ESTUDO MECÂNICO DA ADIÇÃO DE LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA E CINZA DE CALDEIRA EM SOLO PARA USO EM BARREIRAS MINERAIS

Ingrid Leticia Andrusczak (PIBIC/FA), Maitê Milléo Almeida
Carlos Emmanuel Ribeiro Lautenschläger (Orientador), e-mail: cerlautenschlager@uepg.br.
Universidade estadual de Ponta Grossa/ Departamento de Engenharia Civil

Engenharia, Engenharia Civil
Palavras-Chave: *Lodo de estação de tratamento de água, cinza volante de caldeira, barreira mineral, cisalhamento direto.*

Resumo

A produção de água potável requer um tratamento, no qual é gerado resíduo denominado de lodo de ETA. Como alternativa para utilização deste material, cuja destinação seria o aterro sanitário, esta pesquisa visa incorporá-lo em solo com adição de três diferentes dosagens de cinza volante de caldeira, que também é um resíduo gerado em grande escala com poucas destinações adequadas. Foram realizados ensaios de caracterização do solo, lodo e cinza, bem como das misturas de solo-cinza e solo-lodo-cinza, a fim de conhecer suas características físicas. Foram realizados ensaios de cisalhamento direto para obtenção de parâmetros de resistência das misturas, verificando sua viabilidade para uso em barreiras minerais.

Introdução

O tratamento convencional utilizado na produção de água potável gera um resíduo denominado lodo de Estação de Tratamento de Água (ETA), cuja disposição inadequada pode ser prejudicial ao meio ambiente (Lustosa et al., 2017). Novos estudos para reutilização deste material tem sido desenvolvidos para minimizar impactos ambientais, como os trabalhos desenvolvidos por Almeida (2024) e Fiedler (2023).

Além do lodo, outros resíduos são produzidos diariamente, como cinzas volantes de caldeira, que são resultado de queimas de carvão mineral em indústrias. Levando isso em consideração, buscam-se formas de reutilizar estes materiais, sendo objetivo desta pesquisa incorporar estes resíduos ao solo e verificar a resistência mecânica das misturas para aplicá-las em barreiras minerais como as dos aterros sanitários.

Materiais e Métodos

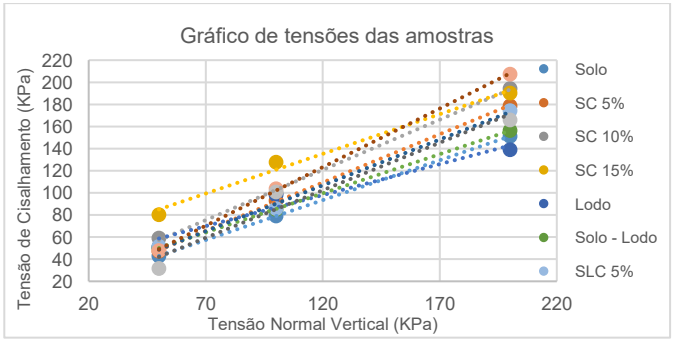
Para o desenvolvimento metodológico foi fixada a porcentagem de lodo em 10%, variando as porcentagens de cinza em 5, 10 e 15%, realizando ensaios com misturas solo-cinza com e sem a adição de lodo.

Primeiramente foram realizados ensaios de caracterização para conhecimento individual de cada material, senso realizados na sequência os ensaios de cisalhamento direto para obtenção dos parâmetros de resistência mecânica (coesão e ângulo de atrito) de cada material e suas respectivas misturas. Foram utilizadas as tensões normais de 50, 100 e 200 KPa para os ensaios de cisalhamento direto em cada mistura.

Resultados e Discussão

Com o ensaio de cisalhamento direto foram obtidos os valores de tensão cisalhante máxima para cada tensão normal aplicada, obtidas a partir das curvas tensão cisalhante x deslocamento das amostras de cada mistura ensaiada. Na figura 1 são apresentadas as envoltórias de resistência resultantes da campanha de ensaios.

Figura 1. Resultados do gráfico de Tensão Normal x Tensão de Cisalhamento das Amostras



Fonte: o autor.

Com o gráfico traçado, foi possível encontrar os valores de coesão e ângulo de atrito de cada amostra (tabela 1).

Tabela 1. Resultado dos Parâmetros de Resistência das Amostras

Solo		**lodo**		**solo-lodo 10%**	
c	**ϕ**	**c**	**ϕ**	**c**	**ϕ**
6,85	35,81	30,69	29,27	14,66	35,29
solo-cinza 5%		**solo-cinza 10%**		**solo-cinza 15%**	
c	**ϕ**	**c**	**ϕ**	**c**	**ϕ**
4,56	41,13	32,38	40,35	49,11	35,68
S-L10%-C 5%		**S-L10%-C 10%**		**S-L10%-C 15%**	
c	**ϕ**	**c**	**ϕ**	**c**	**ϕ**
7,25	39,67	0	45,95	0	40,51

Fonte: o autor.

Conclusão

A adição de cinza melhorou as propriedades do solo puro, bem como a mistura com solo-lodo. A mistura que apresentou maior resistência foi a mistura com 90% de solo, 10% de lodo e 10% de cinza, o que torna conveniente a utilização destes resíduos incorporados no solo para aplicação em barreiras minerais.

Agradecimentos

Agradeço a Fundação Araucária por incentivar a realização de pesquisas científicas, juntamente com a Universidade Estadual de Ponta Grossa, ao meu orientador Carlos Emmanuel Ribeiro Lautenschläger e minha coorientadora Maitê Milléo Almeida.

FIEDLER, D. T. **Análise da incorporação do lodo de uma estação de tratamento de água (ETA) em solo para utilização em camadas impermeabilizantes de aterro sanitário**. Orientador: Prof. Dr. Carlos Emmanuel Ribeiro Lautenschläger. 2023. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2023.

ALMEIDA, M. M. **Incorporação de lodo de estação de tratamento de água em solo reforçado com geossintéticos: influência nas propriedades mecânicas e hidráulicas**. Orientador: Prof. Dr. Carlos Emmanuel Ribeiro Lautenschläger. 2024. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2024.

LUSTOSA, J. B. *et al*. **Tratamento e aproveitamento de água de lavagem de filtro em estação de tratamento de água**. Artigo científico. Revista DAE, Tocantins 2017.