

# Aplicação de Geofomas para Alçamento de Célula de Disposição de Cinzas Provenientes de Usina Termoelétrica

Emília Mendonça Andrade

Huesker Ltda., São José dos Campos, Brasil, emilia@huesker.com.br, (12) 3903-9300

Eduardo Andrade Guanaes

Huesker Ltda., São José dos Campos, Brasil, eduardo@huesker.com.br, (12) 3903-9300

José Carlos Vertematti

JCV Consultoria, São José dos Campos, Brasil, jcvtecsol@gmail.com, (12) 3903-9300

**RESUMO:** O presente artigo descreve os trabalhos de dimensionamento, testes de campo e execução do alçamento de uma célula de rejeitos de uma usina termoelétrica localizada na região nordeste do Brasil. Tais resíduos são compostos por cinzas provenientes da queima do carvão empregado para geração de energia. Os resíduos eram acondicionados em uma célula de disposição de rejeitos convencional, com capacidade de 20.000m<sup>3</sup>, a qual, segundo previsões de operação da usina, se esgotaria no ano de 2012. Foram feitos estudos de viabilidade e executados testes em campo para avaliação da adequabilidade do uso de geofomas lineares, dispostas em anel ao longo do perímetro da área, preenchidas com o próprio rejeito para realizar o alçamento da barragem sem que houvesse a necessidade de expansão da área do depósito. Previu-se a necessidade de aumento da sua capacidade de armazenamento para 60.000m<sup>3</sup>. No período de dezembro de 2012 a julho de 2013, o dimensionamento do sistema determinou a construção de duas linhas de alçamento com geofomas lineares, totalizando três metros adicionais à altura inicial do depósito já saturado. Neste mesmo período foram definidas as condições de instalação e operação das geofomas, bem como as medidas necessárias de tratamento do rejeito de modo a possibilitar o preenchimento. Os testes demonstraram condições favoráveis para o emprego desta solução. As geofomas, com comprimentos variáveis entre treze e trinta metros, foram confeccionadas em geotêxtil tecido de polipropileno com alta resistência à tração. Os trabalhos de instalação das geofomas e preenchimento com cinzas iniciaram-se em dezembro de 2013. Por se tratar de resíduo seco e de difícil manipulação, o caso em estudo apresentou-se como um desafio à equipe técnica responsável, o que demandou a realização de uma série de testes em escalas piloto e real, para verificação da viabilidade da solução proposta. Conforme observado durante os testes realizados e a instalação, a solução mostrou-se extremamente eficiente e segura, com vantagens técnicas, econômicas e operacionais em comparação à solução convencional.

## 1 INTRODUÇÃO

A combustão de carvão mineral em plantas de geração termoelétrica gera um conjunto de resíduos na forma de cinzas, que são caracterizadas como uma mistura heterogênea de fases cristalinas e amorfas, geralmente composta por partículas finas. A emissão deste material à atmosfera é controlada por meio de dispositivos como depuradores e precipitadores eletrostáticos e mecânicos.

Segundo a Agência norte-americana de proteção ambiental (Environmental Protection Agency – EPA), em 2012, 470 UTEs geraram cerca de 110 milhões de toneladas de cinzas provenientes da queima do carvão.

### 1.1 Disposição final de Cinzas provenientes da queima do carvão mineral

A disposição dos rejeitos provenientes da combustão de carvão mineral em grandes volumes representa um desafio aos gestores de usinas termelétricas, pois por suas características físicas são facilmente carreados, e, portanto, apresentam alto potencial poluente e contaminante do ar, dos solos e das águas superficiais (Nawaz, 2013).

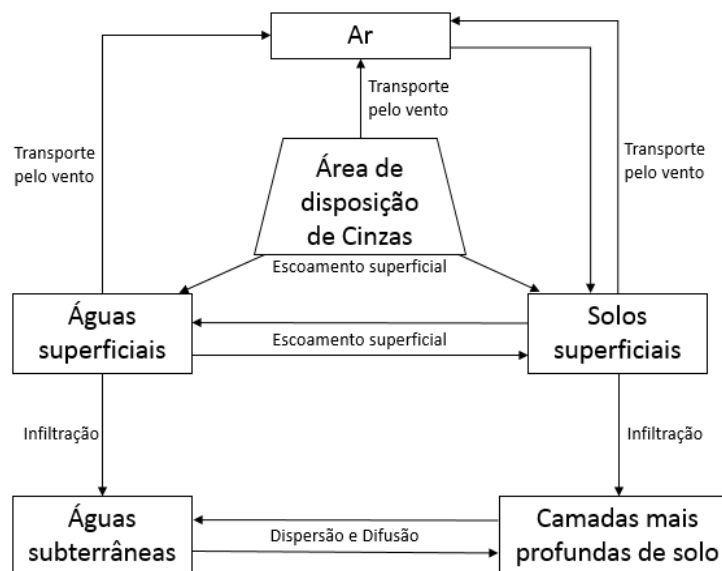


Figura 1 – Esquematisação das vias de poluentes originários de áreas de disposição de cinzas provenientes da queima de carvão mineral em UTEs. Adaptado de Nawaz, 2013.

Os rejeitos, compostos basicamente de cinzas, são usualmente depositados em grandes áreas de disposição, e podem ser manejados a seco ou úmidos. O trato a seco consiste no transporte das cinzas por caminhões até as áreas onde o material será depositado. No transporte úmido, como alternativa de menor custo, as cinzas misturadas a água podem ser transportadas por meio de tubulações até a área a de disposição. (Lokeshappa, B, 2003)

## 1.2 Uso de geofomas para disposição de cinzas

O projeto de sistemas fechados em geotêxteis para dessecação requer compatibilidade hidráulica do material de enchimento com o geotêxtil. O excesso de migração de partículas através do geotêxtil pode afetar a estabilidade interna do material, com diminuição da resistência ao cisalhamento da massa consolidada. Portanto, bom desempenho na retenção de sólidos é essencial para garantir a segurança do sistema, tratando-se especialmente do alteamento feito com geofomas perimetrais.

Segundo Kuaty et. Al. (2005), critérios de dimensionamento para sistemas de dessecação de materiais arenosos e argilosos são amplamente discutidos na literatura, porém tais critérios não abrangem a contenção de materiais não tradicionais, como é o caso das cinzas provenientes da queima do carvão mineral, já que as cinzas são materiais extremamente finos que exibem um comportamento diferente dos solos devido às diferenças na estrutura de suas partículas e composição química.

Kuaty et. Al. (2005) estudaram a eficiência de retenção de diversos geotêxteis tecidos e não-tecidos, utilizando cinzas provenientes de uma usina termelétrica de Baltimore, concluindo que o desempenho da dessecação é dependente da espessura e permissividade do geotêxtil, além da umidade inicial do material de preenchimento.

## 2 ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO DE GEOFORMAS PARA ALTEAMENTO DE PÁTIO DE CINZAS

A área de disposição de rejeitos tratada neste artigo localiza-se na área de uma usina termelétrica do estado do Maranhão, com capacidade instalada de geração de 360MW. A queima do carvão mineral gera cerca de 340 toneladas de rejeitos de cinzas diariamente.

A UTE contava com uma célula de disposição de cinzas, com capacidade de 20.000m<sup>3</sup>, a qual teria sua capacidade esgotada em 2012, quando iniciaram-se os estudos de alternativas para a destinação dos rejeitos após este período. Sem disponibilidade de área para construção de novas células, o alteamento do depósito existente apresentou-se como única solução viável à operação da UTE.

A aplicação de geoformas lineares para o alteamento no perímetro da célula foi inicialmente considerado por se tratar de um método operacionalmente mais simples, rápido e seguro do que a construção de diques convencionais, permitindo também o uso do próprio rejeito como material de construção. Além disso, a capacidade de contenção das cinzas nas geoformas poderiam conferir maior estabilidade aos diques perimetrais.



Figura 2. Vista da área da célula de disposição de cinzas.

Para subsidiar o dimensionamento da solução a ser adotada, foi realizada uma série de testes em campo, em escalas piloto e real, os quais visaram determinar: as características requeridas do geotêxtil a ser aplicado na confecção das geoformas; as alturas máximas das geoformas a serem atingidas sem comprometimento da estabilidade do sistema; as condições ótimas de preparo das cinzas para preenchimento; método de preenchimento.

Os testes foram realizados entre novembro e dezembro de 2013, com geoformas nas dimensões de 10m de perímetro e 10m de comprimento, confeccionadas com geotêxtil tecido em polipropileno de alta tenacidade.

Durante os testes, descartou-se o método de preenchimento a seco as geoformas, e optou-se pela mistura prévia com água para bombeamento das cinzas. O uso de agentes flocculantes foi também descartado, já que o composto formado pela mistura de cinzas com água consolidou-se no interior das geoformas sem significativa colmatação ou passagem excessiva de partículas. Verificou-se, também, que o desempenho de retenção do geotêxtil escolhido para confecção das geoformas foi adequado, com mínima passagem de cinzas ao percolado gerado. Em média, sete dias após o preenchimento das geoformas, as cinzas contidas apresentavam consistência adequada à composição dos diques perimetrais.



Figura 3(a) – Teste em campo da hidratação do rejeito de cinzas para preenchimento das geoformas.



Figura 3 (b) – Teste em campo do preenchimento das geoformas.

Foi verificado, no entanto, que a altura desejável de 3 metros não poderia ser atingida, com segurança, pelo método proposto. Optou-se, então, pela construção de um dique primário, com 2,3 metros de altura, e um dique secundário, com altura de 1 metro a ser executado sobre o primeiro. As geoformas utilizadas apresentam vinte e dois metros de perímetro para a primeira fase de alteamento e cinco metros para a segunda fase.

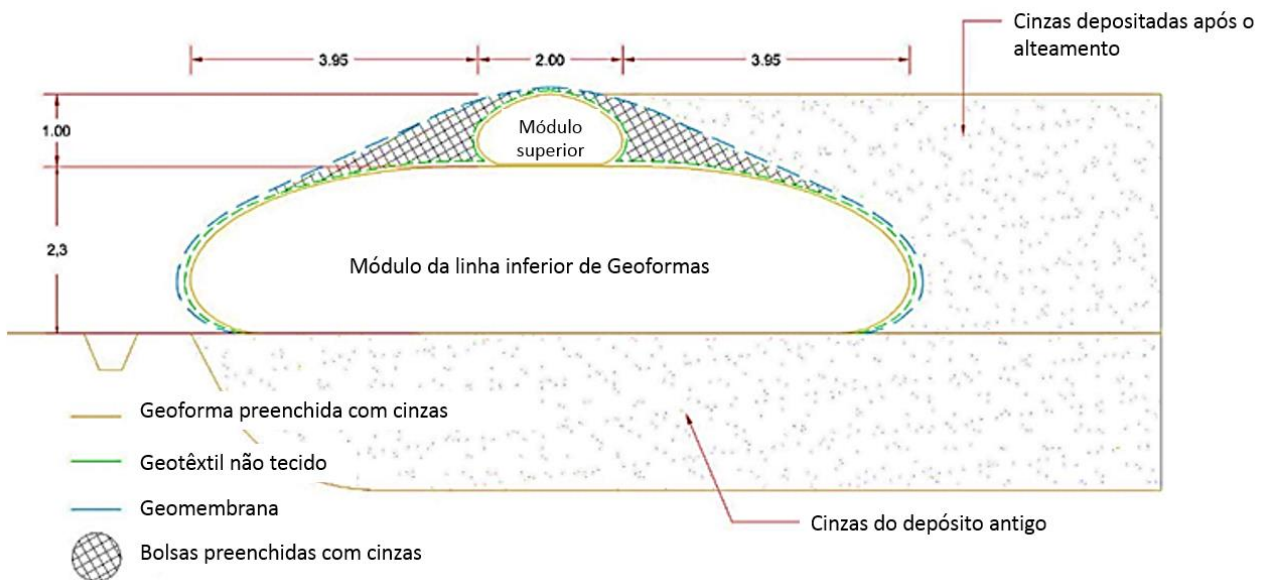


Figura 4 – Seção esquemática da disposição das linhas de geoformas para formação do dique com altura de 3 metros.

A construção da primeira camada iniciou-se no mês de dezembro de 2013, e compreendeu o uso de 24 geoformas com 30 metros de comprimento e 22 metros de perímetro, posicionados em um perímetro total de 720m. Cada geoforma foi preenchida em cerca de 12 horas, com intervalo após 4 horas do início do preenchimento para permitir alguma consolidação. A segunda camada foi

construída em fevereiro de 2014, com 24 geoformas de 30 metros de comprimento e 5 metros de diâmetro.



Figura 5 – Camada inferior de geoformas.



Figura 6 – Camadas inferior e superior de geoformas.

Os diques foram finalizados com o preenchimento dos vazios entre geoformas com pequenas bolsas em geotêxtil também preenchidas com cinzas. Uma vez consolidada a geometria da estrutura, uma geomembrana foi então instalada para seu revestimento.



Figura 7 – Preenchimento dos vazios entre geoformas.

### 3 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Em face das demandas crescentes por diferentes fontes geradoras de energia, a importância das usinas termelétricas é crescente na matriz energética brasileira, o que cria demanda por soluções cada vez mais eficientes para operação destas instalações.

O encontro de uma solução eficiente para o aumento da capacidade da disposição final do principal rejeito gerado na UTE em estudo apresentou-se como um grande desafio à equipe responsável, considerando que não havia disponibilidade da área necessária à ampliação do depósito.

A aplicação das geoformas lineares apresentou-se como uma solução adequada para a rápida ampliação da capacidade do pátio de cinzas existente.

A escassez de parâmetros e métodos de dimensionamento deste sistema com lodo de cinzas gerou a necessidade de se determinar em testes de campo as limitações técnicas e os métodos de operação do sistema.

Foi possível concluir, após a observação dos testes e da obra finalizada, que a aplicação das geoformas atendeu às necessidades do projeto, além de apresentar significativas vantagens econômicas e técnicas, devido à simplicidade do sistema e compatibilidade observada com o material de preenchimento.

Esta experiência bem sucedida revela a importância de se desenvolverem estudos que subsidiem tecnicamente o dimensionamento deste tipo de sistema, reduzindo a necessidade do embasamento em testes empíricos e disseminando a solução no meio acadêmico.

### REFERÊNCIAS

Carroll, R.P. 1994. *Submerged geotextile flexible forms using noncircular cylindrical shapes*. Geotechnical Fabrics Report, IFAI. 12(8). 4-15.

EPA – Environmental Protection Agency. *Final Rule: Disposal of Coal Combustion Residuals from Electric Utilities*. Last updated on October 21, 2015. Acessado em 10/04/2016. Disponível em: <https://www.epa.gov/coalash/coal-ash-rule>

Kazimierowicz, K. 1994. *Simple analysis of deformation of sand-sausages*. Proceedings of the 5th International Conference on Geotextile, Geomembranes and Related Products, Singapore. 775-778.

Kutay, M. E., A. H. Aydilek, and S. Hussein. 2005. *Dewatering fly ash slurries using geotextile containers*. GRI-18 Conference, Geosynthetics Research in Progress, GeoFrontiers Conference, ASCE.

Leshchinsky, D. Leshchinsky, O. 1996. *GeoCoPs 2.0 Supplemental Notes*. ADAMA Engineering, USA. 24p.

Liu, G.S. 1981. *Design criteria of sand sausages for beach defences*. The 19th Congress of the International Association for Hydraulic Research, New Delhi, India. Subject B(b), Paper No. 6. 123-131..

Lokeshappa, B., and Anil Kumar Dikshit. 2011. *Disposal and management of flyash*. International Conference on Life Science and Technology IPCBEE. Vol. 3.

Nawaz, I. 2013. *Disposal and utilization of fly ash to protect the environment*. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology 2.10 (2013): 5259-5266.