

Mapeamento de Oferta e Demanda de Lodo de Estações de Tratamento de Água na Região Metropolitana do Rio de Janeiro

*André Alcantara de Faria¹; Loreine Ribeiro da Silva¹; Paulo Henrique Pereira Reis²;
Domenique Joelle Silva²; Marcelo Obraczka¹; Margareth da Silva Magalhães¹*

✉ afaria.alcantara@gmail.com

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

2. Companhia Estadual de Águas e Esgotos (CEDAE)

Histórico do Artigo: O autor detém os direitos autorais deste artigo.

Recebido em: Outubro de 2025

Aceito em: Novembro de 2025

Publicado em: Dezembro de 2025

Resumo: Nas Estações de Tratamento de Água (ETAs) são consumidas diariamente toneladas de produtos químicos para tornar a água própria para consumo. Um dos subprodutos gerados no processo de clarificação da água é o lodo, que consiste em um aglomerado de partículas sólidas constituídas de resíduos provenientes do manancial e de produtos químicos utilizados no tratamento. O lodo é considerado um passivo ambiental das atividades operacionais devido à grande quantidade produzida e à presença de produtos químicos em sua composição. O maior desafio das companhias de saneamento está no reaproveitamento sustentável desse resíduo sob os pontos de vista técnico, ambiental e econômico. Nesse sentido, a busca por alternativas adequadas de destinação ambiental, que visem principalmente sua valorização como matéria-prima, se faz fundamental. Dentre os usos alternativos, destacam-se a produção de cerâmica, cimento, concreto não estrutural, solo cimento, asfalto e base para pavimentação. Este trabalho teve por objetivo mapear potenciais indústrias de interesse para destinação e utilização do lodo das ETAs da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) como matéria-prima para produção de materiais cerâmicos, cimentícios e/ou asfálticos. A partir do uso de geotecnologias e das informações fornecidas pelo Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e/ou Utilizadoras de Recursos Ambientais (CTF/APP) do IBAMA e do Departamento de Recursos Minerais – DRM, foi possível identificar 114 empreendimentos dentro de raios de viabilidade a partir da localização das estações de tratamento de água. Os resultados obtidos mostraram que a maior parte das indústrias identificadas estavam registradas com código de atividade referente à fabricação e elaboração de materiais minerais não metálicos, como cimento e cerâmica, por exemplo. Este trabalho se configura como um guia inicial para o desenvolvimento de um Programa de Reaproveitamento do Lodo das ETAs na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, mapeando-se por meio de Sistema de Informações Geográficas (SIG) as potenciais indústrias receptoras desses resíduos.

Palavras-chave: Lodo, Estação de Tratamento de Água, Reaproveitamento, Matéria-Prima, Resíduos Sólidos.

Mapping Of Supply And Demand Of Sludge From Water Treatment Plants In The Rio De Janeiro Metropolitan Region

Abstract: Water Treatment Plants (WTPs) consume tons of chemicals daily to make water safe for consumption. One of the byproducts generated in the water clarification process is sludge, which consists of a cluster of solid particles made up of waste from the water source and chemicals used in treatment. Sludge is considered an environmental liability of operational activities due to the large quantity produced and the presence of chemicals in its composition. The biggest challenge for sanitation companies is the sustainable reuse of this waste from technical, environmental, and economic perspectives. Therefore, the search for suitable environmental disposal alternatives, primarily aimed at its valorization as a raw material, is essential. Alternative uses include the production of ceramics, cement, non-structural concrete, cement soil, asphalt, and paving base. This study aimed to map potential industries of interest for the disposal and use of sludge from the WTPs in the Rio de Janeiro Metropolitan Region (RMRJ) as a raw material for the production of ceramic, cementitious, and/or asphalt materials. Using geotechnologies and information provided by the Federal Technical Registry of Potentially Polluting and/or Resource-Using Activities (CTF/APP) of IBAMA and the Department of Mineral Resources (DRM), 114 projects were identified within a viable radius of the treatment plants. The results showed that most of the identified industries were registered with an activity code related to the manufacture and processing of non-metallic mineral materials, such as cement and ceramics. This work serves as an initial guide for the development of a Wastewater Treatment Plant Sludge Reuse Program in the Metropolitan Region of Rio de Janeiro, mapping potential industries that could receive this waste through a Geographic Information System (GIS).

.Keywords: Sludge, Water Treatment Plant, Reuse, Raw Material, Solid Waste.

Mapeo De La Oferta Y Demanda De Lodos De Plantas De Tratamiento De Agua En La Región Metropolitana De Río De Janeiro

Resumen: Las Plantas de Tratamiento de Agua (PTA) consumen toneladas de productos químicos diariamente para garantizar la seguridad del agua potable. Uno de los subproductos generados en el proceso de clarificación del agua son los lodos, compuestos por un conjunto de partículas sólidas compuestas por residuos de la fuente de agua y productos químicos utilizados en el tratamiento. Los lodos se consideran un pasivo ambiental debido a su gran volumen y a la presencia de productos químicos en su composición. El mayor reto para las empresas de saneamiento es la reutilización sostenible de estos residuos desde una perspectiva técnica, ambiental y económica. Por lo tanto, es fundamental la búsqueda de alternativas de eliminación ambiental adecuadas, principalmente orientadas a su valorización como materia prima. Entre los usos alternativos, destacan la producción de cerámica, cemento, hormigón no estructural, suelo de cemento, asfalto y bases para pavimentos. Este estudio tuvo como objetivo mapear las industrias potenciales de interés para la disposición y el uso de lodos de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en la Región Metropolitana de Río de Janeiro (RMRJ) como materia prima para la producción de materiales cerámicos, cemento y/o asfalto. Utilizando geotecnologías e información proporcionada por el Registro Técnico Federal de Actividades Potencialmente Contaminantes y/o Utilizadoras de Recursos (CTF/APP) del IBAMA y el Departamento de Recursos Minerales (DRM), fue posible identificar 114 proyectos dentro de un radio viable de las plantas de tratamiento. Los resultados mostraron que la mayoría de las industrias identificadas estaban registradas con un código de actividad relacionado con la fabricación y el procesamiento de materiales minerales no metálicos, como cemento y cerámica. Este trabajo sirve como guía inicial para el desarrollo de un Programa de Reutilización de Lodos de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales en la Región Metropolitana de Río de Janeiro, mapeando las industrias potenciales que podrían recibir estos residuos a través de un Sistema de Información Geográfica (SIG).

Palabras clave: Planta de Tratamiento de Agua, Reutilización, Materia Prima, Residuos Sólidos.

INTRODUÇÃO

Até o final do século XX, as Estações de Tratamento de Água (ETAs) foram implantadas com o objetivo prioritário de tratar a água para fornecimento com qualidade à população atendendo os padrões de potabilidade estabelecidos pelo Ministério da Saúde. Assim, os resíduos gerados no processo de tratamento da água tendiam a não receber a devida atenção. (Silva, 2021).

O tratamento de água do tipo convencional gera resíduos devido à remoção das partículas presentes na água, em consequência da aplicação de produtos químicos que desestabilizam as partículas coloidais possibilitando a formação de flocos para posterior remoção nos decantadores e nos filtros (Tony, 2022). Com isto, há a geração de dois tipos de resíduos, provenientes das descargas ou limpeza dos decantadores, bem como da água de lavagem de filtros.

A quantidade e qualidade dos resíduos gerados nas ETAs pode ser muito variável, pois depende de diversos fatores, como: qualidade da água bruta, tecnologia de tratamento da água, produtos químicos utilizados (tipo, dosagem e características), concepção das unidades de decantação/flotação e filtração, operação de remoção do lodo (Di Bernardo, 2023).

Segundo o Plano Nacional de Saneamento Básico (PNSB), em 2017, o Brasil contava com 4.962 ETAs (IBGE, 2020), entretanto, este número tem aumentado nos últimos anos devido à busca pela universalização do saneamento.

Conforme dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), nos 1.094 municípios declarantes com ano-base 2015, correspondente a uma população urbana de 124.960.992 habitantes, foram geradas mais de 78 milhões de toneladas de resíduos de ETA em 2017 em todo o país (BRASIL, 2022). Entretanto, este dado não é representativo do volume geral, pois existem muitos municípios não declarantes.

O lodo de estações de tratamento de água é classificado como resíduo sólido não inertes (Classe II-A) pela NBR 10.004/2004 (ABNT, 2004) e considerado como um passivo ambiental devido à grande quantidade produzida e a presença de produtos químicos em sua composição (Gomes, 2019). A nova NBR 10.004-1/2024 (ABNT, 2024) define que os resíduos são perigosos (Classe 1) ou não perigosos (Classe 2)

No que tange à destinação de resíduos de ETA, observou-se que, no país, cerca de 64% dos municípios, em 2017, dispunham os resíduos de forma inadequada, sendo lançados em corpos d'água, terreno baldio, lixão ou aterro controlado. Com relação ao recorte específico do Estado do Rio de Janeiro, verificou-se a mesma dinâmica nacional, com 78% dos municípios

destinando de forma inadequada os resíduos de ETA, sendo 74% em corpos d'água e 4% em terreno baldio, lixão ou aterro controlado (IBGE, 2017), conforme Tabela 1:

Tabela 1: Formas de destinação dos resíduos de ETAs nos municípios do Rio de Janeiro segundo a PNSB de 2017

Destino dos resíduos gerados nas ETAs	Corpos d'água	Terreno baldio, lixão ou aterro controlado	Aterro Sanitário	ETE	Uso na Construção Civil	Uso para insumo na Agricultura	Outros
Quantidade	53	3	9	0	0	1	6
Porcentagem	74%	4%	13%	0%	0%	1%	8%

Fonte: Elaboração Própria.

De modo a fomentar a sustentabilidade e promover o conceito de economia circular, o lodo de ETA passou a ser estudado com o intuito de ser reaproveitado (Zhao, 2020).

A aplicação em escala real nos países subdesenvolvidos e em desenvolvimento é ainda muito incipiente (URBAN, *et al.*, 2019). Na União Europeia, a disposição do resíduo de ETA em aterros sanitários tem prazo de encerramento previsto até 2030, conforme estabelecido pela (DIRETIVA UE 2018/250). Neste contexto, a busca por alternativas para o uso benéfico dos lodos de ETAs está sendo realizado no mundo, já havendo experiências relevantes em alguns países, como na Itália, onde a taxa de aproveitamento de 25% (FRIAS, *et al.*, 2014).

Em estudos realizados com o lodo da ETA Guandu tendo como foco sua incorporação para utilização em camada de sub-base para pavimentação, Delgado (2016) inferiu que o resíduo demonstrou um desempenho satisfatório ao ser incorporado ao pó de pedra numa proporção de 5%, sem a necessidade de qualquer agente estabilizador. Hoppen *et al.* (2005) concluíram que as composições de concreto contendo até 5% de lodo mostraram-se viáveis para uma variedade de aplicações.

Considerando a perspectiva de uma gestão sustentável dos resíduos do processo de tratamento gerados pelas ETAs da Companhia Estadual de Águas e Esgotos (CEDAE), explorando a sua utilização como matéria-prima em diversas atividades industriais, torna-se essencial realizar o mapeamento de potenciais tipologias industriais nas proximidades dessas unidades. Para realizar esse levantamento e análise, ferramentas de Geoprocessamento podem ser empregadas.

O objetivo do presente trabalho foi dar continuidade no aprofundamento (Faria, *et al.*, 2024) de identificação e mapeamento de potenciais indústrias de interesse para destinação e utilização do lodo das ETAs de Campos Eliseos, Guandu, Japeri e Laranjal, operadas pela CEDAE,

no estado do Rio de Janeiro, como matéria-prima para produção de materiais cerâmicos, cimentícios e/ou asfálticos.

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia se baseou nas etapas descritas, como:

- (i) seleção de atividades com potencial para destinação e aproveitamento do lodo do CTF/IBAMA e de empresas de extração mineral do cadastro do DRM;
- (ii) traçar o raio de 50km a partir de cada ETA selecionada para definição da área de abrangência;
- (iii) produção de mapas de localização dos empreendimentos de interesse considerando o raio de viabilidade de oferta e demanda de lodo (Urban, 2019).

Primeira Etapa: Seleção das Atividades

O Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e/ou Utilizadoras de Recursos Ambientais (CTF/APP) do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) é responsável pela identificação e registro de pessoas físicas e jurídicas que se dedicam às atividades potencialmente poluidoras e/ou à extração, produção, transporte e comercialização de produtos potencialmente perigosos ao meio ambiente, assim como de produtos e subprodutos da fauna e flora (IBAMA, 2022).

As atividades catalogadas pelo CTF/APP são agrupadas em categorias, a depender do tipo de empreendimento, e separadas por códigos que correspondem às descrições normativas e especificações das atividades listadas. Cada descrição de atividade possui uma Ficha de Técnica de Enquadramento (FTE) correspondente, contendo as descrições para seu enquadramento.

Para levantamento de possível destinação e uso do lodo das ETAs, foram considerados os empreendimentos compreendidos nas categorias:

- 2 - Indústrias de Produtos Minerais Não Metálicos;
- 14 - Indústrias Diversas.

Tais empreendimento são enquadrados nas atividades:

- 2-2 - Fabricação e elaboração de produtos minerais não metálicos tais como produção de material cerâmico, cimento, gesso, amianto, vidro e similares;

- 14-1 - Usinas de produção de concreto;
- 14-2 - Usinas de produção de asfalto.

Além disso, foram obtidas junto ao Departamento de Recursos Minerais (DRM-RJ) as informações no que tange às atividades de extração mineral no estado do Rio de Janeiro. As empresas extrativistas de substâncias como argila, areia e saibro utilizadas como matéria-prima em diversas cadeias produtivas como a matriz cerâmica, cimentícia e da construção civil foram selecionadas como potenciais receptores de lodo de ETA para uso benéfico.

As ETAs adotadas para este estudo são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2: Levantamento de ETAs geradoras de lodo na RMRJ

Fonte geradora (ETA)	Empresa/responsável	Localização	Vazão (l/s)	Tipo de tratamento de potabilização	Coagulante Utilizado
Guandu	CEDAE	Nova Iguaçu	43.000	Ciclo completo	Sulfato de Alumínio, Cloreto Férrico
Laranjal	CEDAE	São Gonçalo	6.500	Ciclo completo	Sulfato de Alumínio
Campos Eliseos	CEDAE	Duque de Caxias	200	Ciclo completo	Sulfato de Alumínio
Japeri	CEDAE	Seropédica	150	Ciclo completo	Sulfato de Alumínio

Fonte: Elaboração Própria.

Segunda Etapa: Definição da Área De Abrangência (Rmrj)

Como critério para recorte da área de estudo na Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ), foi definida que os potenciais receptores de lodo deveriam estar total ou parcialmente inseridos dentro de um raio de 50 km partindo da localização das ETAs (Faria, *et al.*, 2024). Observou-se que este raio adotado, inicialmente, abrangeu a RMRJ delimitando uma área entre o mar e as cotas mais elevadas.

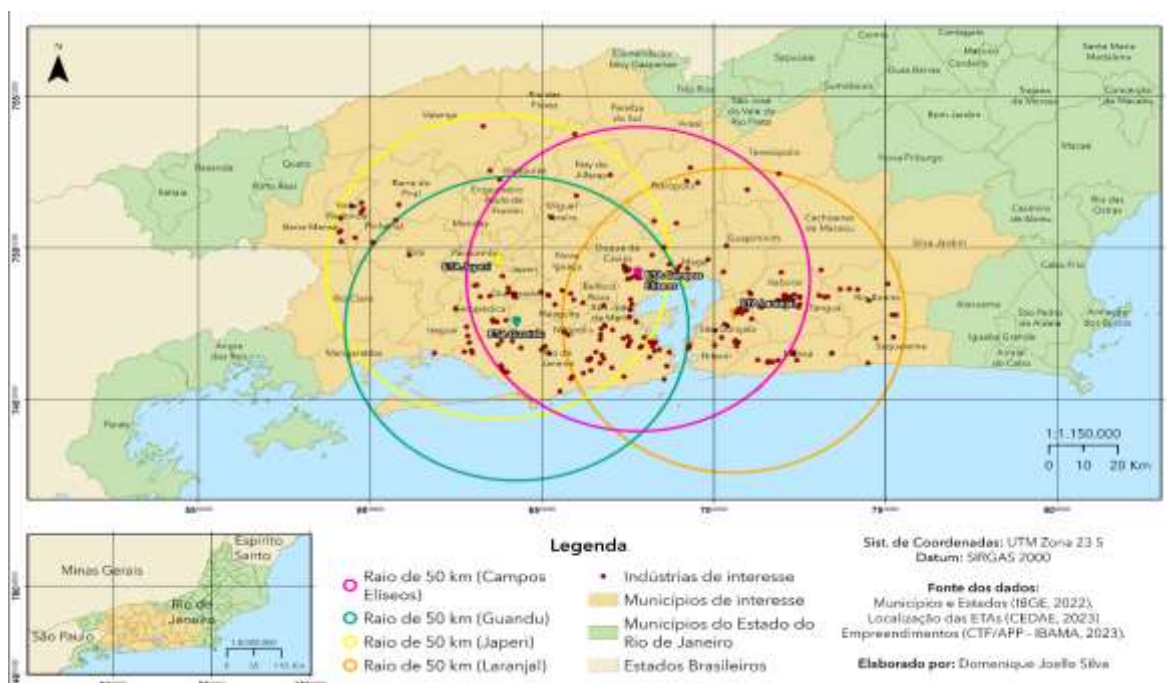
Mapeamento de Oferta e Demanda de Lodo de Estações de Tratamento de Água na Região Metropolitana do Rio de Janeiro

Num primeiro momento, foi utilizado o software de geoprocessamento *ArcGIS Pro*. A ferramenta *Buffer* permite a criação de polígonos ao redor de um determinado objeto de interesse (ponto, linha ou polígono), estabelecendo um raio de influência com distância especificada.

Para criação do raio de abrangência, após abertura de um projeto, os *shapefiles* de municípios do Estado do Rio de Janeiro e de localização das ETAs foram inseridos e os seguintes passos foram realizados no software: *Analysis > Tools > Proximity > Buffer*.

Nos parâmetros do comando, tivemos a localização como feição de entrada e uma distância linear de 50 km. Além disso, os parâmetros de método planar e dissolve *type* foram mantidos padronizados.

A partir dos raios criados, foi possível utilizar o método de seleção por localização (*Select by Location*) para escolha dos municípios de interesse. Para isso, cada raio foi utilizado como feição de seleção e o *shapefile* de municípios do ERJ como feição de entrada. Os municípios foram selecionados e exportados, gerando um novo arquivo, e tiveram a simbologia alterada para diferenciação dos demais municípios do Estado. Na figura 1, observam-se os raios de 50 km de cada uma das ETAs e os municípios que compreendem parte da análise.



Fonte: Os autores, (SILUBESA, 2024)

Terceira Etapa: Produção de Mapas de Oferta e Demanda de Lodo

A partir dos dados obtidos na etapa anterior, utilizando o software *QGIS*, foram elaborados os mapas georreferenciados de cada ETA e dos potenciais receptores de lodo a partir do raio de viabilidade gerados pela ferramenta *buffer*. O raio de 10 km (Urban, 2016) foi o que possibilitou a formação de um número viável de grupos de ETAs em locais com características semelhantes, denominados “clusters”.

Esse raio de viabilidade foi traçado para cada mapa georreferenciado identificando os potenciais receptores de lodo a partir do posicionamento de cada ETA da área de abrangência da Região metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ).

Os potenciais receptores de lodo foram selecionados a partir dos dados obtidos no CTF/IBAMA, bem como, do cadastro do Departamento de Recursos Minerais (DRM-RJ).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras 2, 3, 4 e 5 apresentam os mapas finais de localização das indústrias, representadas de acordo com suas respectivas atividades, dentro dos raios de abrangência analisados.

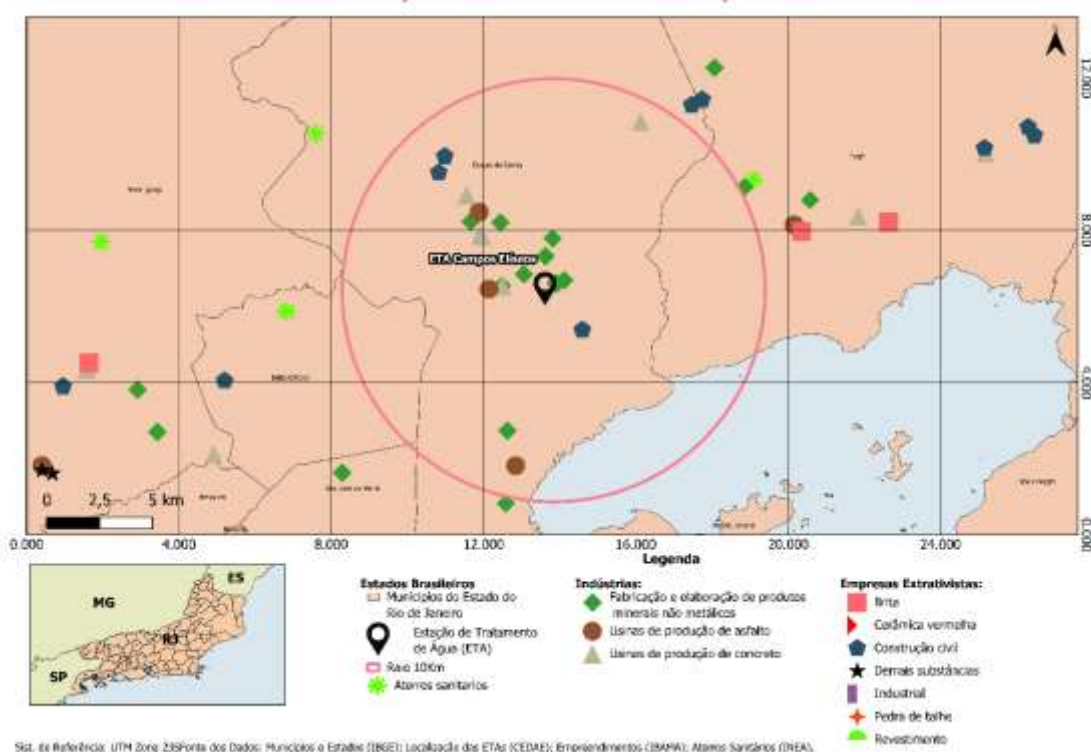


Figura 2. Mapa georreferenciado com localização da ETA Campos Eliseos e os potenciais receptores de lodo no entorno.

Fonte: Os autores, 2025.

Mapeamento de Oferta e Demanda de Lodo de Estações de Tratamento de Água na Região Metropolitana do Rio de Janeiro

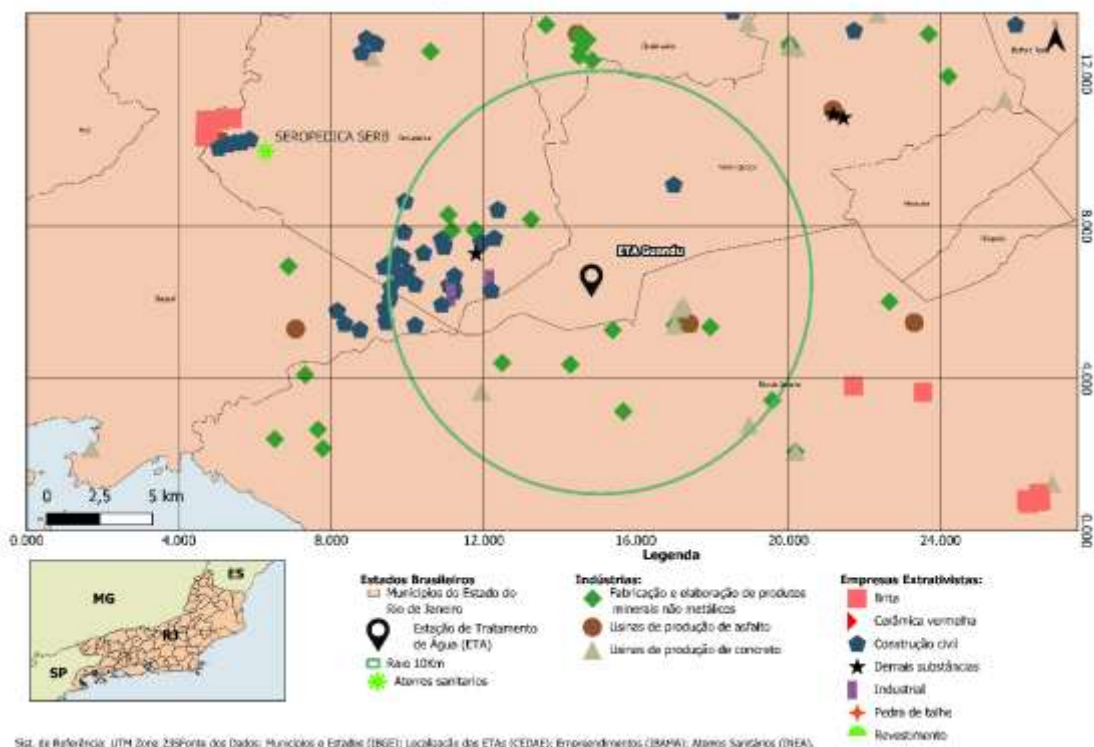


Figura 3. Mapa georreferenciado com localização da ETA Guandu e os potenciais receptores de lodo no entorno.

Fonte: Os autores, 2025.

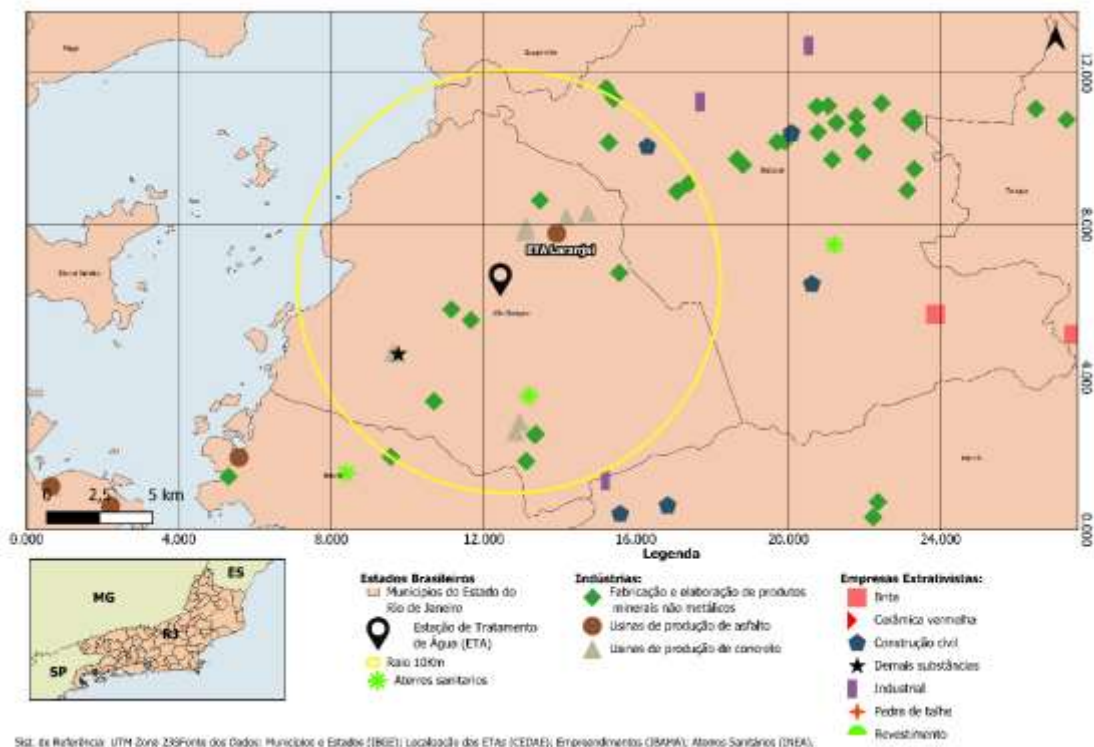


Figura 4. Mapa georreferenciado com localização da ETA Laranjal e os potenciais receptores de lodo no entorno.

Fonte: Os autores, 2025.

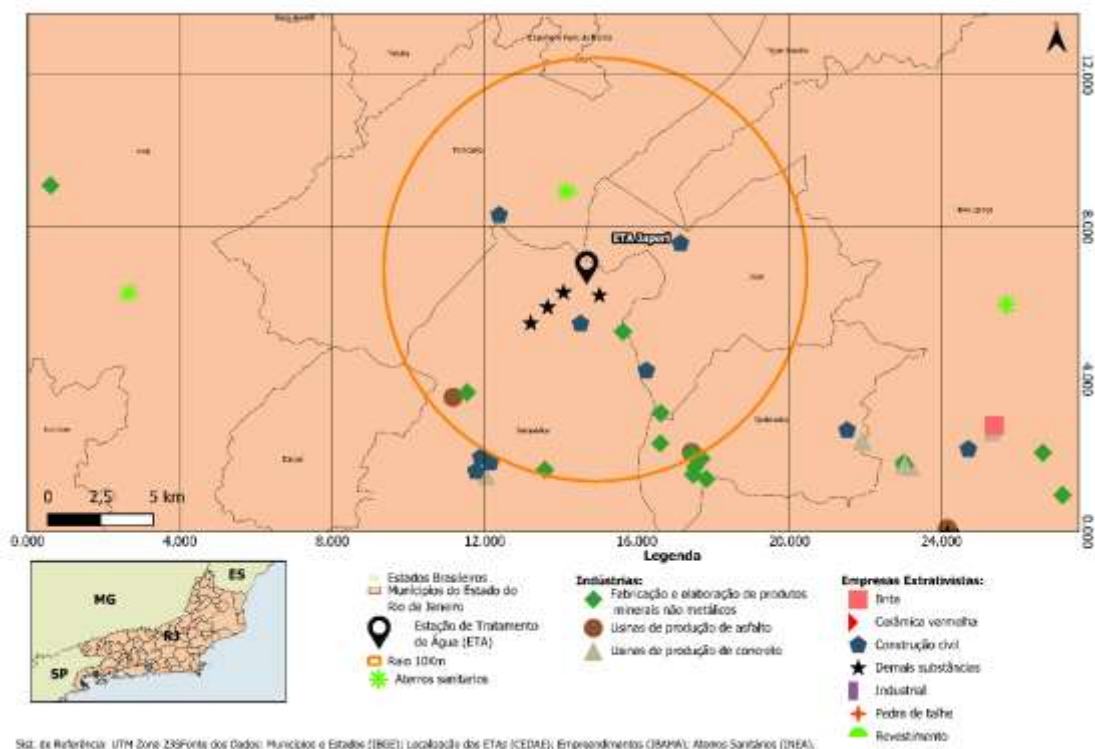


Figura 5. Mapa georreferenciado com localização da ETA Japeri e os potenciais receptores de lodo no entorno.

Fonte: Os autores, 2025.

A distribuição das destinações e dos potenciais receptores de lodo dentro do raio de viabilidade de 10 km no entorno de cada ETA pode ser observada na Tabela 3.

Tabela 3: Distribuição dos Potenciais Receptores de lodo por Tipo de Atividade

Atividade	ETA Campos Elíseos	ETA Guandu	ETA Japeri	ETA Laranjal	Total
Aterros Sanitários	0	0	1	1	2
Fabricação e elaboração de produtos minerais não metálicos	10	12	6	14	42
Usinas de Produção de Asfalto	4	2	2	1	9
Usina de Produção de Concreto	6	6	0	7	19
Brita	0	0	0	0	0
Cerâmica Vermelha	0	0	0	0	0
Construção Civil	3	25	4	1	33
Demais Substâncias	0	1	4	1	6
Industrial	0	3	0	0	3
Pedra de talhe	0	0	0	0	0
Revestimento	0	0	0	0	0

Fonte: Elaboração Própria.

A atividade que retornou maior número de indústrias foi a que se refere à fabricação e elaboração de produtos minerais, como cimento e cerâmica, com 42 registros, seguido da atividade vinculada à extração mineral de substâncias inerentes à indústria da construção civil com 33 ocorrências e das usinas de produção de concreto, com 19.

A ETA que obteve maior número de possibilidades de destinação dentro do raio de viabilidade de 10 km foi a ETA Guandu com 49 ocorrências, sendo 25 delas para a atividade de extração mineral de substâncias da matriz da construção civil.

Para as demais ETAs, as indústrias vinculadas à fabricação e elaboração de produtos minerais, como cimento e cerâmica, tiveram predominância com 14 registros para a ETA Laranjal, 10 para a ETA Campos Elíseos e 6 para a ETA Japeri.

É válido ressaltar que as análises foram realizadas separadamente para cada uma das ETAs estudadas. Além disso, algumas das indústrias em análise possuíam mais de uma atividade cadastrada no CTF/APP.

CONCLUSÃO

Considerando estudos anteriores que comprovam a viabilidade do aproveitamento de lodos provenientes de Estações de Tratamento de Água (ETAs) em diversas atividades industriais, evitando assim sua disposição em aterros sanitários, e se enquadrando dentro de conceitos de maior sustentabilidade e de economia circular, este trabalho se configura como um guia inicial para o desenvolvimento de um Programa de Reaproveitamento do Lodo das ETAs administradas pela CEDAE na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, mapeando-se por meio de SIG as potenciais indústrias receptoras desses resíduos.

Cabe destacar que avaliar essa correlação é de grande relevância, pois pode facilitar a concentração da destinação do lodo de mais do que uma ETA para determinados parceiros industriais, simplificando a logística, viabilizando o processo e permitindo a formalização de futuras parcerias.

Como desdobramento prático para o presente estudo, tendo em vista seus resultados promissores, sugere-se que sejam iniciadas tratativas com as indústrias mapeadas, com ênfase na identificação da demanda real, condução de testes para verificação da viabilidade do aproveitamento do lodo como insumo dos processos e subsequente formalização de acordos e parcerias. Além disso, destaca-se a importância da participação do setor público na construção de políticas públicas no estado do Rio de Janeiro, incentivando o uso do lodo na indústria.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT, 2004 NBR 10.004: Classificação de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: 48p.

ABNT, 2024 NBR 10.004-1: Resíduos Sólidos – Classificação Parte 1: Requisitos de classificação. 29p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental. Plano Nacional de Resíduos Sólidos – Planares / coordenação de André Luiz Felisberto França et. al. – Brasília, DF: MMA, 2022. 209 p

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A.D. Métodos e técnicas de tratamento de água. 2. ed. São Carlos: Rima, 2005. 2.

DELGADO, J. V. C. Avaliação da aplicação do lodo da ETA Guandu na pavimentação como disposição final ambientalmente adequada. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

FARIA, A. F.; SILVA, D. J.; REIS, P. H. P.; MAGALHAES, M. S.; OBRACZKA, M. – Identificação de indústrias de interesse para destinação do lodo das ETAs na RMRJ – II 389 – Anais do Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – 2024

FRÍAS, M.; DE LA VILLA, R. V.; DE SOTO, I.; GARCÍA, R.; BALOA, T.A (2014). Influence of activated drinking-water treatment waste on binary cement-based composite behavior: characterization and properties. Compos. Part. B: Eng. 60, 14-20.

Mapeamento de Oferta e Demanda de Lodo de Estações de Tratamento de Água na Região Metropolitana do Rio de Janeiro

HOPPEN, C. et al. Co-disposição de lodo centrifugado de Estação de Tratamento de Água (ETA) em matriz de concreto: método alternativo de preservação ambiental. *Cerâmica*, v. 51, n. 318, p. 85–95, abr. 2005.

IBAMA. Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e/ou Utilizadoras de Recursos Ambientais (CTF/APP). 2022. Disponível em: Acesso em: 26 out.de 2023. 6. IBAMA. Ibama - CTF/APP - FTEs - Categorias e Temas. Disponível em: Acesso em: 11 set. de 2023.

IBAMA. Plataforma de Análise e Monitoramento Geoespacial da Informação Ambiental – Pangia. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/centrais-de-conteudo/pangia>. Acesso em: 11 set. de 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2017. Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101734.pdf>. Acesso em: 07 fev.2023. ISBN 978-65-87201-11-5.

SILVA, L.R. – Gestão de resíduos gerados no tratamento de água: diagnóstico, desafios e oportunidades para a Bacia Hidrográfica dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ) / Luana Ribeiro da Silva. – Campinas, SP: [s.n.], 2021.

TONY, M.A. – Valorization of undervalued aluminum-based waterworks sludge waste for the science of “The 5 Rs’ criteria”. *Applied Water Science*, 2022.

URBAN, R. C. Metodologias para gerenciamento de lodo de ETA e ETE. 2016. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Campinas, SP, Brasil.

URBAN, R. C.; ISAAC, R. L.; MARI MORITA, D. Uso benéfico de lodo de estações de tratamento de água e de tratamento de esgoto: estado da arte. *Revista DAE*, Campinas, SP, 2019, v. 67, n. 219.