

EFETIVIDADE DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS: UM ESTUDO DE CASO SOBRE A MANUTENÇÃO PÓS-REMEDIÇÃO DO LIXÃO DE SEROPÉDICA (RJ)

EFFECTIVENESS OF THE NATIONAL SOLID WASTE POLICY: A CASE STUDY ON POST-REMEDIATION MAINTENANCE OF THE SEROPÉDICA LANDFILL (RJ)

Artigo recebido em: 12/23/2025

Artigo aceito em: 3/25/2026

Jéssica Caroline Rodrigues Blanco*

*Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil
Lattes: <https://lattes.cnpq.br/4083577772718446>
Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-8666-2505>
jessicacrblanco@gmail.com

Edmilson Monteiro de Souza*

*Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0819580002473960>
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7067-2011>
edmilson.souza@uerj.br

José Roberto Moreira Ribeiro Gonçalves*

*Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5955994311305502>
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3321-8818>
joserobertoverde@gmail.com

The authors declare that there is no conflict of interest

Resumo

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) determinou o encerramento de lixões no Brasil, impondo a recuperação de áreas degradadas e o monitoramento contínuo como condicionantes legais. Diante disso, o presente estudo teve como objetivo avaliar o cumprimento das normas da PNRS e das Resoluções CONAMA na área do antigo lixão desativado de Seropédica (RJ), com ênfase na efetividade das medidas de controle ambiental e na manutenção pós-remediação. Para tanto, adotou-se o método de estudo de caso, baseado na análise de dados públicos do INEA, na comparação de parâmetros físico-químicos de águas subterrâneas e superficiais entre os anos de 2020 e 2024, bem como na inspeção in loco das infraestruturas de remediação. Os resultados demonstraram melhora pontual em alguns parâmetros, porém o Poço de Monitoramento 2 (PM2) apresentou Alumínio persistentemente acima do limite legal (0,698 mg/L > 0,2 mg/L) e tendência de aumento expressivo de Nitrato. Adicionalmente, a inspeção in loco revelou obstrução de drenos, degradação de geomembranas, fissuras em poços e ausência de

Abstract

The National Solid Waste Policy (PNRS) mandated the closure of dumpsites in Brazil, imposing the remediation of degraded areas and continuous monitoring as legal conditions. Accordingly, this study aimed to assess compliance with PNRS and CONAMA resolutions in the area of the former deactivated dumpsite in Seropédica (RJ), focusing on the effectiveness of environmental control measures and post-remediation maintenance. To achieve this, a case study methodology was adopted, based on public data analysis from INEA, comparison of physicochemical parameters of groundwater and surface water between 2020 and 2024, as well as an on-site inspection of the remediation infrastructures. The results showed punctual improvement for some parameters; however, Monitoring Well 2 (PM2) presented Aluminum persistently above the legal limit (0.698 mg/L > 0.2 mg/L) and a significant increasing trend in Nitrate. Furthermore, the on-site inspection revealed obstructed drains, degraded geomembranes, cracked wells, and a lack of periodic maintenance, constituting a



manutenção periódica, configurando descumprimento das condicionantes da licença de encerramento. Conclui-se, portanto, que a remediação do lixão de Seropédica, embora tenha promovido avanços iniciais, encontra-se comprometida pela interrupção do monitoramento eficaz e da manutenção das estruturas, cenário que viola os artigos 10º e 11º da CONAMA 396/2008 e o princípio da segurança do aterro, gerando insegurança jurídica ao município.

Palavras-chave: Política Nacional de Resíduos Sólidos. Passivo Ambiental. Lixão Desativado. Monitoramento Ambiental. Responsabilidade Pós-Remediação.

violation of the closure license conditions. Therefore, it is concluded that the remediation of the Seropédica dumpsite, despite initial progress, is compromised by the interruption of effective monitoring and structural maintenance, a scenario that violates articles 10 and 11 of CONAMA Resolution 396/2008 and the landfill safety principle, generating legal uncertainty for municipality.

Keywords: National Solid Waste Policy. Environmental Liability. Deactivated Dumpsite. Environmental Monitoring. Post-Remediation Responsibility.

1 INTRODUÇÃO

O gerenciamento de resíduos sólidos ao redor do mundo tem sido historicamente caracterizado por práticas inadequadas de disposição final, com a existência de diversos lixões a céu aberto, aterros sanitários sem os devidos cuidados e/ou falta de incentivos para políticas que incentivem a reciclagem e a economia circular (Tiseo, 2025). Estes fatores, associados as projeções de crescimento populacional global e consequente aumento da demanda por produtos alimentícios e bens de consumo contribuem significativamente para a degradação ambiental e para a exposição de comunidades a riscos sanitários e sociais (Rashad, et al, 2026).

A promulgação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída no Brasil pela Lei nº 12.305 de 2010, representou um marco regulatório fundamental ao estabelecer diretrizes para a gestão integrada e sustentável de resíduos sólidos no país, promovendo o encerramento de lixões e o desenvolvimento de novos modelos de gestão. Anteriormente, o descarte irregular de resíduos era uma prática comum, resultando em grandes passivos ambientais, especialmente em áreas periféricas e urbanas, onde a fiscalização era ineficaz e a infraestrutura de saneamento precária (Matos, 2025).

Um exemplo emblemático desse cenário é o antigo vazadouro de Seropédica, município localizado na região metropolitana do Estado do Rio de Janeiro, que, durante décadas, operou dentre os lixões a céu aberto do país. Com aproximadamente 3,0 hectares, o local recebia grandes volumes de resíduos sem qualquer tipo de controle ambiental, gerando impactos negativos severos, como a poluição do solo, a contaminação

de recursos hídricos e a emissão descontrolada de gases poluentes, além de representar um risco constante à saúde pública das comunidades circunvizinhas (*Pereira, 2020*). A precariedade das condições ambientais e a falta de infraestrutura básica para a gestão de resíduos transformaram o lixão em um passivo ambiental significativo, o que levou à inclusão do local como prioridade para encerramento e recuperação após a implementação de um robusto aterro sanitário no mesmo município. Além dos impactos ambientais, a operação inadequada do lixão também trouxe implicações sociais, aumentando a vulnerabilidade das populações locais, que frequentemente viviam em situações de risco, sem acesso a serviços básicos de saúde e saneamento (*Souza, 2020*).

O encerramento de lixões e a recuperação de áreas degradadas são desafios complexos que exigem a adoção de medidas técnicas e legais específicas (*Vincevica-Gaile, 2023; Sobieraj, 2025*). Com a promulgação da PNRS, os municípios brasileiros tiveram a obrigação de encerrar e recuperar os lixões e aterros irregulares até 2014, o que implicou a adoção de um conjunto de práticas de recuperação ambiental e monitoramento contínuo (*Maiello et al., 2018*). No entanto, esse processo vai além do simples encerramento operacional de um lixão, abrangendo a necessidade de reabilitar a área e monitorá-la por longo período para garantir a estabilidade ambiental e evitar danos futuros (*Koda, et al, 2021; Sobieraj, 2025*). As diretrizes legais estabelecidas pelo PNRS e normativas associadas, como a Resolução CONAMA nº 404/2008, determinam a necessidade de projetos de recuperação ambiental que considerem a proteção dos recursos hídricos, a contenção de emissões de gases de efeito estufa e a reabilitação do solo degradado (*Medeiros et al, 2023*).

O objetivo deste estudo é avaliar, com base em dados públicos fornecidos pelo Instituto Estadual do Ambiente – INEA, por meio das análises de parâmetros físico-químicos obtidos *in loco*, a evolução das medidas de controle ambiental adotadas, bem como se as normas estabelecidas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos e os critérios de recuperação ambiental estão sendo cumpridos na área onde se localizava o antigo vazadouro desativado do município de Seropédica.

2 METODOLOGIA

Para a execução da pesquisa, foi utilizado o método de estudo de caso, através da análise de dados públicos disponíveis pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA), assim

como a avaliação *in loco* da área. O estudo de caso contempla a análise detalhada de um caso específico, no caso do lixão remediado utilizou-se de uma investigação contextualizada buscando compreender o contexto histórico do local através do uso de documentos mais antigos e atuais.

2.1 Caracterização da área do antigo vazadouro

A caracterização da área foi realizada através de visitas *in loco*, pesquisas em trabalhos acadêmicos e análise de dados obtidos em relatórios de monitoramento do local onde se encontrava o lixão realizado por duas empresas que serão denominadas como Empresa 1 (dados do ano de 2020) e Empresa 2 (dados do ano de 2024).

Na visita observaram-se os aspectos ambientais da área ao redor do aterro, presença ou não de outras construções e comércios, além de pontos de possíveis fontes poluidoras próximas. Além da visita, utilizou-se o programa Google Earth[®] para melhor visualização da área como um todo.

Buscou-se o resgate do histórico da área, anos de funcionamento e quais resíduos eram descartados no local, assim como a origem desse lixo. Além disso, foi verificado se havia presença de catadores e a forma de descarte desses resíduos.

2.2 Avaliação da infraestrutura civil

Para a avaliação da área foi necessário realizar uma visita ao local, para que fosse possível a observação das estruturas construídas e implementadas para a realização da remediação do vazadouro. A visita consistiu em verificar o estado de conservação dos dispositivos do vazadouro.

- a) Cercamento: Verificou-se o isolamento da área pois o mesmo serve para que haja inibição de presença de pessoas e que seja evitado a presença de animais que poderiam comprometer as estruturas internas;
- b) Dispositivos de drenagem: Incluem-se canaletas presentes nos pés do talude, manilhas de escoamento de água pluvial e caixas de passagem. Foi observado o estado das canaletas que poderiam comprometer o escoamento da água pluvial;
- c) Pontos de monitoramento: Poços de monitoramento são estruturas que servem para contribuir com o monitoramento do vazadouro quando é necessário realizar

coletas de águas subterrâneas e superficiais. São construídos na vertical até que se atinja o nível d'água, para que possa ter controle sobre a influência do chorume na água. Avaliou-se o estado dos dispositivos de monitoramento quanto a estruturas externas, como as construções em concreto e a presença ou não de tampas de proteção.

- d) Saídas de gases: São estruturas que tem por objetivo auxiliar no escape de gases provenientes do processo de decomposição dos resíduos. Verificou-se o estado de conservação das estruturas de concreto e presença de obstruções nas saídas.
- e) Lagoas de chorume: O vazadouro possui duas lagoas projetadas para auxiliar no processo de tratamento do chorume. Por se tratar de uma lagoa que recebe todo o líquido proveniente do aterro, o solo teve que ser impermeabilizado com geomembrana que consiste em uma manta plástica, pois o contato do líquido com o solo poderia causar contaminação na área. Dessa forma, foram avaliadas as condições estruturais e a manutenção das áreas lindeiras das lagoas.

2.3 Amostras de águas subterrâneas e superficiais

Visando a coleta de amostras de águas subterrâneas e superficiais, as empresas envolvidas nos monitoramentos realizaram o serviço em diferentes pontos do vazadouro. Na concepção do projeto do aterro, foi elaborado um plano de espaçamento entre os pontos de monitoramento, para que análises futuras pudessem ser realizadas em toda a área de influência.

Diante disso, ambas as empresas realizaram os monitoramentos nos pontos principais.

As amostras de água foram coletadas dos seguintes pontos:

- a) 3 amostras superficiais:
 - Lagoa do vazadouro;
 - Efluente do processo;
 - Bombeamento do rio.
- b) 3 amostras de água subterrânea, denominadas:
 - PM1;
 - PM2;
 - PM3.

Sendo assim, os resultados obtidos foram comparados com base em cada ponto citado, e em anos diferentes de acordo com a execução de cada empresa contratada.

2.4 Análise de amostragem de água subterrânea e superficial

Foram realizadas coletas de água subterrânea e superficial. As coletas de água subterrânea se deram em 3 (três) poços de monitoramento denominados PM1, PM2 e PM3. As nomenclaturas e definições foram definidas pela primeira empresa que realizou os estudos de nome Empresa 1.

Com o intuito de acompanhar cronologicamente o monitoramento do vazadouro, serão comparados os resultados analíticos obtidos pela Empresa 1 e pela Empresa 2, realizados nos anos de 2020 e 2024, respectivamente. Nesse sentido, foram comparados apenas os parâmetros comuns analisados por ambas as empresas, uma vez que há parâmetros considerados pela Empresa 2 que não foram contemplados pela Empresa 1.

A Empresa 1 realizou uma campanha no ano de 2020 e a Empresa 2 realizou uma campanha no mês de julho do ano de 2024, para águas superficiais. No que diz respeito às análises de águas subterrâneas, a Empresa 2 realizou três campanhas nos meses de abril, julho e outubro do mesmo ano, em 3 (três) locais distintos. Esses locais foram nomeados como: P1 – Lagoa 2, P2 – Bombeamento do Rio e P3 – Efluente do Processo. Para fins de comparação, foi utilizada apenas a primeira campanha realizada pela Empresa 2, pela coincidência da época de coleta das amostras, pois ambas as empresas fizeram a primeira campanha nos meses iniciais dos anos correspondentes

Os parâmetros comuns avaliados pelas empresas e escolhidos para comparação foram: Água Subterrânea: pH, Oxigênio Dissolvido, Turbidez, Nitrato, Cloreto, Nitrogênio Amoniacal, Níquel, Chumbo, Alumínio e Zinco.

As coletas de água para medição do pH foram realizadas em 5 (cinco) horários distintos ao longo do dia com seus resultados correspondentes. Desta maneira, foi realizada a média dos resultados para fins de comparação.

Já para água superficial, foram avaliados os seguintes parâmetros: P1 – Lagoa 2: Cloreto, Nitrogênio Amoniacal, Níquel, Alumínio e Zinco; P2 – Bombeamento do Rio: pH, Cloreto, Nitrogênio Amoniacal, Níquel, Alumínio e Zinco; e P3 – Efluente do Processo: Cloreto, Nitrogênio Amoniacal, Níquel, Alumínio e Zinco.

Nos Quadros 1A e 1B podem ser observados cada parâmetro, sua relevância e impacto, além do limite estabelecido pelas Resoluções CONAMA n°357/2005 e CONAMA n°396/2008.

Quadro 1A. Relevância e impacto de parâmetros para águas superficiais e subterrâneas.

Parâmetro	Significado / Impacto	CONAMA 357/2005 (Superficiais)	CONAMA 396/2008 (Subterrâneas)
pH	Indica acidez/alcalinidade; extremos prejudicam organismos aquáticos.	6,0–9,0 (Classe 2)	6,0–9,0 (consumo humano)
Oxigênio Dissolvido (OD)	Essencial à vida aquática; baixos valores indicam poluição orgânica.	≥ 5 mg/L (Classe 2)	N/A
Turbidez	Indica partículas suspensas; excesso reduz penetração de luz e prejudica vida aquática.	≤ 100 UNT (Classe 2)	N/A
Nitrato (NO₃⁻)	Indicador de contaminação antrópica; risco à saúde humana (metemoglobinemia).	≤ 10 mg/L (Classe especial)	10 mg/L (VMP – consumo humano)
Cloreto (Cl)	Excesso pode afetar sabor, corrosão e indicar poluição.	250 mg/L (Classe 2)	VMP 250 mg/L

Fonte: Referência limite Resoluções CONAMA n° 357/2005 e n°396/2008.

Quadro 1B. Relevância e impacto de parâmetros para águas superficiais e subterrâneas.

Parâmetro	Significado / Impacto	CONAMA 357/2005 (Superficiais)	CONAMA 396/2008 (Subterrâneas)
Nitrogênio Amoniacal (NH₄⁺)	Relacionado a chorume; tóxico em altas concentrações.	Limite variável conforme pH e classe	Valores definidos conforme uso
Níquel (Ni)	Metal pesado; tóxico para organismos aquáticos e humanos.	0,1 mg/L	VMP 0,1 mg/L
Chumbo (Pb)	Metal pesado; neurotóxico, especialmente em crianças.	0,01 mg/L	VMP 0,01 mg/L
Alumínio (Al)	Pode afetar ecossistemas aquáticos; prejudicial à saúde humana em concentrações altas.	0,2 mg/L	VMP 0,2 mg/L
Zinco (Zn)	Essencial em pequenas doses, tóxico em excesso.	5 mg/L	VMP 5 mg/L

Fonte: Referência limite Resoluções CONAMA n° 357/2005 e n°396/2008.

2.5 Avaliação ambiental

A avaliação ambiental baseou-se na comparação dos quantitativos obtidos e inseridos em planilhas de cálculo para os parâmetros informados no tópico anterior.

Desta maneira, foi possível avaliar quantitativamente a evolução da remediação do vazadouro. Pós estas comparações, buscou-se correlacionar os resultados aos estudos já apresentados na literatura sobre as questões ambientais correlatas de modo a corroborar com a discussão do estudo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização da área de estudo

O vazadouro desativado em 2012 está localizado na Rua da Ladeira, no bairro de Boa Esperança no Município de Seropédica, estado do Rio de Janeiro. Constatou-se através da topografia realizada pela empresa denominada neste estudo como Empresa 1 que a área de estudo possui cerca de 30.391,89m². Segundo Oliveira (2013), o antigo lixão encontra-se a Leste da cidade de Seropédica, circundado ao Sul pela Rua da Ladeira, a Leste pela Rua D, ao Norte pelo rio Valão dos Bois e a Oeste pelo Ramal Ferroviário Japeri-Mangaratiba.

Antes do encerramento o vazadouro operou por aproximadamente 50 anos, recebendo os resíduos do município sem qualquer tipo de controle de acordo com Oliveira (2013). Os lixos eram descartados de forma desordenada. A área é caracterizada como residencial e possui poucas edificações e estabelecimentos comerciais de pequeno porte, como bares e salões religiosos.

Para o encerramento do vazadouro ocorrer, foi necessário a realização de um trabalho na área visando a remediação dos impactos ocasionados ao longo das décadas de disposição inadequada. O encerramento do vazadouro só ocorreu após a instalação do aterro sanitário Ciclus no mesmo município, pois os vazadouros somente podem ser encerrados quando o município tiver condições de destinar seus resíduos para um local adequado e preparado para o recebimento.

Dessa forma, a remediação da área visou uma reconfiguração do local, com reconformação geométrica do maciço, realizou-se a implantação de drenos nos pés do

maciço, implantação de sistema de gás com drenos verticais e horizontais, e construção de duas lagoas de tratamento de chorume além da cobertura dos resíduos presentes, e plantio de mudas para a revegetação da área. Assim como o cercamento da área para evitar a presença de pessoas e animais, construíram-se uma guarita e um portão de acesso.

3.2 Avaliação da conservação do vazadouro

Em visita ao vazadouro, constatou-se que a área apresentava sinais de falta de manutenção. Os dispositivos de drenagem em sua maioria estavam obstruídos por vegetação e detritos do talude. A geomembrana que foi utilizada para a construção da lagoa apresentava sinais de desgaste em sua borda e no centro. As estruturas de concreto utilizadas para a construção dos poços de monitoramento e de saída de gás também apresentavam fissuras e rachaduras, evidenciando a falta de conservação dos dispositivos.

A remediação do vazadouro foi necessária devido aos impactos que o lixo exposto estava causando na região, porém manter a conservação do que foi elaborado e construído é necessário, pois a falta de reparos pode iniciar um acúmulo de problemas futuros que podem comprometer a segurança do aterro.

No dia 11 de abril de 2024, realizou-se uma visita ao local para verificação da conservação das estruturas de drenagem, cercamento, poços e lagoas de chorume. O objetivo da visita foi averiguar como estavam os dispositivos instalados no ano de 2011, pois a sua boa conservação possui influência direta na qualidade e eficácia do trabalho de remediação executado nos anos anteriores.

Durante a visita observou-se que a área não possui uma rotina de manutenção, visto a demanda de trabalhos que deveriam estar em curso para a conservação da área, os mourões de concreto possuíam unidades com rachaduras, e outros foram substituídos por mourões de madeira. A cerca é importante, pois evita a presença de animais e inibe a invasão de pessoas ao local.

Os sistemas de drenagem presentes no pé do talude estavam em sua totalidade obstruídos por vegetação e terra, e alguns dispositivos danificados ou ausentes. A drenagem do aterro é importante visto que a sua ausência pode ocasionar o acúmulo de água em certas áreas do aterro, ocasionando o risco de saturação do solo e, conseqüentemente, o desprendimento da massa de solo, comprometendo a segurança e estabilização do aterro.

O vazadouro possui duas lagoas de chorume e para a sua construção foi necessária a aplicação de mantas para evitar o contato da água com o solo. Durante a visita observou-se no local que as mantas estavam em estado precário de conservação, visto a sua exposição ao sol e às intempéries ao longo dos anos. As geomembranas estavam com as bordas rasgadas e bolhas de ar foram constatadas no centro da lagoa, indicando que a manta está danificada também no interior das lagoas.

Na borda da lagoa de chorume existe uma pequena edificação que é intitulada a casa de bombas e sala de controle. Ambas estavam com vegetações, insetos e detritos em seu interior, evidenciando a ausência de reparos ou manutenções no local. Não foi apurado como era realizado o funcionamento do local.

Os poços de monitoramento, piezômetros, marcos superficiais e saídas de gás apresentavam pequenos danos em suas estruturas, como trincas, fissuras e falta de tampa de identificação. A conservação dessas estruturas é fundamental para garantir a qualidade das análises e coletas de dados.

3.3 Coleta de amostras para análise de água subterrânea e superficial

Tanto a Empresa 1 quanto a Empresa 2 realizaram suas coletas conforme exposto anteriormente. As coletas realizadas pela Empresa 1 ocorreram entre os meses de janeiro e março de 2020. A Empresa 2 realizou a coleta de amostras no mês de abril do ano de 2024. Ambas realizaram as coletas nos pontos principais de monitoramento tanto para água superficial quanto subterrânea.

3.4 Análise ambiental comparativa e discussão dos resultados

As amostras realizadas pela Empresa 1 no ano de 2020 apresentaram valores diferentes dos quais a Empresa 2 obteve em 2024. Esses comparativos podem ser observados no Quadro 2. O quadro foi dividido entre os parâmetros comparativos das amostras coletadas em águas subterrâneas, e águas superficiais. Para indicativo de limites máximos permitidos, apresentaram-se os valores determinados pela Resolução CONAMA 396/2008 para água subterrânea e CONAMA 357/2005 para águas superficiais.

Quadro 2. Análise comparativa de parâmetros de águas subterrâneas e superficiais.

Parâmetros	Unidade	Águas subterrâneas						
		CONAMA 396/2008	Resultados Empresa 1 2020			Resultados Empresa2 2024		
			PM 1	PM 2	PM 3	PM 1	PM 2	PM 3
pH	-	6,0 - 9,0	7	6	6	6	6	7
Oxigênio Dissolvido (OD)	mg/L	N/A	0,11	0,29	0,4	0,3	3,41	0,27
Turbidez (UNT)	mg/L	N/A	226	113	160	0	0	0
Nitrato NO₃⁻	mg/L	10mg/L	< 1	< 1	< 1	< 1	4,234	< 1
Cloreto (Cl)	mg/L	250	253,18	83,63	166,675	61,151	90,256	57,074
Nitrogênio Amoniacal (NH₄⁺)	mg/L	valores definidos conforme uso	37,75	2,58	<0,30	0,575	0,116	0,309
Níquel (Ni)	mg/L	0,1	<0,010	<0,010	0,021	<0,001	0,006	0,01
Chumbo (Pb)	mg/L	0,01	<0,010	<0,010	<0,010	0,0004	0,0017	0,0006
Alumínio (Al)	mg/L	0,2	29,23	8,036	21,685	0,102	0,698	0,051
Zinco (Zn)	mg/L	5	0,132	0,044	0,074	0,067	0,078	0,075
Parâmetros	Unidade	Águas superficiais						
		CONAMA 357/2005	Resultados Empresa 1			Resultados Empresa 2		
			P 1	P 2	P 3	P 1	P 2	P 3
Cloreto (Cl)	mg/L	250	8,68	31,96	13,18	16,2	31,3	0
Nitrogênio Amoniacal (NH₄⁺)	mg/L	variável conforme pH e classe	< 0,30	< 0,30	< 0,30	0,29	0,94	1,47
Níquel (Ni)	mg/L	0,1	<0,010	<0,010	<0,010	0,001	0,001	0,005
Alumínio (Al)	mg/L	0,2	0,347	0,545	<0,010	0,051	0,362	0
Zinco (Zn)	mg/L	5	0,009	0,017	<0,009	0,05	0,05	0,08

Legenda: acima dos níveis permitidos pela resolução (em vermelho); aumento em 2024 dos níveis analisados em relação ao ano de 2020 (verde); redução dos níveis em 2024 em relação ao ano de 2020 (cinza).

Fonte: Empresa 1, 2020; Empresa 2, 2024

A análise comparativa dos parâmetros físico-químicos das águas subterrâneas e superficiais, entre os anos de 2020 e 2024, revela um panorama complexo que exige uma interpretação cuidadosa. Embora se observe uma tendência de melhora em vários pontos, a persistência e o agravamento de certos indicadores no Poço de Monitoramento 2 (PM2) acendem um alerta sobre a eficácia das medidas de remediação a longo prazo e a necessidade de manutenção contínua.

3.4.1 Análise detalhada das águas subterrâneas (PM1, PM2, PM3)

A água subterrânea é um dos recursos mais vulneráveis à contaminação por lixões, e sua proteção é regida pela Resolução CONAMA nº 396/2008, que estabelece valores máximos permitidos (VMP) para consumo humano. A análise dos poços revela diferentes realidades:

- **PM1:** Observa-se uma melhora significativa na maioria dos parâmetros, com redução drástica de Alumínio (de 29,23 mg/L para 0,102 mg/L), Cloreto (de 253,18 mg/L para 61,15 mg/L) e Nitrogênio Amoniacal (de 37,75 mg/L para 0,575 mg/L). Isso sugere que a pluma de contaminação pode estar se deslocando ou que as medidas de captação e tratamento na fonte (lagoas) estão tendo efeito nesse ponto específico. Todos os parâmetros em 2024 estão dentro dos VMP da CONAMA 396/2008.
- **PM2 (Ponto Crítico):** Embora o Alumínio tenha reduzido (de 8,036 mg/L para 0,698 mg/L), seu valor ainda ultrapassa o VMP de 0,2 mg/L da CONAMA 396/2008. Destaca-se ainda o aumento expressivo de Nitrato (NO_3^-), que saltou de <1 mg/L para 4,234 mg/L. Mesmo estando abaixo do VMP de 10 mg/L, a tendência de aumento é um forte indicativo de processos contínuos de nitrificação no aquífero, possivelmente associados à oxidação da matéria orgânica do chorume. O aumento do Oxigênio Dissolvido (OD) de 0,29 mg/L para 3,41 mg/L corrobora essa hipótese, indicando condições mais oxidantes que mobilizam diferentes contaminantes. A persistência de Alumínio acima do limite legal configura uma infração aos artigos 10º e 11º da CONAMA 396/2008, que obrigam o poluidor a garantir a qualidade da água para os usos preestabelecidos.
- **PM3:** Apresenta um quadro estável ou de melhora, com todos os parâmetros dentro dos limites legais em 2024.

O comportamento do PM2 é um exemplo clássico da evolução geoquímica de uma pluma de contaminantes em aterros desativados. Estudos como os de Koda *et al.* (2022) e Sobieraj (2025) demonstram que, mesmo após o encerramento, a atenuação natural de contaminantes pode levar décadas. O aumento do nitrato, paradoxalmente, pode ser um sinal de que a oxidação da amônia (NH_4^+) está ocorrendo, mas em ritmo mais lento que a geração. A situação se agrava com a falta de manutenção observada *in loco* (seção 3.2). Rachaduras nas estruturas dos poços de monitoramento e a obstrução de

drenos podem comprometer a representatividade das amostras ou, pior, criar caminhos preferenciais para a migração de contaminantes não tratados.

3.4.2 Análise detalhada das águas superficiais (P1, P2, P3)

Para as águas superficiais, a Resolução CONAMA nº 357/2005, Classe 2, define os padrões. Os resultados são menos alarmantes que os subterrâneos, mas não isentos de riscos.

- **P1 (Lagoa 2):** O Alumínio, que estava acima do limite (0,347 mg/L > 0,2 mg/L) em 2020, reduziu para 0,051 mg/L em 2024, estando agora conforme a lei. Os demais parâmetros estão baixos.
- **P2 (Bombeamento do Rio):** Este é o ponto superficial mais crítico. O Alumínio (0,362 mg/L) novamente ultrapassa o limite de 0,2 mg/L da CONAMA 357/2005. O Nitrogênio Amoniacal (0,94 mg/L), embora sem um VMP numérico fixo na resolução para Classe 2, é um valor elevado que indica poluição por esgoto ou chorume, podendo ser tóxico para a vida aquática em pH mais alto.
- **P3 (Efluente do Processo):** Observa-se um aumento preocupante no Nitrogênio Amoniacal, que saltou de <0,30 mg/L para 1,47 mg/L. Isso sugere ineficiência no sistema de tratamento do chorume, possivelmente ligado à precariedade das lagoas e da casa de bombas constatada na visita técnica.

A presença de alumínio e nitrogênio amoniacal no ponto P2 indica que o corpo d'água receptor ainda sofre influência direta do vazadouro. Este cenário se alinha com as observações de Medeiros *et al.* (2023), que destacam a necessidade de sistemas de proteção ambiental (SPA) robustos e com manutenção perene.

3.5 Implicações das não conformidades e ações mitigadoras

Com base na análise integrada dos dados (Quadro 2) e da inspeção *in loco* (seção 3.2), identificam-se as seguintes infrações e recomendações, apresentadas no Quadro 3:

Quadro 3. Relação de Infrações, Consequência Potencial e Ações Mitigadoras Possíveis.

Parâmetro/Local	Infração à Legislação	Consequência Potencial	Ação Mitigadora Urgente
Alumínio (PM2)	Art. 11 da CONAMA 396/2008 (VMP 0,2 mg/L excedido)	Toxicidade crônica para biota aquática, potencial neurotóxico para consumo humano.	Investigar fonte pontual, instalar barreiras reativas ou sistema de bombeamento e tratamento in situ no PM2.
Nitrato (PM2 - tendência)	Vigilância sanitária (Portaria GM/MS 888/2021, VMP 10 mg/L). A tendência indica risco futuro.	Metemoglobinemia (síndrome do bebê azul) em crianças e gestantes se água for consumida.	Monitoramento semestral com alarme de tendência. Impedir qualquer uso humano do poço.
Alumínio (P2)	Art. 33 da CONAMA 357/2005 (VMP para classe 2 excedido)	Toxicidade para organismos aquáticos, prejudicando a reprodução de peixes.	Manutenção e desobstrução imediata dos dispositivos de drenagem superficial para evitar carreamento de sedimentos.
Nitrogênio Amoniacal (P3)	Art. 34 da CONAMA 430/2011 (padrões de lançamento em corpos d'água)	Eutrofização do rio Valão dos Bois, consumo de oxigênio, mortandade de peixes.	Reforma da ETE de chorume (lagoas), reparo da geomembrana e reativação do sistema de aeração/recirculação.
Manutenção Geral	Condicionantes da Licença de Encerramento (INEA) - Princípio da segurança do aterro.	Falha catastrófica do talude, contaminação do lençol freático.	Plano de Manutenção Preventiva e Corretiva (PMPC) obrigatório, com cronograma e responsável técnico, sob pena de multa diária.

4 CONCLUSÕES

O estudo teve como objetivo contextualizar a gestão de resíduos sólidos no Brasil, com foco na implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e nos desafios enfrentados para o encerramento e recuperação de áreas degradadas por lixões. A pesquisa abordou o caso específico do antigo Lixão de Seropédica, no Rio de Janeiro, avaliando os resultados das análises realizadas por duas empresas em épocas diferentes, discutindo e apontando a correlação entre os mesmos e a redução ou não dos riscos ambientais, bem como da eficácia das medidas de controle ambiental propostas no encerramento.

Conclui-se que o processo de remediação do antigo lixão de Seropédica, embora tenha promovido avanços significativos na qualidade ambiental da área, faz-se necessário maior atenção com a área devido à interrupção do monitoramento e manutenção contínuos, comprometendo a eficácia das soluções implementadas e a segurança jurídica do município frente à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e às Resoluções CONAMA nº 357/2005 e 396/2008.

A análise comparativa (2020-2024) revelou um quadro de melhoras pontuais, mas também de agravamento em pontos-chave. O Poço de Monitoramento 2 (PM2) foi identificado como o ponto de maior vulnerabilidade, com níveis de Alumínio persistentemente acima do limite legal (0,698 mg/L > 0,2 mg/L) e uma tendência de crescimento expressivo de Nitrato (de <1 para 4,234 mg/L), indicando uma pluma de contaminação subterrânea ainda ativa e em evolução. Nas águas superficiais, o ponto de bombeamento do rio (P2) também apresentou inconformidade para Alumínio (0,362 mg/L > 0,2 mg/L), enquanto o efluente tratado (P3) mostrou aumento alarmante de Nitrogênio Amoniacal (para 1,47 mg/L), evidenciando a necessidade de maior atenção no sistema de tratamento de chorume.

A inspeção *in loco* de 2024 foi fundamental para interpretar esses resultados: a área carece de maiores cuidados. A obstrução parcial das canaletas de drenagem, a degradação das geomembranas das lagoas, as fissuras nos poços de monitoramento e a vegetação invasora são problemas que devem ser sanados e acompanhados; A desaceleração de alguns parâmetros em pontos como PM1 e PM3 pode indicar uma melhoria, porém o PM2 mostra o contrário.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10004-1:2024**: resíduos sólidos – classificação – parte 1: requisitos de classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, n. 136, p. 95-96, 17 jul. 2002.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 18 mar. 2005.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 396, de 3 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 7 abr. 2008.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 404, de 11 de novembro de 2008. Dispõe sobre critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de empreendimentos de irrigação. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 12 nov. 2008.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 16 maio 2011.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Projeto de encerramento e recuperação do antigo lixão**. São Paulo: CETESB, [s.d.]. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/projeto-recuperacao-lixao.pdf>. Acesso em: 5 out. 2024.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE MUNICÍPIOS (CNM). **Encerramento de lixão e aterro controlado**: orientações e alertas. Brasília, DF: CNM, 2024. Disponível em: https://cnm.org.br/storage/biblioteca/2024/Livros/202403_LIV_SANEA_Cartilha_Encerramento_Lixoes.pdf. Acesso em: 31 maio 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Recuperação ambiental**. Brasília, DF: IBAMA, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/biodiversidade/recuperacao-ambiental>. Acesso em: 5 out. 2024.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (INEA). **Áreas contaminadas**. Rio de Janeiro: INEA, [s.d.]. Disponível em: <https://geoportal.inea.rj.gov.br/portal/apps/storymaps/stories/f1bab0f054244260b25c82c53b0a5173>. Acesso em: 5 jun. 2025.

KODA, E. *et al.* Space redevelopment of old landfill located in the zone between urban and protected areas: case study. **Energies**, Basel, v. 15, n. 1, p. 146, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/en15010146>.

MAIELLO, Antonella; BRITTO, Ana Lucia Nogueira de Paiva; VALLE, Tatiana Freitas. Implementação da política nacional de resíduos sólidos. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 52, n. 1, p. 24-51, 2018.

MATOS, V. C. de. Política nacional de resíduos sólidos: uma abordagem crítico/reflexiva. **Revista Eletrônica Multidisciplinar de Investigação Científica**, Brasil, v. 4, n. 22, 2025. DOI: 10.56166/remici.v4n22101025.

MEDEIROS, M. A.; CABRAL, F. V.; LIMA, L. O. Sistemas de proteção ambiental em aterros sanitários. **Revista Foco**, Curitiba, v. 16, n. 11, p. 01-21, e3746, 2023.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL (Brasil). **Roteiro para encerramento de lixões**: apoio para tomada de decisões. Brasília, DF: MDR, 2021. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/proteger/biblioteca/23_12_21_Roteiro_de_encerramento_de_lixoes.pdf. Acesso em: 29 maio 2025.

OLIVEIRA, Ana Carolina Eugênio de. **Avaliação de emissões fugitivas de biogás na camada de cobertura do aterro sanitário da CTR de Nova Iguaçu e do Lixão de**

Seropédica, Rio de Janeiro. 2013. 159 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento Ambiental) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

PEREIRA, T. C. G. O processo de produção de uma injustiça ambiental e seus impactos: o caso do CTR Rio em Seropédica. **Espaço e Economia** [Online], n. 19, 2020. DOI: <https://doi.org/10.4000/espacoeconomia.16546>.

SOBIERAJ, J.; METELSKI, D. Analysis of technologies for the reclamation of illegal landfills: a case study of the relocation and management of chromium and arsenic contamination in Łomianki (Poland). **Sustainability**, Basel, v. 17, n. 7, p. 2796, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3390/su17072796>.

SOUSA, G. L. de; FERREIRA, V. T. de O.; GUIMARÃES, J. de C. Lixão a céu aberto: implicações para o meio ambiente e para a sociedade. **Revista Valore**, v. 4, p. 367-376, 2020. DOI: <https://doi.org/10.22408/rev402019377367-376>.

VINCEVICA-GAILE, Z. *et al.* Case study-based integrated assessment of former waste disposal sites transformed to green space in terms of ecosystem services and land assets recovery. **Sustainability**, Basel, v. 15, n. 4, p. 3256, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/su15043256>.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.