoca	São Gonçalo	Com tratamento	250	Desativado e remediado em 2012	Rio Salgueiro Rio Guaxindiba Rio Alcântara Rio Imboassu
Itapeba	Maricá	Sem tratamento	-	Desativado sem remediação	Rio Ubatiba
Marambaia	Nova Iguaçu	Sem tratamento	-	Desativado e remediado em 2003	Rio Iguaçu
Morro do céu	Niterói	ETE Icaraí	120	Recebe resíduos de varrição	Baía de Guanabara
Pedro do Rio	Petrópolis	Sem tratamento	-	Desativado sem remediação	Rio Saracuruna e Rio Estrela
Rio Bonito	Rio Bonito	Sem tratamento	-	Desativado sem remediação	Rio Caceribu
Tanguá	Tanguá	Sem tratamento	-	Desativado sem remediação	Rio Caceribu

RCC: resíduos da construção civil.

Fonte: INEA na seção de consulta a processos; *Comitê de Bacia da Baía de Guanabara, 2018.

CONCLUSÃO

Os serviços urbanos causam impactos ambientais significativos nos ecossistemas aquáticos e merecem atenção dos órgãos ambientais e programas de controle. A disposição final de resíduos, seja ela adequada e/ou inadequada, representa ameaça potencial à qualidade das águas, além da degradação do solo e da desvalorização das áreas do seu entorno.

Os 17 municípios que compõem a região RH V, em sua vasta maioria, descartavam seus resíduos entre os anos de 2011 e de 2020 em lixões e aterros controlados. Impulsionados pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, que estabeleceu a obrigatoriedade de encerramento de lixões, instrumentos como o ICMS Ecológico e programas do Governo do Estado, como o Pacto pelo Saneamento (Rio + Limpo e Lixão Zero), contribuíram consideravelmente para o encerramento da maioria dos lixões da região RH-V. Com as concessões e parcerias público-privadas, aterros sanitários foram construídos, seguindo as diretrizes técnicas estabelecidas pelas normas e legislações, e operados por empresas privadas, que os enxergaram como um empreendimento rentável. Não obstante, observou-se que grande parte dos aterros não dispõe de estações de tratamento de lixiviado que atendam à vazão gerada. E os aterros controlados e lixões, ativos e desativados, seguem produzindo lixiviado e descartando, há décadas, nos corpos hídricos da Baía de Guanabara.

O lixiviado bruto vem carregado de substâncias tóxicas e recalcitrantes, metais pesados, nitrogênio amoniacal, transformando os corpos hídricos em ambientes eutróficos, poluídos, que podem causar riscos à saúde pública e ao meio ambiente, bem como danos à economia.

Entre os vazadouros, destaca-se o Aterro Controlado Jardim Gramacho, considerado um dos maiores da América Latina, situado em uma região de mangue e às margens da Baía de Guanabara, um dos cartões-postais do Rio de Janeiro. Esse aterro, que foi encerrado em 2012, mas, possivelmente continua recebendo resíduos de forma clandestina, além do agravante de sido desativado sem a implementação de um plano de remediação e programa de monitoramento da contaminação. No entorno desse aterro surgiram vários pequenos lixões clandestinos e, desde seu encerramento, aumentou o nível de pobreza do Jardim Gramacho, em razão da perda da atividade de catação dos moradores do bairro. Ademais, são frequentes as denúncias dos pescadores prejudicados

pelos qualidades das águas, uma atividade responsável pela geração de milhares de reais e dezenas de empregos.

Por sua vez, os aterros sanitários, apesar de serem local de disposição adequada e representarem um avanço conquistado na destinação dos RSU nesta última década, não têm, em sua grande maioria, estações de tratamento de lixiviado para a vazão gerada. A operação do aterro sanitário deve prezar pelo confinamento dos resíduos envoltos em camadas impermeáveis, drenar, coletar e tratar o percolado, protegendo os corpos d'água. E cabe aos órgãos de controle fiscalizar e aferir de forma continuada a operação desses serviços públicos, por meio de indicadores de qualidade.

O tratamento do lixiviado é obrigatório e deve ser realizado tanto nos aterros sanitários, atendendo à vazão gerada, como nos aterros controlados e lixões, sejam eles ativos ou desativados. O monitoramento dessas áreas de disposição final de resíduos deve permanecer por décadas, pois os resíduos sofrem processos bioquímicos de degradação em longo prazo. Espera-se que, com a Lei Estadual nº 9.055 de 2020 estabelecendo a obrigatoriedade do tratamento de lixiviados, os concessionários dos aterros e os municípios possam avançar no tratamento do lixiviado gerado em suas áreas de destinação final e devem contabilizar no preço da tonelada de resíduo, o tratamento do lixiviado.

A Baía de Guanabara, um símbolo nacional e protegido, desde 2012, pela Organização das Nações Unidas (ONU) como patrimônio da humanidade, continua sendo depósito de lixo flutuante, efluentes industriais e domésticos, lixiviados, que trazem poluentes químicos altamente tóxicos e metais pesados, ameaçando a sua vida marinha.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

van Elk, A. G. H. P.: Curadoria de Dados, Análise Formal, Escrita – Primeira Redação, Escrita – Revisão e Edição. Pereira, A. G. H.: Curadoria de Dados, Análise Formal, Escrita – Primeira Redação, Escrita – Revisão e Edição. D'Oliveira, P. M. S.: Curadoria de Dados, Análise Formal, Escrita – Primeira Redação, Escrita – Revisão e Edição. Gandhi Giordano, G.: Escrita – Primeira Redação, Escrita – Revisão e Edição. Andrade, R. C.: Análise Formal, Escrita – Primeira Redação, Escrita – Revisão e Edição.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, E. *Baía de Guanabara: descaso e resistência*. Rio de Janeiro: Mórula Editorial, 2016. 123 p.
- ARAÚJO, F.P.; COREIXAS, M.A.; NEGREIROS, D.H. *Nossos Rios*. Niterói: Instituto Baía de Guanabara, 2002. 31p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). *Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2020*. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 20 jan. 2021.
- BERNARDINO, D.; FRANZ, B. Lixo flutuante na Baía de Guanabara: passado, presente e perspectivas para o futuro. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 38, p. 231-252, 2016. <https://doi.org/10.5380/dma.v38i0.47024>
- BOSCOV, M.E.G. *Geotecnia Ambiental*. São Paulo: Ed. Oficina de Texto, São Paulo, 2008. 248 p.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. *Ministério do Meio Ambiente*, Brasília, 2010.
- CUNHA, C.E.S.C.P., RITTER, E., FERREIRA, J.A. O uso de indicadores de desempenho na avaliação da qualidade operacional dos aterros sanitários do estado do Rio de Janeiro no triênio 2013-2015. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 25, n. 2, p. 345-360, 2020. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522020187467>
- COELHO, V. *Baía de Guanabara: Uma história de agressão ambiental*. Casa da Palavra, Rio de Janeiro, 2007. 278 p.
- COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DA BAÍA DE GUANABARA. *Biblioteca Digital*. Disponível em: <http://www.comitebaiadeguanabara.org.br/biblioteca-digital-do-comite>. Acesso em: 15 jun. 2020.
- COSTA, A.M.; ALFAIA, R. G. S. M.; CAMPOS, J. C. Landfill leachate treatment in Brazil - an overview. *Journal of Environmental Management*, v. 232, p. 110-116, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.11.006>
- D'OLIVEIRA, P.M.S. *Potencial poluidor da disposição final de resíduos sólidos nas águas da Bacia Hidrográfica da Baía de Guanabara*. 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.
- FERREIRA, J.A.; CANTANHEDE, A.L.G.; LEITE, V.D.; BILA, D.M.; CAMPOS, J.C.; YOKOYAMA, L.; FIGUEIREDO, I.C.; MANNARINO, C.F.; SANTOS, A.S.; FRANCO, R.S.O.; LOPES, W.S.; SOUSA, J.T. Tratamento combinado de lixiviados de aterros de resíduos sólidos urbanos com esgoto sanitário. In: GOMES, L.P. (cord.). *Estudos de Caracterização e Tratabilidade de Lixiviados de Aterros Sanitários para as Condições Brasileiras*. Rio de Janeiro: ABES, 2009.
- GIORDANO, G.; BARBOSA FILHO, O.; CARVALHO, R.J. *Processos físico-químicos para tratamento do chorume de aterros de resíduos sólidos urbanos*. Rio de Janeiro: Ed. UERJ, v. 4, 2011. 178 p.
- GONZALEZ, A.H.G., ROCHA, M.B. A exposição científica "do mangue ao mar" e suas contribuições para a percepção ambiental sobre a Baía de Guanabara. *Revista Ciências & Ideias, Revista Ciências & Ideias*, v. 11, n. 2. 2020.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E PESQUISA (IBGE). *Áreas territoriais*. Censo 2010. 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br>. Acesso em: 03 fev. 2020.
- INSTITUTO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (INEA). Relatório de Vistoria Técnica GELANIRVT 29/2020. Rio de Janeiro, 2020.
- INSTITUTO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (INEA). Ata da 602ª Reunião Ordinária de Licenciamento Ambiental do Condir. Rio de Janeiro, 2021.
- KJELDSEN, P., BARLAZ, M.A., ROOKER, A.P., BAUN, A., LEDIN, A., CHRISTENSEN, T.H. Present and long-term composition of MSW landfill leachate: A review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, n. 4, v. 32, p. 297-336, 2002.
- LANGE, L.C.; AMARAL, M.C.S. Geração e características do lixiviado. In: GOMES, L.P. (cord.). *Estudos de Caracterização e Tratabilidade de Lixiviados de Aterros Sanitários para as Condições Brasileiras, Programa de Pesquisa em Saneamento Básico (PROSAB)*. Rio de Janeiro: Editora ABES, 2009.
- MCBEAN, E.A.; ROVERS, F.A.; FARQUHAR, G.J. *Solid waste landfill engineering and design*. New Jersey: Prentice Hall, 1995. 512 p.
- MIAN, M.; ZENG, X.; NASRY, A.N.B.; SULALA, M.Z.F.A.H. Municipal solid waste management in China: a comparative analysis. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, v. 19, p. 1673-82, 2017.
- MORAVIA, W.G.; LANGE, L.C.; AMARAL, M.C.S. Avaliação de processo oxidativo avançado pelo reagente de fenton em condições otimizadas no tratamento de lixiviado de aterro sanitário com ênfase em parâmetros coletivos e caracterização do lodo gerado. *Química Nova*, v. 34, n.08, p.1370-1377. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422011000800014>
- NASCENTES, A.L. *Tratamento Combinado de Lixiviado de Aterro Sanitário e Esgoto Doméstico*, 166 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.
- NASCENTES, A.L.; NASCIMENTO, M.M.P.; BRASIL, F.C.; CAMPOS, J.C.; FERREIRA, J.A. Tratamento combinado de lixiviado de aterro sanitário e esgoto doméstico - Aspectos operacionais e microbiológicos. *Revista Teccen*, v. 8, n. 1, p. 5-12, 2015. <https://doi.org/10.21727/teccenv8i1.222>
- NAVEEN, B.P.; MAHAPATRA, D.M.; SITHARAM, T.G.; SIVAPULLAIAH, T.V.; RAMACHANDRA, T.V. Physico-chemical and biological characterization of urban municipal landfill leachate. *Environmental Pollution*, v. 220, p. 1-12, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.09.002>
- BAPTISTA NETO, J.A.; FONSECA, E. M. Variação sazonal, espacial e composicional de lixo ao longo das praias da margem oriental da Baía de Guanabara (Rio de Janeiro) no período de 1999-2008. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, v.11, n. 1, p. 31-39, 2011. <https://doi.org/10.5894/rgci189>
- PESCI C., PEREIRA, T.C., GOMES, G., QUINTAES, B.R., BILA, D.M., CAMPOS, J.C. Tratamento combinado de lixiviado em esgoto: avaliação da atividade estrogênica residual. In: *28 Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental (CBESA /FENASAN)*, 2017 São Paulo, 2017. Anais...São Paulo: CBESA /FENASAN, 2017.
- PEREIRA C.P.; CONCEIÇÃO PEREIRA T.; GOMES G.; QUINTAES B.R.; BILA D.M.; CAMPOS J.C. Evaluation of reduction estrogenic activity in the combined treatment of landfill leachate and sanitary sewage. *Waste Management*, v. 80, p.339-348, 2018.

RIO DE JANEIRO. Lei Estadual 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. *Diário Oficial do Estado*: seção 1, Rio de Janeiro, RJ, 2020.

RIO DE JANEIRO. *Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica do Rio de Janeiro (PMMA-Rio)*, 2014. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/web/smac/pmma-rio>. Acesso em: 20 ago. 2020.

RIO DE JANEIRO. Secretaria de Meio Ambiente, Agricultura e Abastecimento de Duque de Caxias. *Parecer técnico* – disposição inadequada de efluentes, 2015. Disponível em: <https://www.slideshare.net/MarceloForest/parecer-tnico-aterro-jardim-gramacho-empresa-gs-verde-s-a>. Acesso em: 16 jun. 2020.

SAMPAIO, M. *Estudo de Circulação Hidrodinâmica 3D e Trocas de Massas D'água da Baía de Guanabara*. 220 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

SEIBERT, D.; QUESADA, H.; BERGAMASCO, R.; BORBA, F. H.; PELLENZ, L. Presence of endocrine disrupting chemicals in sanitary landfill leachate, its

treatment and degradation by Fenton based processes: A review. *Process Safety and Environmental Protection*, v. 131, p. 255-267, 2019.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). *Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos 2019*. SNIS site institucional, 2020. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/>. Acesso em: 20 jan. 2021.

VAN ELK, A.G.H.P.; SANTOS, J.E.S.; FERREIRA, J.A. Os maiores geradores de resíduos da região metropolitana do estado do Rio de Janeiro: sua gestão dentro da perspectiva da Política Nacional de Resíduos Sólidos. In: *30 Congresso Brasileiro de Engenharia Ambiental e Sanitária*, 30, 2019. Anais... Natal: ABES, 2019. p. 1-6.

WISZNIOWSKI, J.; ROBERT, D.; SURMACZ-GORSKA, J.; MIKSCH, K.; WEBER, J.V. Landfill leachate treatment methods: a review. *Environment Chemistry Letters*, v. 4, p. 51-61, 2006. <https://doi.org/10.1007/s10311-005-0016-z>

ZIYANG, L., YOUCAI, Z. Size-fractionation and characterization of refuse landfill leachate by sequential filtration using membranes with varied porosity. *Journal of Hazardous Materials*, v. 147, n. 1-2, p. 257-264, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2006.12.084>