

Figura: Viviane Spiering

OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVELCOMUNICADO
TÉCNICO

379

Pelotas, RS
Novembro, 2020**Embrapa**

Metodologia para Avaliação Preliminar da Logística para Uso de Lodos de Tratamento de Água e Esgoto na Indústria Cerâmica e Cimentícia no Rio Grande do Sul

Viviane Spiering
Henrique Noguez da Cunha
Rodrigo de Oliveira Siqueira
Adalberto Koiti Miura
Odir Fernando Vital Couto
Letícia Penno de Sousa
Ernestino de Souza Gomes Guarino

Metodologia para Avaliação Preliminar da Logística para Uso de Lodos de Tratamento de Água e Esgoto na Indústria Cerâmica e Cimentícia no Rio Grande do Sul¹

¹ Viviane Spiering, Geógrafa, mestre em Geografia, bolsista do Projeto Zoneamento Corsan, Pelotas, RS. Henrique Noguez da Cunha, Geógrafo; mestre em Sensoriamento Remoto, bolsista do Projeto Zoneamento da Corsan, Pelotas, RS. Rodrigo de Oliveira Siqueira, Geógrafo, mestrando em Geografia, bolsista do Projeto Zoneamento Corsan, Pelotas, RS. Adalberto Koiti Miura, Biólogo, doutor em Sensoriamento Remoto, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. Odir Fernando Vital Couto, Geógrafo, mestre em geografia, técnico da Corsan, Porto Alegre, RS. Letícia Penno de Sousa, Engenheira florestal, doutora em Engenharia Florestal, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. Ernestino de Souza Gomes Guarino, Engenheiro florestal, doutor em Botânica, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

Os lodos de estações de tratamento de água e esgoto (LETA/LETE), em sua forma bruta, são fontes de matéria orgânica e nutrientes, mas com potencial de riscos ao ambiente e à saúde pública por meio da proliferação de vetores e organismos nocivos (Brasil, 2016).

No Brasil, a disposição em aterros sanitários e o depósito a céu aberto são destinações mais comuns no que tange ao tratamento deste tipo de resíduo. No entanto, são alternativas de custo elevado e que podem produzir impactos indesejáveis (Andreoli et al., 1998). Nesse sentido, pesquisadores vêm avaliando alternativas economicamente sustentáveis, e uma das mais promissoras é a utilização de lodos como matéria prima alternativa para fabricação de produtos de cerâmica e cimento.

Em geral, estudos mostram que observadas as características desses lodos, a fabricação de cerâmica vermelha (tijolos, blocos cerâmicos e telhas), cimento e artefatos de concreto, pode ser um destino final seguro para garantir sua reciclagem (Hoppen et al., 2005, Oliveira; Holanda, 2008).

Reconhecendo esses potenciais, o objetivo desta publicação é apresentar um método para estimar a distância entre as estações de tratamento de água e esgoto (ETAs/ETEs) gerenciadas pela Companhia Riograndense de Saneamento (Corsan) e os polos produtores de cerâmica e cimento no estado do Rio Grande do Sul (RS). Assim, pretende-se que os resultados sirvam para orientar as decisões quanto às possibilidades e melhores alternativas para a destinação dos lodos de cada ETE/ETA gerenciada pela Corsan.

Procedimentos

O processo de determinação da distância entre ETAs, ETEs e as indústrias cerâmica e cimentícia no Rio Grande do Sul, contou com as etapas representadas do fluxograma da Figura 1. O banco de dados foi organizado em Sistema de Informações Geográficas (SIG), *software* ArcGIS 10.2, e o projeto teve como base o sistema coordenadas geográficas e *Datum* Sirgas 2000.

Os procedimentos em SIG demandaram, em primeira ordem, a aquisição de dados sobre a localização das ETAs e ETEs (gerenciadas pela Corsan) e da localização das indústrias produtoras de cerâmica e cimento no RS.

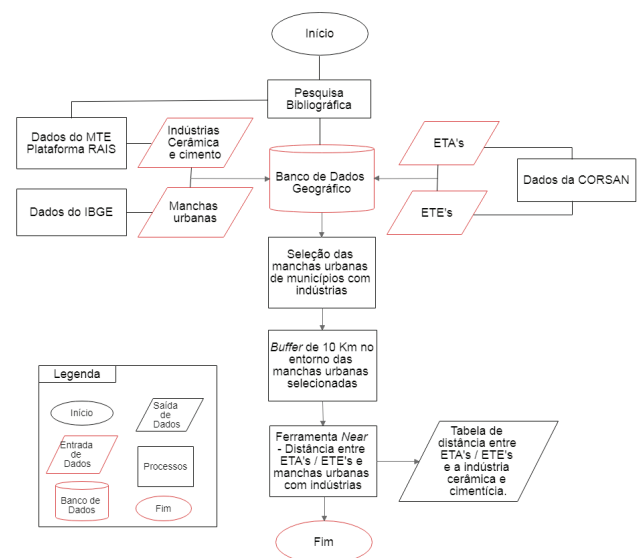
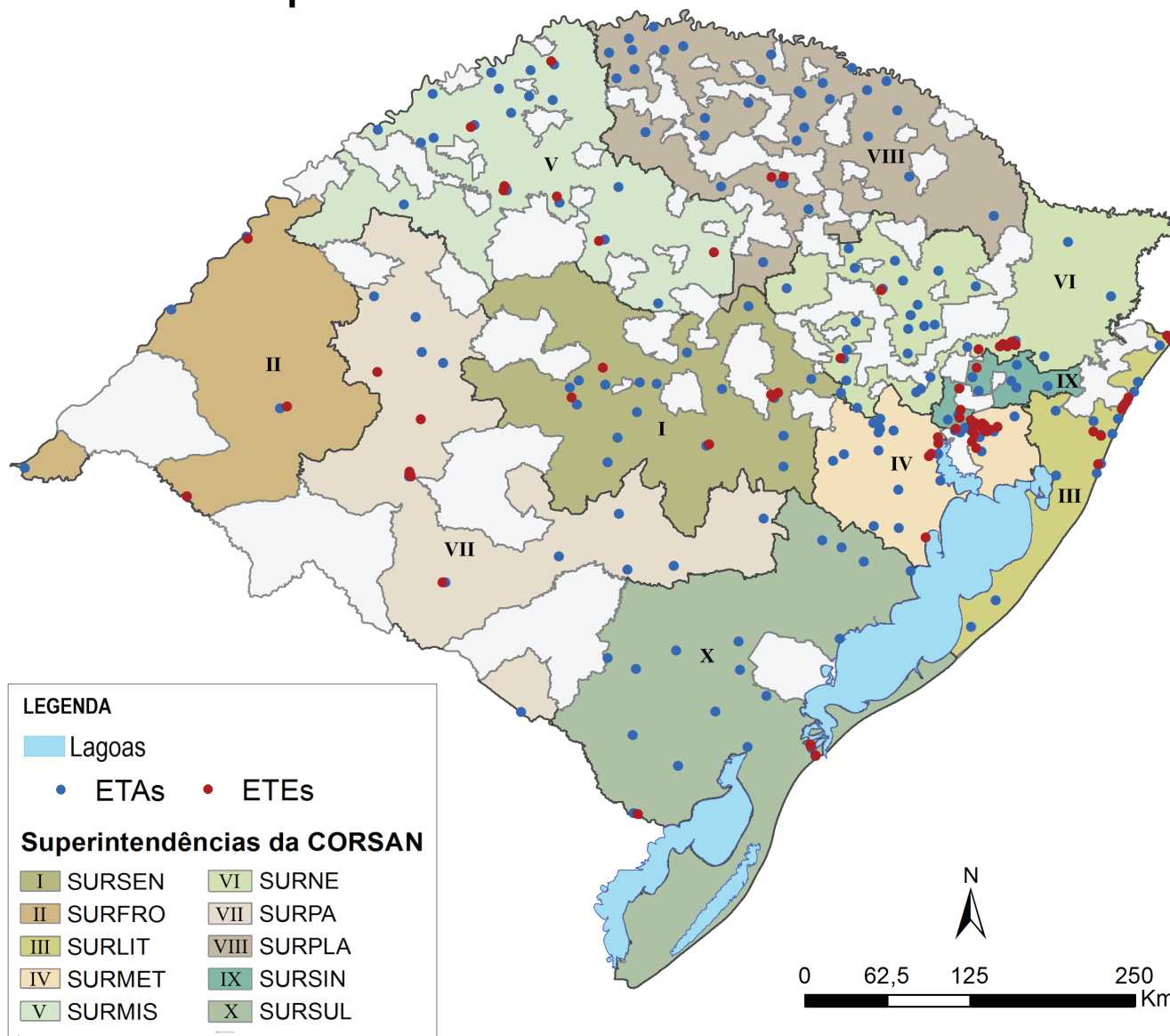


Figura 1. Fluxograma das etapas percorridas no processo de determinação da distância entre ETEs/ ETAs e a indústria cerâmica e cimentícia no RS. Elaborado por: Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2020.

A localização das ETAs e ETEs foi obtida diretamente com a Corsan, a partir de uma planilha identificando cada estação de tratamento, localidade/município, coordenadas de localização e a respectiva superintendência em que se insere. De acordo com esses dados, a Corsan é responsável pela gerência de 188 ETAs e 77 ETEs, distribuídas entre 10 superintendências [Superintendência Regional Central (Sucen); Superintendência

Regional Fronteira (Surfro); Superintendência Regional Litoral (Surlit); Superintendência Regional Metropolitana (Surmet); Superintendência Regional Missões (Surmis); Superintendência Regional Nordeste (Surne); Superintendência Regional Pampa (Surpa); Superintendência Regional Planalto (Surpla); Superintendência Regional Sinos (Sursin); Superintendência Regional Sul (Sursul)], conforme Figura 2.

Estações de Tratamento de Água e Esgoto Gerenciadas pela CORSAN no Estado do Rio Grande do Sul



Estações de Tratamento de Água e Esgoto por Superintendência da Corsan

	SURCEN	SURFRO	SURLIT	SURMET	SURMIS	SURNE	SURPA	SURPLA	SURSIN	SURSUL	Total
ETAs	19	06	19	22	21	29	12	33	11	16	188
ETEs	07	03	09	22	08	10	06	02	04	06	77

Figura 2. Mapa das superintendências e localização das ETAs e ETEs gerenciadas pela Corsan. Fonte: CORSAN, 2015. Elaborado por: Empresa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2020.

Para se determinar a localização das indústrias produtoras de cerâmica e cimento, utilizou-se a base de dados do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), que por intermédio da Relação Anual de Informações Sociais

(RAIS), disponibiliza dados sobre estabelecimentos e empregados conforme a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), sendo selecionadas empresas que se enquadram nas subclasses da Tabela

1. Essa seleção teve como base os estudos realizados por Hoppen et al. (2005) e Oliveira e Olanda (2008), que mostram alto potencial para a incorporação de lodos na fabricação de cerâmica vermelha, cimento e artefatos de concreto. Assim, fez-se a seleção de indústrias que atendem a essas especificidades.

Subclasse - CNAE	Código - CNAE
Fabricação de Cimento	2320600
Fabricação de Artefatos de Cimento para Uso na Construção	2330302
Fabricação de Outros Artefatos e Produtos de Concreto, Cimento e Materiais Semelhantes	2330399
Fabricação de Artefatos de Cerâmica e Barro Cozido para Uso na Construção (exceto pisos e azulejos)	2342702

Tabela 1. Relação de subclasses selecionadas do CNAE – MTE Fonte: RAIS. Organizado por: Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2020.

A partir disso, foram contabilizados 1.070 estabelecimentos industriais do setor com potencial para o uso/

aproveitamento de resíduos de LETA/LETE. Desses estabelecimentos, 792 estão distribuídos em 197 municípios que pertencem às regionais atendidas pela Corsan. Os demais estabelecimentos (278) estão distribuídos em 71 municípios, que são atendidos por outros prestadores de serviços de saneamento.

Devido à legislação referente à proteção de dados pessoais, esses dados indicam apenas o município, sem informação do endereço das indústrias. Porém, deduzindo-se que, por questões de logística e infraestrutura, as indústrias geralmente estão estabelecidas em perímetros urbanos ou próximo a esses, foi determinada uma zona estimada de localização dessas indústrias em SIG (no *software* ArcGIS).

Assim, foram selecionadas as manchas urbanas (Ibge, 2015) dos municípios onde essas indústrias estão instaladas (Figura 3a), gerando-se *buffer* (polígono) de 10 km no entorno dessas manchas (Figura 3b), sendo esses polígonos considerados como área representativa da localização aproximada do polo industrial desses municípios.

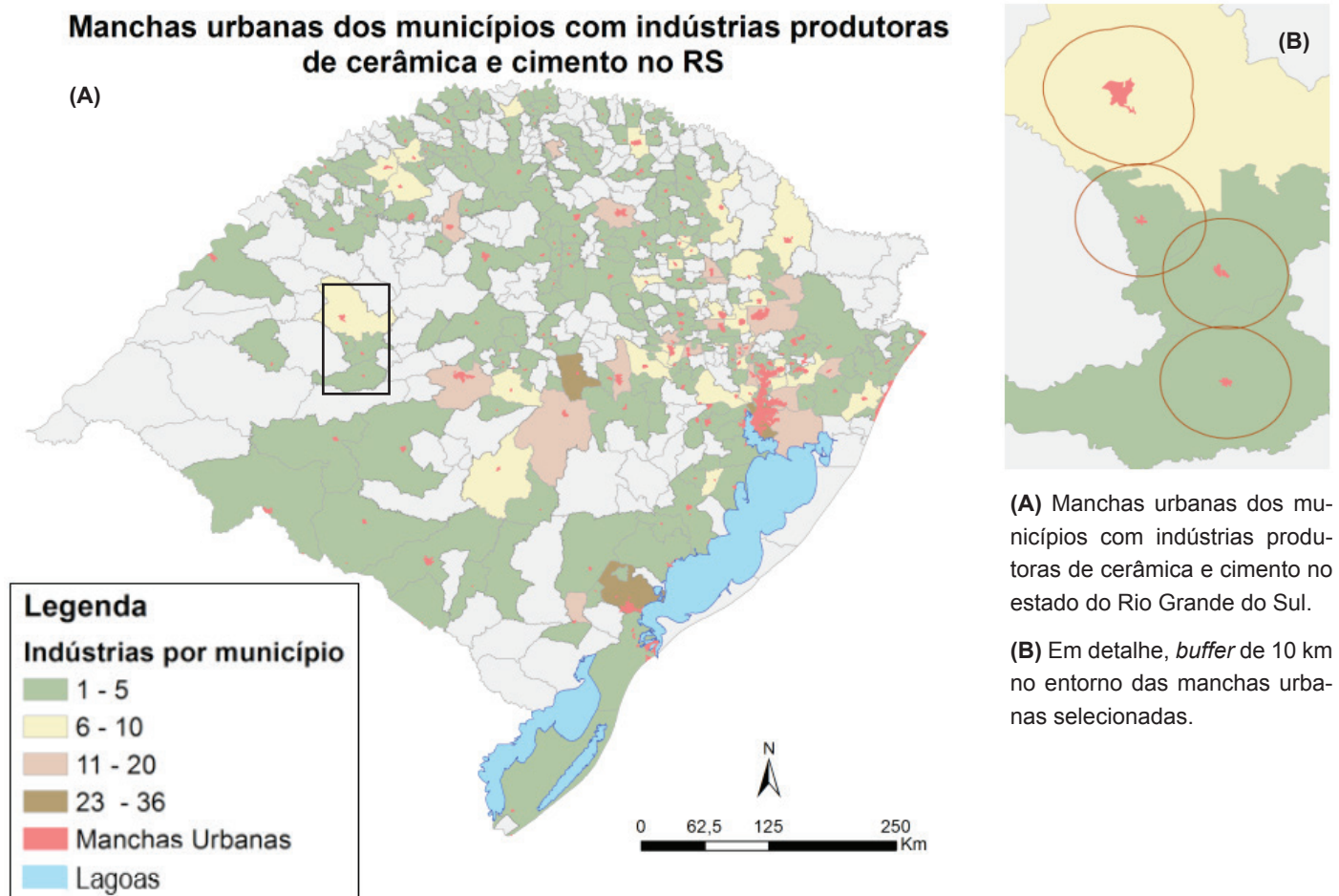


Figura 3. Determinação aproximada da localização dos polos industriais de municípios com indústrias do ramo da cerâmica e cimento. Elaborado por: Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 2020.

Então realizou-se o cálculo da distância entre ETAs/ETEs e os polos das indústrias cerâmica e cimentícia no estado do RS. Nesse processo, no *software* ArcGIS, recorreu-se à ferramenta *Near*, utilizada para realização de cálculos de proximidade na qual admite-se que a

distância entre dois elementos quaisquer é a menor separação (em linha reta) entre estes. O cálculo, ilustrado na figura 4, pode ser realizado de um ponto para outro, de um ponto para uma linha ou de um ponto para um polígono (Esri, 2014).

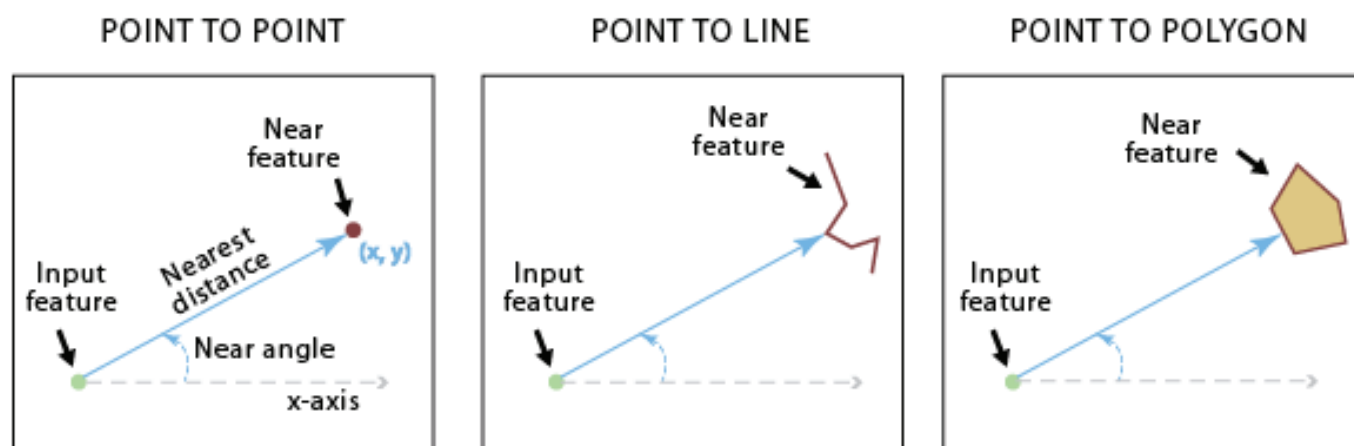


Figura 4. Distância entre feições a partir da ferramenta *Near*. Fonte: ESRI, 2014.

Assim, para a situação que envolve este trabalho, foi realizado o cálculo entre pontos (ETEs/ETAs) e

polígonos (manchas urbanas dos municípios com indústrias produtoras de cerâmica e cimento).

Resultados

Como resultado tem-se, na tabela de atributos, a inclusão de uma coluna contendo a distância, em metros, entre cada Estação de Tratamento de Água/Esgoto e o polo da indústria de cerâmica e cimento no estado do

RS (Figura 5). Para as ETAs/ETEs localizadas em municípios com indústrias do ramo da cerâmica e cimento, as distâncias foram consideradas nulas.

Polos Industriais									
FID	Shape	OBJEC	OBJECTI	Id	Shape Len	Shape Le	NEAR DIST	NEAR FC	
843	Polygon	8440	1241680	12416	0,001621	0,001081	2892,995271	ETEs	
844	Polygon	8441	1241680	12416	0,001621	0,033504	2729,05118	ETEs	
844	Polygon	8442	1241680	12416	0,001621	0,058361	2687,455313	ETEs	
844	Polygon	8443	1241680	12416	0,001621	0,008106	413,215242	ETEs	
844	Polygon	8444	1241680	12416	0,001621	0,007565	0	ETEs	
844	Polygon	8445	1241680	12416	0,001621	0,001621	609,207194	ETEs	
844	Polygon	8446	1241680	12416	0,001621	0,001621	3599,281371	ETAs	
844	Polygon	8447	1241680	12416	0,001621	0,003242	3422,22228	ETAs	
844	Polygon	8448	1241680	12416	0,001621	0,004323	2940,953689	ETAs	
844	Polygon	8449	1241680	12416	0,001621	0,004863	1551,451092	ETEs	
844	Polygon	8450	1241680	12416	0,001621	0,003242	1384,33922	ETEs	
845	Polygon	8451	1241680	12416	0,001621	0,004863	807,200776	ETEs	

Figura 5. Resultado do cálculo de distância (tabela de atributos da camada polos industriais).

A partir dessas distâncias, é possível de maneira preliminar, verificar a viabilidade para a destinação de lodos das ETAs/ETEs para as indústrias produtoras de cerâmica e cimento, sendo que o resultado obtido reflete a menor distância existente entre cada ETE/ETA e o polo industrial mais próximo. Desse modo, nas situações em que o resultado do cálculo de distância mínima aponta para altos custos logísticos, há inviabilidade ambiental e econômica.

Considerações finais

Com a aplicação da metodologia descrita, foi possível calcular a menor distância entre ETAs/ETEs gerenciadas pela Corsan e os polos da indústria cerâmica no estado do Rio Grande do Sul.

No entanto, para o cálculo detalhado da viabilidade econômica, torna-se necessário o aprofundamento desta análise, considerando-se as vias de deslocamento existentes e suas condições de rodagem.

Por outro lado, é preciso considerar que, além da questão logística, existem fatores—os quais podem vir a ser entraves em uma real aplicação —como a característica da indústria para o processamento dessas fontes de LETA/LETE e o volume de lodo fornecido por ETES/ETAs para atender uma possível demanda.

O método utilizado pode ser aplicado para outras finalidades como, por exemplo, calcular a distância entre ETES/ETAs e locais de produção de grãos e cereais, uma vez que a incorporação na forma de fertilizante para o solo também pode se tornar uma alternativa para a destinação dos LETA/LETE.

Referências

ANDREOLI, C. V.; FERREIRA, A C; BONNET, B. R. P. LARA, A I; PEGORINI, E.S. Produção real e estimativas teóricas de lodo de esgoto no Estado do Paraná. In: SEMINÁRIO SOBRE GERENCIAMENTO DE BIOSÓLIDOS DO MERCOSUL, 1, 1998. Curitiba. **Anais...** Curitiba: SANEPAR/ABES, 1998.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 375/2006, de 29/8/2006**. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res06/res37506.pdf>>. Acesso: ago. 2016.

ESRI (Environmental Systems Research Institute). **ArcGIS Desktop 10.2.2** Redlands (CA), 2014.1 CD-ROM.

HOPPEN, C.; PORTELLA, K. F.; JOUKOSKI, A.; BARON, O.; FRANCK, R.; SALES, A.; ANDREOLLI, C. V.; PAULON, V. A. Co-disposição de lodo centrifugado de Estação de Tratamento de Água (ETA) em matriz de concreto: método alternativo de preservação ambiental. **Cerâmica**, São Paulo, v. 51, n. 318. p. 85-95, 2005.

IBGE. **Base Cartográfica Vetorial – Divisão Político-administrativa municipal do Brasil**. Disponível em: <https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais> Acesso: jul. 2018.

OLIVEIRA, E. M. S.; HOLANDA, J. N. F. Influência da adição de resíduo (lodo) de estação de tratamento de águas nas propriedades e microestrutura de cerâmica vermelha. **Cerâmica**, São Paulo, v. 54, n. 330, p. 167-173, abr./jun. 2008.

Embrapa Clima Temperado

BR 392 km 78 - Caixa Postal 403
CEP 96010-971, Pelotas, RS
Fone: (53) 3275-8100
www.embrapa.br/clima-temperado
www.embrapa.br/fale-conosco

1ª edição
Obra digitalizada



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



Comitê Local de Publicações
da Embrapa Clima Temperado

Presidente

Luis Antônio Suita de Castro

Vice-Presidente

Walkyria Bueno Scivittaro

Secretária-Executiva

Bárbara Chevallier Cosenza

Membros

*Ana Luiza B. Viegas, Fernando Jackson,
Marilaine Schaun Pelufê, Sônia Desimon*

Revisão de texto

Bárbara Chevallier Cosenza

Normalização bibliográfica

Marilaine Schaun Pelufê

Editoração eletrônica

Fernando Jackson

Figura da capa

Viviane Spiering