



## PRODUÇÃO DE CINZA VOLANTE A PARTIR DE LODO DE TRATAMENTO DE ÁGUA VISANDO MELHORIA DO COMPORTAMENTO DE BARREIRAS IMPERMEÁVEIS EM ATERROS

JOICE B. REIS<sup>1,2\*</sup>, ISABEL R. BARTH<sup>3,2</sup>, WILLIAM M. K. LEVANDOSKI<sup>4,2</sup>,  
ADRIANA A. SILVEIRA<sup>5,2</sup>, EDUARDO P. KORF<sup>6,2</sup>

### 1 Introdução

Os resíduos sólidos, representam um desafio no que se refere a destinação sustentável dos mesmos. É o caso do lodo de Estação de Tratamento de Água (ETA), comumente destinado a aterros sanitários, contudo, apresentando potencial de valorização em novos materiais.

Outra grave problemática com relação a resíduos é a produção lixiviados ácidos em aterros industriais, gerados pela presença de contaminantes com alto nível de toxicidade, diante disso a construção de barreiras impermeáveis com capacidade de neutralização desses líquidos atua na diminuição de passivos ambientais. O lodo de ETA calcinado e em granulometria reduzida pode se enquadrar como uma cinza volante, defina como materiais finamente divididos que em contato com a água possuem capacidade de reação com cal e formação de compostos aglomerantes, além de ser composto de óxidos de silício, alumínio e ferro, semelhante a solos argilosos com propriedades relevantes para a constituição de barreiras (KORF et al., 2018). Para a construção de barreiras com propriedades mecânicas e reativas para a contenção de lixiviados ácidos, se faz necessário a utilização de materiais mais robustos, como misturas solo-cimento. Essas misturas podem também ser constituídas pela união de materiais pozolânicos a uma fonte de cal. Nesse sentido o resíduo de cal de carbureto é um material de grande interesse para composição de barreiras, visto a sua abundância e dificuldade de disposição sustentável. Diante disso, percebe-se a necessidade de elaboração de estudos de aplicação desses resíduos, assim como o melhoramento hidráulico-reativo de barreiras impermeáveis de aterros industriais.

### 2 Objetivos

O objetivo da pesquisa foi produzir e caracterizar cinza de lodo de ETA para

---

<sup>1</sup> Acadêmica do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus Erechim RS*. Bolsista UFFS, contato:joice.reis@estudante.uffs.edu.br

<sup>2</sup> Grupo de Pesquisa em Resíduos, Geotecnia Ambiental e Poluição Atmosférica.

<sup>3</sup> Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus Erechim RS*.

<sup>4</sup> Acadêmico do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus Erechim RS*.

<sup>5</sup> Docente do curso de Engenharia Civil, Universidade de Passo Fundo, *campus Passo Fundo RS*.

<sup>6</sup> Docente do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus Erechim*, **Orientador**.

utilização em misturas com resíduo de cal de carbureto, visando a constituição e melhoria do comportamento hidráulico-reactivo de barreiras impermeáveis de aterros.

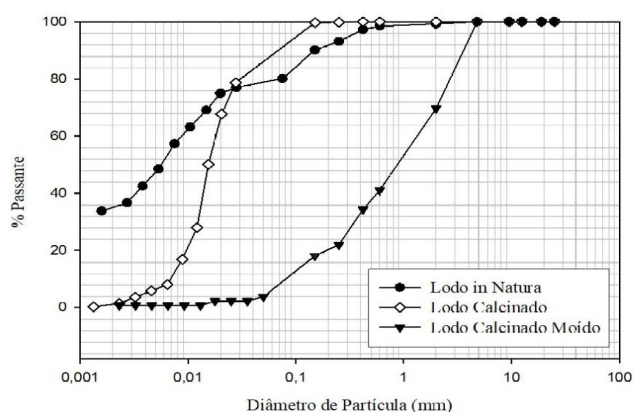
### 3 Metodologia

O lodo em estudo é oriundo de uma ETA do município de Erechim-RS. O material foi coletado e calcinado em forno mufla a 800°C. A caracterização granulométrica foi realizada segundo a norma NBR 7181 (ABNT, 1984). O estudo da reatividade das misturas de lodo e cal de carbureto se deu por meio de ensaios em condição não estruturada variando os teores de lodo de 0 a 30% em condição moída (2 horas) e não moída, em que o teor de cal de carbureto foi fixado em 5% em relação ao volume total da mistura, sendo a parcela restante composta de solo (SALDANHA, 2014). A verificação da reatividade foi medida pela diferença de pH da solução ácida em contato com a mistura por 24 horas.

As propriedades estruturais das barreiras foram estudadas por meio da execução de programa experimental de 2 variáveis, tempo de moagem e calcinação, com triplicata no ponto central. O intervalo estudado foi de 0 a 2 horas para tempo de moagem e 1 a 2 horas de calcinação, sendo a variável de resposta o índice de atividade pozolânica realizado por meio do método Chapelle que mensura a quantidade de fixação de hidróxido de cálcio.

### 4 Resultados e Discussão

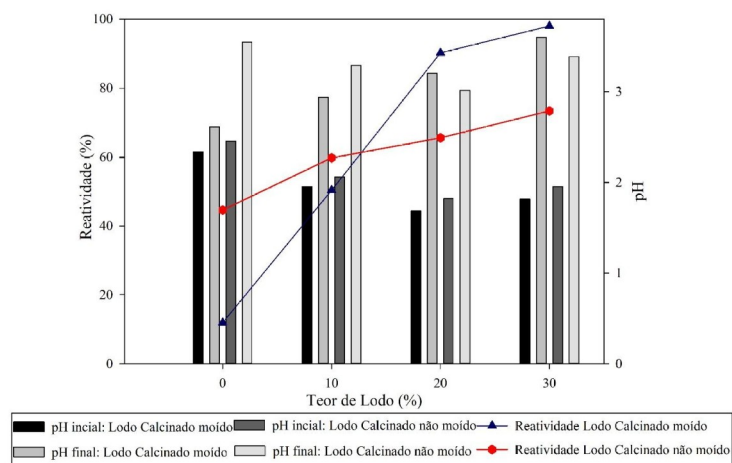
As curvas granulométricas dos materiais estudados são de partículas majoritariamente finas. Conforme a Figura 1, nota-se que a calcinação do resíduo potencializou a presença de frações granulométricas de argila e silte, o que se intensificou com o processo de moagem.



**Figura 1.** Composição granulométrica dos materiais estudados.

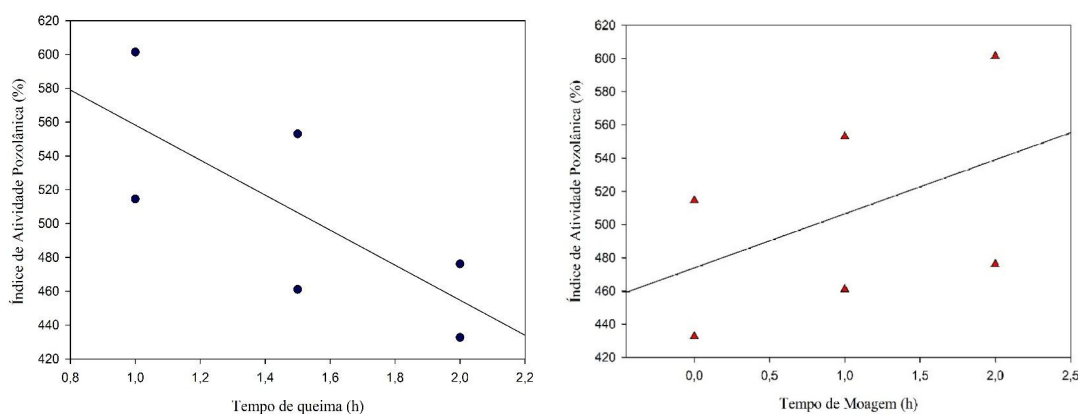
Essa característica corrobora para maior resistência do material, além disso, influencia diretamente nas reações pozolânicas, com relação ao empacotamento e distribuição das partículas, atuando no preenchimento de vazios dos materiais do composto cimentício (NITA, VANDERLEY, 2007). Com base nos resultados de reatividade, nota-se que a moagem foi

uma variável que influencia na capacidade de neutralização de compostos ácidos. Conforme a Figura 2, observa-se que a maior reatividade foi obtida para as misturas de lodo calcinado moído, com utilização de teores de 30% de material.



**Figura 2.** Estudo da reatividade das misturas de lodos e cal de carbureto.

Diante disso, o estudo teve continuidade com a execução de um programa experimental, analisando a influência do tempo de queima e tempo de moagem nas propriedades estruturais da pozolana produzida. Os resultados indicaram que o tempo de queima do material é a única variável que apresenta influência significativa (confiabilidade de 80%) nos resultados de atividade pozolânica, sendo que 1 h de queima apresentou os melhores resultados. Na Figura 3 verifica-se que com o aumento do tempo de queima houve a diminuição do índice de atividade pozolânica, resultado contrário ao tempo de moagem, cujo seu incremento potencializou aumento da atividade pozolânica, no entanto, esta última variável não causa mudanças significativas, devido ao resultado da análise estatística.



**Figura 3.** Relação das variáveis Experimentais

A moagem é um processo de extrema importância para a produção de cinzas para a composição de barreiras, visto que o tamanho de partícula é um fator diretamente ligado às



propriedades pozolânicas do resíduo. Estas atuam diretamente nas características mecânicas da barreira, contudo para o lodo estudado a moagem não foi significativa, o que pode estar relacionado ao material apresentar baixos teores de óxidos de sílica e alumínio, 24,4% e 22,9% respectivamente e também aos baixos tempos estudados (REIS et al., 2019).

## 5 Conclusão

O estudo demonstrou que o lodo, na forma de cinza, unido a cal de carbureto possui alto potencial de aplicação na constituição de barreiras de lixiviados ácidos. Com base nos resultados pode-se concluir que o aumento do tempo de calcinação foi uma variável significativa para a redução da atividade pozolânica da cinza, enquanto o emprego da moagem influencia apenas e mais diretamente na reatividade. Para a continuidade da pesquisa indica-se o estudo das propriedades reativas e hidráulicas do material em condições estruturadas, a fim de se obter um material altamente reativo e com durabilidade elevada.

## Referências

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, Norma Brasileira no. 7181. Solos- Análise granulométrica- Métodos de ensaio, 1984.

KORF, E.P.; PRIETTO, P.D.M.; SILVEIRA, A. A.; ULSEN, C.; BRAGAGNOLO, L. Porosity changes of compacted soil percolated with acidic leachate. *Soils and Rocks*. 41(3): 369-377, 2018.

NITA, C.; VANDERLEY, M. J. Materiais pozolânicos: o metacaulim e a sílica ativa. São Paulo: EPUSP, 2007. 13 p. – (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil; BT/PCC/451).

REIS, J. B.; GUIMARÃES, E. A. C. M.; BAMPI, J.; LUZ, V .C. da ; LEVANDOSKI, W. M. K.; VARGAS, G. D. L. P.; KORF, E. P. Caracterização físico-química de resíduo de estação de tratamento de água visando a produção de material pozolânico para aplicação geotécnica. In: Seminário de Engenharia Geotécnica do Rio Grande do Sul, Santa Maria, 2019.

SALDANHA, R. B (2014). *Misturas Cinza Volante e Cal de Carbureto: Comportamento da Resistência à Compressão Simples para Cura Acelerada*. Dissertação (Mestrado), Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre/RS.

**Palavras-chave:** Resíduo, Reatividade, Impermeabilização, Sustentabilidade.

**Financiamento:** UFFS (bolsista de iniciação científica - Edital 459/GR/UFFS/2019).