



## II-389 – IDENTIFICAÇÃO DE INDÚSTRIAS DE INTERESSE PARA DESTINAÇÃO DE LODO DAS ETAS NA RMRJ

### **André Alcantara de Faria<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Civil pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Mestre em Engenharia Ambiental e Sanitária pelo PEAMB/UERJ e Doutorado em Engenharia Ambiental e Sanitária no DEAMB/UERJ.

### **Paulo Henrique Pereira Reis<sup>(2)</sup>**

Engenheiro Florestal pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Gerente de Responsabilidade Socioambiental da Companhia Estadual de Águas e Esgotos (CEDAE).

### **Domenique Joelle Silva<sup>(3)</sup>**

Graduanda em Engenharia Ambiental pela Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Estagiário do Departamento de Meio Ambiente da Companhia Estadual de Águas e Esgotos (CEDAE).

### **Marcelo Obraczka<sup>(4)</sup>**

Engenheiro Civil e Sanitarista pela FEN UERJ; Mestrado em Planejamento Ambiental pelo PGCA/UFF; Doutorado em Planejamento Energético e Ambiental pela COPPE/UFRJ.

### **Margareth da Silva Magalhães<sup>(5)</sup>**

Engenheira Civil pela UFPB; Mestre em Engenharia Civil pela PUC, RJ; Doutora em Engenharia Civil, área de Estruturas e Materiais, pela COPPE/UFRJ; Docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PGECIV) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).

### **Endereço<sup>(1)</sup>:**

Avenida Presidente Vargas, nº 2655 - Cidade Nova - Rio de Janeiro - RJ. CEP: 20210-030 - Brasil - Tel: (22) 9 9969-8851 - e-mail: [andre-faria@cedae.com.br](mailto:andre-faria@cedae.com.br)

## **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, foi possível identificar 245 empreendimentos dentro de raios de abrangência de 50 km a partir da localização das estações de tratamento, sendo 55 desses empreendimentos localizados na intersecção entre os raios. 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.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lodo, Estação de Tratamento de Água, Reaproveitamento, Matéria Prima, Resíduos 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 e/ou para atender os padrões de potabilidade. 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 (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 vários 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).

O lodo de estações de tratamento é classificado como resíduo sólido não inertes (Classe II-A) pela NBR 10.004/2004 e considerado como um passivo ambiental devido à grande quantidade produzida e a presença de produtos químicos em sua composição.

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).

Em estudos realizados com o lodo da ETA Guandu tendo como foco sua incorporação para utilização em camada de sub-base para pavimentação, Delgado, J.V.C. (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) concluiu 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 das instalações industriais nas proximidades dessas unidades. Para tal, não se deve apenas avaliar a viabilidade técnica, mas também considerar aspectos econômicos e ambientais. Para realizar esse levantamento e análise, ferramentas de Geoprocessamento podem ser empregadas.

Com o emprego de geotecnologia, o presente trabalho tem por objetivo mapear potenciais indústrias de interesse para destinação e utilização do lodo das ETAs de Campos Elíseos, Guandu, Japeri e Laranjal, operadas pela CEDAE, como matéria prima para produção de materiais cerâmicos, cimentícios e/ou asfálticos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia se baseou nas etapas descritas a seguir:

- (i) seleção de atividades com potencial para destinação e aproveitamento do lodo;
- (ii) escolha dos municípios de interesse próximos das ETAs;
- (iii) filtragem e correção dos endereços das indústrias encontradas e, por fim;
- (iv) na produção de mapas de localização dos empreendimentos de interesse.



## PRIMEIRA ETAPA: SELEÇÃO DAS ATIVIDADES

O Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e/ou Utilizadoras de Recursos Ambientais (CTF/APP) do IBAMA é responsável pela identificação e registro de pessoas físicas e jurídicas que se dedicam à 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 seguintes categorias:

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

Tais empreendimentos são enquadrados nas seguintes 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.

## SEGUNDA ETAPA: ESCOLHA DOS MUNICÍPIOS

Como critério para escolha dos municípios de interesse, foi definida a abrangência do Estado do Rio de Janeiro (ERJ), devendo estar total ou parcialmente inseridos dentro de um raio de 50 km partindo da localização das ETAs.

No *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 podemos observar os raios de 50 km de cada uma das ETAs e os municípios que farão parte da análise.



**Figura 1. Municípios de interesse para destinação do lodo das ETAs elencadas pelo estudo**

Para Campos Elíseos, 29 municípios foram selecionados, para Guandu 25, para Japeri 28 e para Laranjal 21. A relação de municípios por ETA é mostrada na Tabela 1.

**Tabela 1. Municípios de interesse por ETA**

ETA	Municípios de interesse
Campos Elíseos	Areal, Belford Roxo, Cachoeiras de Macacu, Duque de Caxias, Eng. Paulo de Frontin, Guapimirim, Itaboraí, Itaguaí, Japeri, Magé, Maricá, Mendes, Mesquita, Miguel Pereira, Nilópolis, Niterói, Nova Iguaçu, Paracambi, Paraíba do Sul, Paty do Alferes, Petrópolis, Queimados, Rio de Janeiro, São Gonçalo, São João de Meriti, Seropédica, Tanguá, Teresópolis e Vassouras.
Guandu	Barra do Piraí, Belford Roxo, Duque de Caxias, Eng. Paulo de Frontin, Itaguaí, Japeri, Magé, Mangaratiba, Mendes, Mesquita, Miguel Pereira, Nilópolis, Nova Iguaçu, Paracambi, Paty do Alferes, Petrópolis, Pinheiral, Piraí, Queimados, Rio Claro, Rio de Janeiro, São João de Meriti, Seropédica e Vassouras.
Japeri	Barra do Piraí, Barra Mansa, Belford Roxo, Duque de Caxias, Eng. Paulo de Frontin, Itaguaí, Japeri, Magé, Mangaratiba, Mendes, Mesquita, Miguel Pereira, Nilópolis, Nova Iguaçu, Paracambi, Paty do Alferes, Petrópolis, Pinheiral, Piraí, Queimados, Rio Claro, Rio das Flores, Rio de Janeiro, São João de Meriti, Seropédica, Valença, Vassouras e Volta Redonda.

Laranjal	Belford Roxo, Cachoeiras de Macacu, Duque de Caxias, Guapimirim, Itaboraí, Magé, Maricá, Mesquita, Miguel Pereira, Nilópolis, Niterói, Nova Iguaçu, Petrópolis, Rio Bonito, Rio de Janeiro, São Gonçalo, São João de Meriti, Saquarema, Silva Jardim, Tanguá e Teresópolis.
----------	---

**TERCEIRA ETAPA: FILTRAGEM E CORREÇÃO DE ENDEREÇOS**

A identificação das indústrias de interesse foi feita utilizando a Plataforma de Análise e Monitoramento Geoespacial da Informação Ambiental – Pangia do IBAMA, que disponibiliza um painel interativo onde é possível selecionar e filtrar as informações de interesse. Para isso, é necessário acessar o tema “Cadastro Técnico Federal” e na aba “Painéis” selecionar o “CTF/APP”.

Os filtros aplicados levaram em consideração as indústrias localizadas no estado do Rio de Janeiro, mais especificamente nos municípios de interesse anteriormente escolhidos, que tivessem situação cadastral ativa, fossem registradas nos códigos 2-2, 14-1 e 14-2 e ainda possuíssem baixo, médio e alto potenciais poluidores. Na Figura 2 é possível observar o painel após a inserção dos filtros.

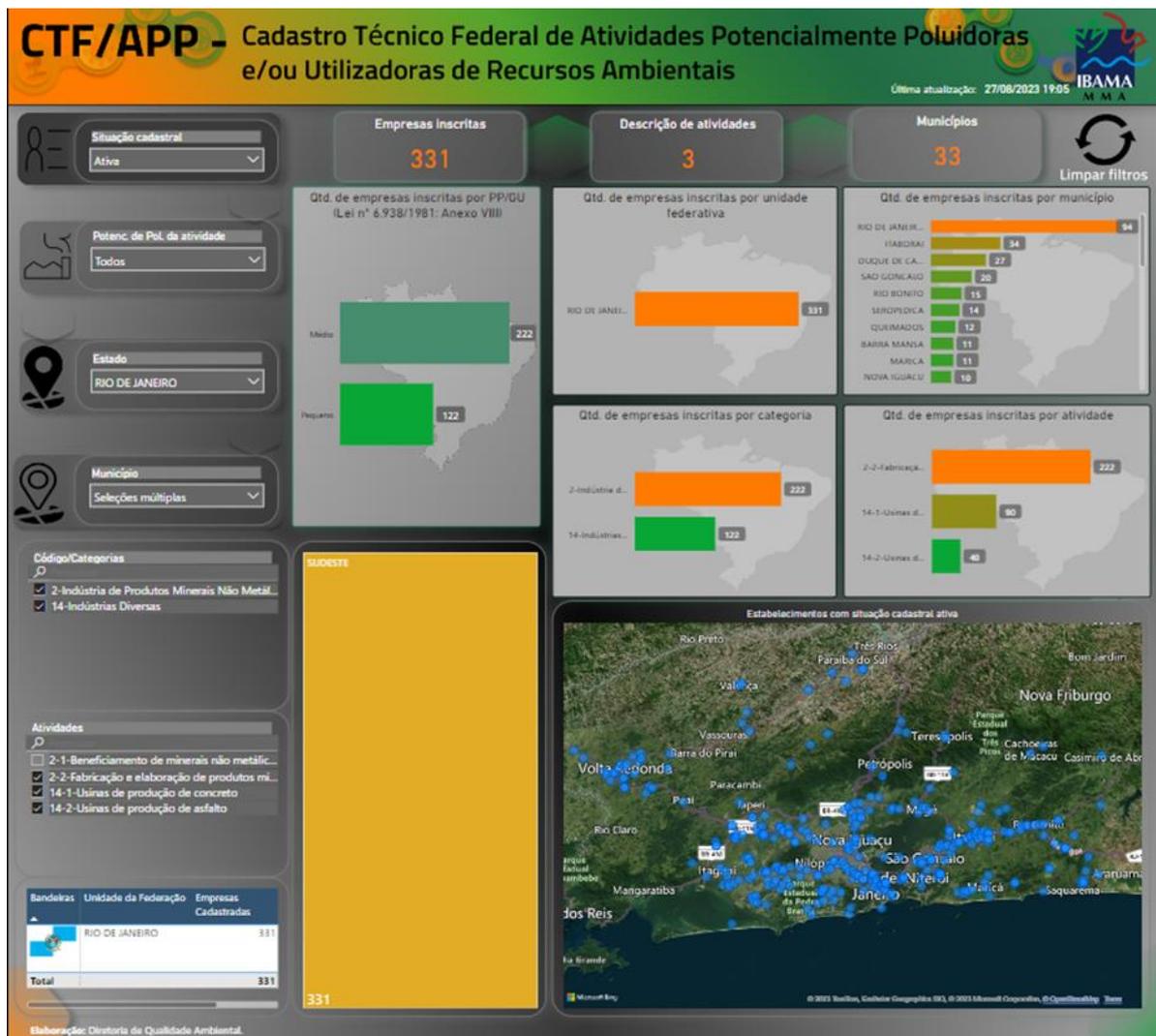


Figura 2. Filtros aplicados no painel CTF/APP



Dos 41 municípios selecionados, 8 deles não possuíam indústrias registradas nos códigos de interesse priorizados, sendo eles: Areal, Engenheiro Paulo de Frontin, Mangaratiba, Mendes, Mesquita, Nilópolis, Rio Claro e Rio das Flores.

Para os demais municípios, o painel retornou como resultado 331 empresas inscritas, sendo 222 empresas registradas com o código 2-2, 90 com o 14-1 e 40 com o 14-2, resultando em 352 empreendimentos.

Foi observado que a divergência entre a quantidade de empreendimentos possa ter ocorrido devido a algum erro na apresentação de dados do dashboard CTF/APP.

Os dados fornecidos pelo painel foram baixados em formato de tabela e inseridos no programa Google Planilhas para que as informações apresentadas fossem validadas.

Os mesmos filtros do painel foram aplicados na tabela, porém a quantidade de indústrias apresentada não foi a mesma, e isso ocorreu possivelmente porque a última atualização da planilha foi feita em 25 de agosto de 2023 enquanto que a do dashboard foi em 27 de agosto de 2023.

A partir da última atualização do painel, 5 novos empreendimentos foram cadastrados e 2 encerrados, porém não contabilizados no painel.

Foram registrados 354 empreendimentos com situação ativa, porém 46 deles possuíam data de término das atividades já definida. Essas indústrias foram então desconsideradas da seleção, restando finalmente 308 registros.

#### **ETAPA QUATRO: PRODUÇÃO DE MAPAS DE LOCALIZAÇÃO**

Depois da filtragem de informações, um arquivo de tabela de extensão .csv (valores separados por vírgula) foi gerado, com o intuito de importar as coordenadas das indústrias para o ArcGIS Pro. O formato .csv (valores separados por vírgulas) é um arquivo de texto que possibilita o salvamento dos dados em um formato estruturado de tabela.

No ArcGIS Pro, a ferramenta de geoprocessamento “*XY Table to Point*” permite a criação de um arquivo shapefile com geometria de ponto, utilizando as coordenadas X e Y da tabela. Esse arquivo tem formato vetorial e é composto por múltiplos arquivos com diferentes extensões que armazenam informações como geometria (ponto, linha e polígono), posição e atributos de dados geográficos.

Para a geração do arquivo de pontos de localização das indústrias, os seguintes passos foram realizados: *Map > Add Data > XY Point Data > XY Table To Point*. Nos parâmetros do comando, tivemos a tabela de empreendimentos como arquivo de entrada, as feições X e Y foram definidas automaticamente como longitude e latitude, respectivamente, e o sistema de coordenadas não foi alterado, permanecendo como GCS WGS 1984. Os pontos distribuídos pelos municípios são mostrados no mapa da Figura 3.



### 3. Distribuição das indústrias de interesse

Foram identificadas inconsistências na localização de alguns empreendimentos, que se encontravam em áreas sem quaisquer tipos de edificações ou em corpos hídricos.

Para validação das coordenadas, os pontos foram inseridos no software Google Earth Pro de forma que fosse possível a visualização panorâmica do local, por meio da ferramenta Street View.

Além disso, foram realizadas buscas em sites oficiais e em portais de consulta de CNPJ com o objetivo de obter o endereço real dos empreendimentos.

As indústrias cujas coordenadas eram inválidas e os endereços não foram encontrados, tiveram suas informações eliminadas da tabela, enquanto que os demais empreendimentos tiveram suas coordenadas alteradas.

Os empreendimentos que se encontravam fora dos raios de influência considerados como premissa pelo estudo também foram removidos.

Após a validação das coordenadas, um novo arquivo de pontos foi gerado no ArcGIS Pro. As indústrias foram então selecionadas com base em sua localização em relação a cada um dos raios de 50 km, utilizando o método de seleção por localização (*Select by Location*), que permite selecionar feições com base em sua localização relativa às feições de outra camada.

Os pontos corrigidos foram exportados, gerando novos *shapefiles* que tiveram suas simbologias classificadas de acordo com as atividades exercidas.

Além dos arquivos já existentes no projeto, foram gerados também buffers de 10 e 20 km para cada uma das localizações das ETAs para auxiliar na tomada de decisão dos gestores em relação à proximidade dos empreendimentos.

Para melhor visualização do território, os shapefiles de municípios e estados tiveram suas simbologias modificadas, mantendo somente suas delimitações e um mapa base (basemap) fornecido pelo programa foi utilizado como fundo, com o intuito de facilitar a identificação das indústrias nos municípios.

Para produção dos mapas, foram criados layouts em formato A4 Paisagem para cada uma das ETAs e os elementos cartográficos junto das informações pertinentes foram inseridos.

## RESULTADOS

Dos 308 registros inicialmente elencados, apenas 245 indústrias restaram na listagem após o processo de validação.

Como esperado, a maioria dos empreendimentos se concentrou na RMRJ, principalmente nos municípios de Rio de Janeiro, Itaboraí e Duque de Caxias.

Dos empreendimentos considerados, 55 se encontravam na interseção entre os raios de influência das quatro ETAs em estudo, como mostra a figura 4, sendo 35 registrados com código 2-2, 16 com o código 14-1 e quatro com o código 14-2.

Dos 33 municípios de interesse considerados, quatro deles não possuíam indústrias dentro dos raios de abrangência, sendo eles: Paraíba do Sul, Silva Jardim, Belford Roxo e Paracambi.

A distribuição das indústrias por município e raio de influência pode ser observada no mapa da Figura 4.



**Figura 4. Distribuição das indústrias de interesse após validação**

As relações entre quantidade de indústrias inscritas por município e por categoria e atividade são mostradas nos gráficos das Figuras 5 e 6, respectivamente.

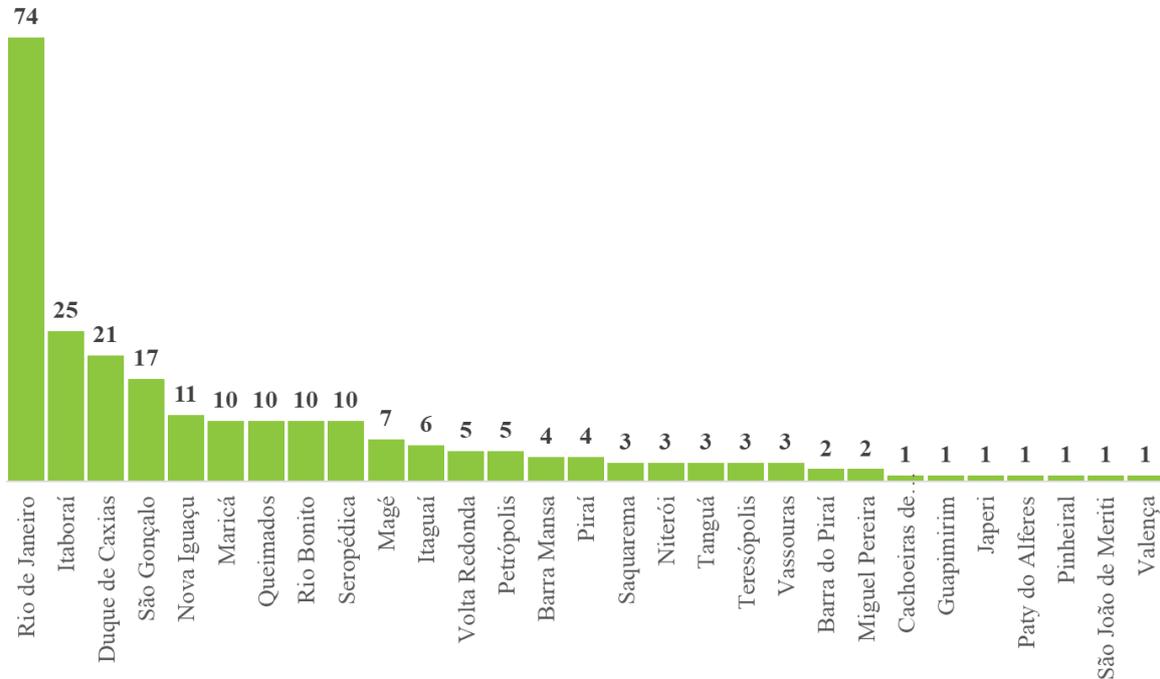


Figura 5. Quantidade de indústrias por município

2 - Indústrias de Produtos  
Minerais Não Metálicos



14 - Indústrias Diversas.

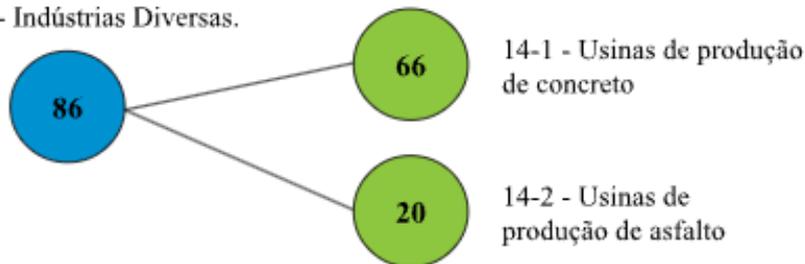


Figura 6. Quantidade de indústrias por categoria e atividade

Foram constatadas 192 indústrias para a ETA Campos Elíseos, 139 para a ETA Guandu, 147 para a ETA Japeri e 154 para a ETA Laranjal.

Nas Figuras 7, 8, 9 e 10 são apresentados os mapas finais de localização dessas indústrias, representadas segundo suas atividades exercidas, nos raios de abrangência considerados.

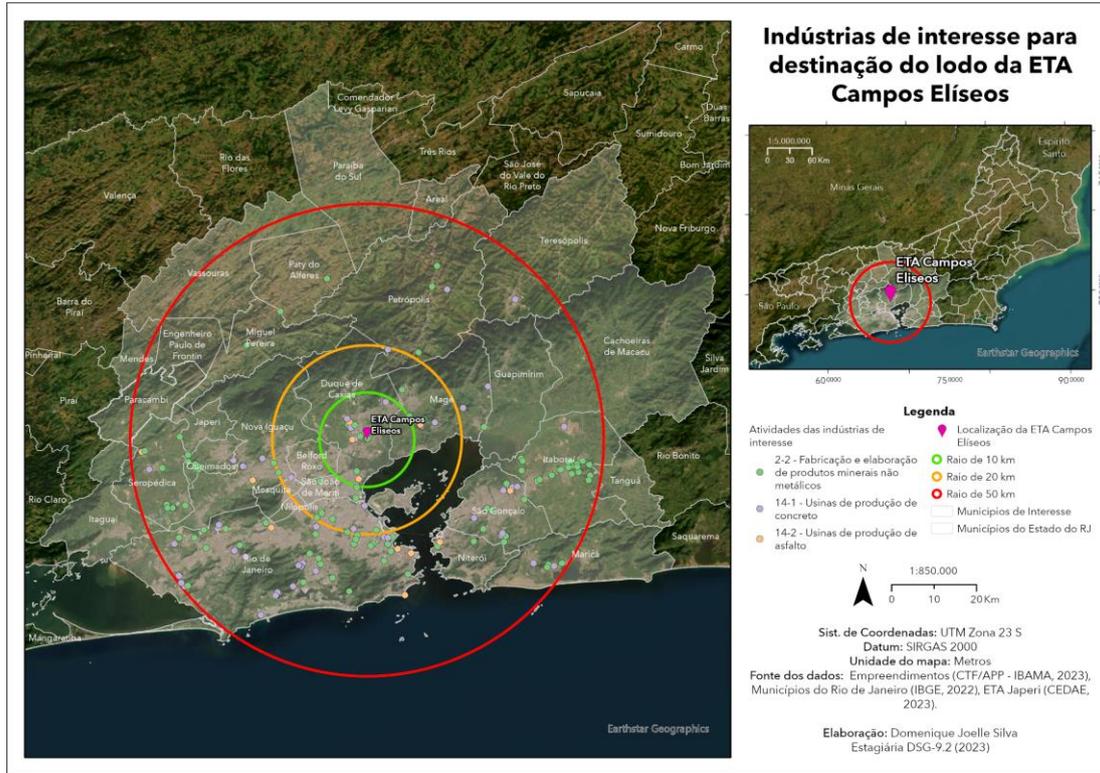


Figura 7. Indústrias de interesse para destinação do lodo da ETA Campos Eliseos

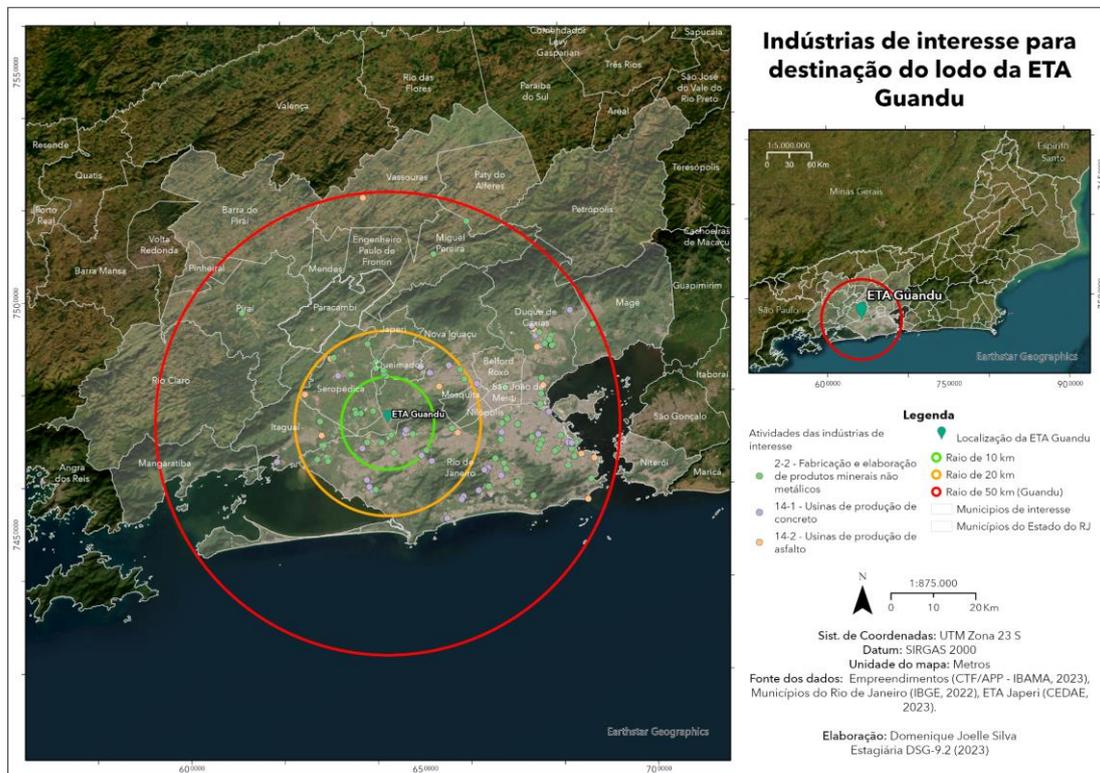


Figura 8. Indústrias de interesse para destinação do lodo da ETA Guandu

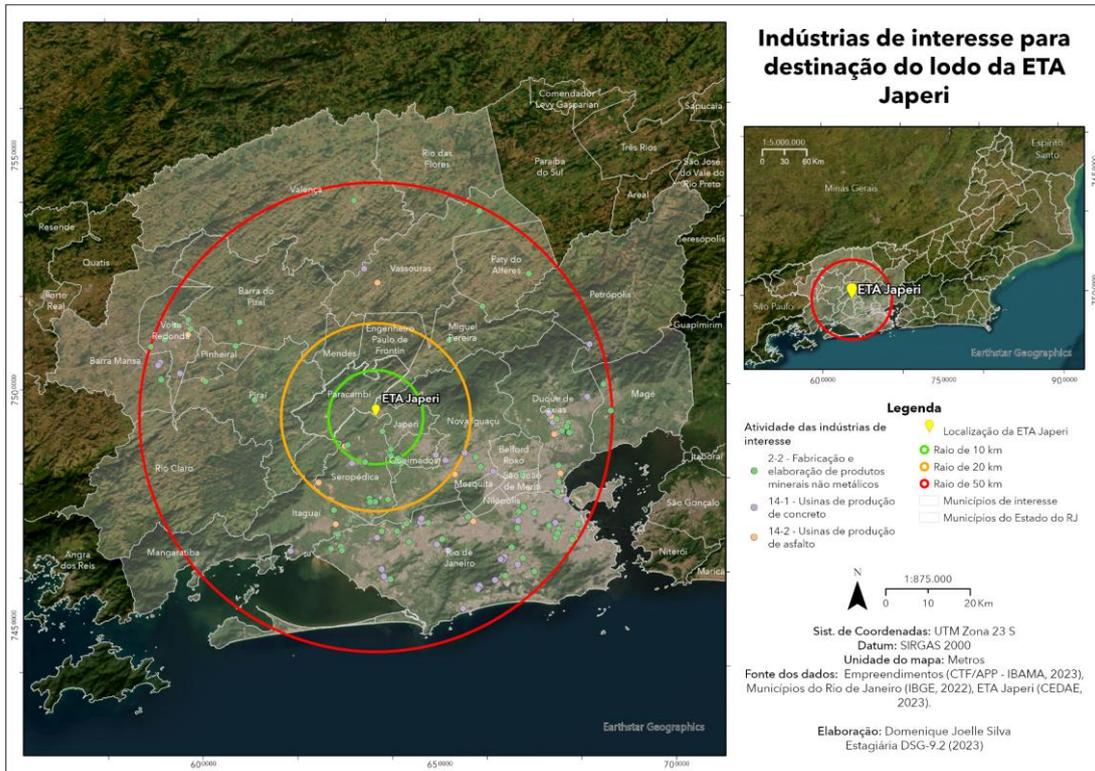


Figura 9. Indústrias de interesse para destinação do lodo da ETA Japeri

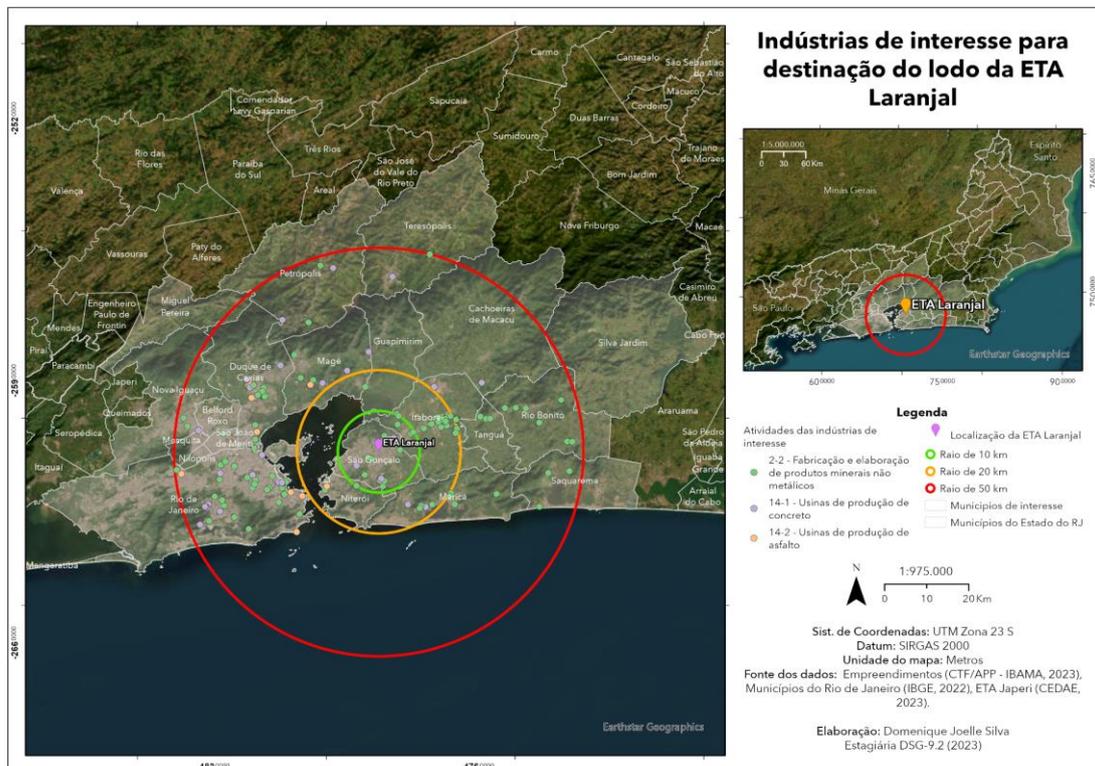


Figura 10. Indústrias de interesse para destinação do lodo da ETA Laranjal

A distribuição de indústrias por raio e por atividade referente a cada uma das ETAs pode ser observada nas tabelas 2 e 3.

**Tabela 2. Quantidade de indústrias por raio de influência**

Raio (Km)	Campos Elíseos	Guandu	Japeri	Laranjal	TOTAL
10	19	18	8	23	68
20	19	48	21	24	112
50	154	73	118	107	452
<b>TOTAL</b>	192	139	147	154	-

**Tabela 3. Quantidade de indústrias por atividade**

Código	Campos Elíseos	Guandu	Japeri	Laranjal	TOTAL
2-2	120	80	87	107	394
14-1	57	44	46	37	184
14-2	15	15	14	10	54
<b>TOTAL</b>	192	139	147	154	-

Já a relação de atividades por raio para as ETAs de Campos Elíseos, Guandu, Japeri e Laranjal pode ser observada nas tabelas 4, 5, 6 e 7, respectivamente.

**Tabela 4. Quantidade de indústrias por raio e código de atividade - Campos Elíseos**

Código	Raio de 10km	Raio de 20km	Raio de 50km	TOTAL
2-2	10	13	97	120
14-1	6	5	46	57
14-2	3	1	11	15
<b>TOTAL</b>	19	19	154	192

**Tabela 5. Quantidade de indústrias por raio e código de atividade - Guandu**

Código	Raio de 10km	Raio de 20km	Raio de 50km	TOTAL
2-2	11	27	42	80
14-1	5	15	24	44
14-2	2	6	7	15
<b>TOTAL</b>	18	48	73	139

**Tabela 6. Quantidade de indústrias por raio e código de atividade - Japeri**

Código	Raio de 10km	Raio de 20km	Raio de 50km	TOTAL
2-2	6	12	69	87
14-1	0	8	38	46
14-2	2	1	11	14
<b>TOTAL</b>	8	21	118	147

**Tabela 7. Quantidade de indústrias por raio e código de atividade - Laranjal**

Código	Raio de 10km	Raio de 20km	Raio de 50km	TOTAL
2-2	15	21	71	107
14-1	7	2	28	37
14-2	1	1	8	10
<b>TOTAL</b>	23	24	107	154

A atividade que retornou maior número de indústrias foi a de código 2-2, que se refere à fabricação e elaboração de produtos minerais, como cimento e cerâmica, por exemplo. 394 registros foram identificados para o código citado, seguido de 184 registros para a atividade de código 14-1 e 54 para a de código 14-2.

A ETA que obteve maior número de possibilidades para destinação foi a de Campos Elíseos, com 192 registros identificados, sendo 120 deles referentes à atividade de código 2-2.

Para as demais ETAs, o código 2-2 também foi predominante, com 80 registros para Guandu, 87 para Japeri e 107 para Laranjal.

A segunda atividade com maior número de registros foi a de código 14-1, que se refere às usinas de produção de concreto. Foram 57 registros para Campos Elíseos, 44 para Guandu, 46 para Japeri e 37 para Laranjal.

No geral, a atividade de código 14-2, que se refere às usinas de produção de asfalto, foi a que obteve menos registros, com 15 para Campos Elíseos, 15 para Guandu, 14 para Japeri e 10 para Laranjal.

É válido ressaltar que as análises foram realizadas separadamente para cada uma das ETAs estudadas. Sendo assim, uma mesma indústria foi registrada mais de uma vez nas tabelas apresentadas. Além disso, algumas das indústrias em análise possuíam mais de uma atividade cadastrada no CTF/APP, tendo suas informações duplicadas. Isso explica o número de registros por atividade ser superior ao número de indústrias listadas após o procedimento de validação.

## CONCLUSÕES

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 considerando-se, ao menos preliminarmente, a viabilidade econômica do aproveitamento em relação às distâncias/raios de 10, 20 e 50 km pré-estabelecidos.

Podem ser constatados ainda vários outros aspectos relevantes como que dentre as indústrias identificadas, 55 estão na interseção dos raios de todas as ETAs quando é considerada uma distância de 50 km. 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

1. 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.
3. 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.
4. *NBR 10.004*: Classificação de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 48 p.
5. IBAMA. Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e/ou Utilizadoras de Recursos Ambientais (CTF/APP). 2022. Disponível em: <[https://pamgia.ibama.gov.br/pamgia\\_homolog/?page=Cad-T%C3%A9cnico-Federal&views=Sobre%2CExibir-6](https://pamgia.ibama.gov.br/pamgia_homolog/?page=Cad-T%C3%A9cnico-Federal&views=Sobre%2CExibir-6)>. Acesso em: 26 out.de 2023.
6. IBAMA. Ibama - CTF/APP - FTEs - Categorias e Temas. Disponível em: <<https://www.gov.br/ibama/pt-br/servicos/cadastros/ctf/ctf-app/ftes/fes-por-categorias>>. Acesso em: 11 set. de 2023
7. IBAMA. Plataforma de Análise e Monitoramento Geoespacial da Informação Ambiental – Pamgia. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/centrais-de-conteudo/pamgia>. Acesso em: 11 set. de 2023.