

USO DE TÉCNICAS GEOFÍSICAS NO ESTUDO DE ÁREAS DE DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS FINOS DO BENEFICIAMENTO DE ROCHAS ORNAMENTAIS

Beatriz Carvalheira Moreira¹; Tayná Iracema Moraes de Arruda; Carlos Vinicius de Mattos Ribeiro; Mirna Aparecida Neves; Paulo Roberto Antunes Aranha; Adolf Heinrich Horn

RESUMO

Este trabalho apresenta resultados parciais de um projeto que estuda áreas de disposição de resíduos gerados pelo beneficiamento de rochas ornamentais no estado do Espírito Santo, Sudeste do Brasil. Utiliza-se técnicas geofísicas de Eletrorresistividade e *Ground Penetrating Radar* (GPR), junto à amostragem de resíduos e solo em furos de sondagem. Resultados parciais relacionados às características dos materiais foram confrontados com os dados geofísicos para inferir as condições do depósito em profundidade. O trabalho, ainda em andamento, busca contribuir com o sistema de gestão de resíduos, gerando conhecimentos técnicos que permitirão aprimorar os critérios exigidos pelo órgão ambiental para armazenamento destes materiais.

Palavras-Chave: Eletrorresistividade, GPR, Lama Abrasiva, Rocha Ornamental.

ABSTRACT

This work presents partial results of a project focused on the study of disposal areas of wastes generated by the processing of dimension stones in the State of Espírito Santo, Southeastern Brazil. Geophysical techniques of Electrical Resistivity Sounding and Ground Penetrating Radar (GPR) were used, besides sampling of wastes and soil in drill holes through the deposits. Partial results referring to the characterization of those materials were confronted with geophysical data in order to inferring the conditions of the deposit in depth. This work is still in progress and aim to contribute with the waste management system, generating technical knowledge for improving the criteria required for the environmental agency for the storage of these materials.

Keywords: Resistivity profiling, GPR, abrasive slurry, ornamental rock.

¹ Universidade Federal de Minas Gerais
Av. Pres. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha, Belo Horizonte - MG, 31270-901
(28) 9 999628871
bia_cmoreira@hotmail.com

1 – INTRODUÇÃO

As rochas ornamentais são o 5º produto de base mineral mais exportado pelo Brasil, sendo que o Espírito Santo se destaca como o principal estado exportador (ABIROCHAS, 2019) [1]. Junto à importância econômica do setor, o beneficiamento dessas rochas gera grande quantidade de resíduos de granulação fina (também chamados de lama abrasiva), que são armazenados em aterros licenciados de acordo com a IN 011/16 do IEMA [2] ou em depósitos clandestinos. Não há estudos de avaliação desses depósitos, do comportamento dos materiais ao longo do tempo ou das condições do solo nesses locais.

Este trabalho apresenta parte dos resultados obtidos em um projeto de pesquisa que visa a contribuir com o aperfeiçoamento do sistema de gestão de resíduos, avaliando as condições ambientais onde há deposição desses materiais diretamente sobre o solo.

2 – OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é estudar depósitos de resíduo de beneficiamento de rochas ornamentais, caracterizando os resíduos e o solo (ou substrato) nos locais de deposição. Pretende-se verificar se existem alterações no solo advindas da disposição dos resíduos, buscando aperfeiçoar os critérios de gestão exigidos pelo órgão ambiental.

3 – MATERIAIS E MÉTODOS

As áreas de disposição de resíduos de rochas ornamentais estudadas nesse trabalho estão situadas no município de Cachoeiro de Itapemirim (ES). Após consultas ao órgão gestor ambiental (IEMA), para se obter informações sobre os possíveis sítios de deposição a serem estudados, foram realizadas visitas aos aterros para levantamento das condições e de permissão para o acesso, sendo esse o fator determinante para a seleção dos depósitos que foram amostrados e dos que ainda serão estudados.

Foi utilizado trado mecânico para perfurar e coletar amostras do resíduo e do solo na base do depósito. O intervalo de amostragem foi a cada 2 metros perfurados; as amostras foram preparadas para medição de pH, umidade, análise química, mineralógica e análise de eluatos conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas [3]. Os dados de pH e umidade já foram obtidos e as demais análises estão em andamento.

Os métodos geofísicos utilizados foram Eletrorresistividade e *Ground Penetrating Radar* (GPR). Para o levantamento da eletrorresistividade, realizou-se um caminhamento elétrico com arranjo dipolo-dipolo e *Wenner* com o equipamento ABEM SAS 1000, com espaçamento entre os eletrodos variando de 1,0 a 1,5 m. Os dados foram processados no programa Res2Dinv. Para o levantamento por GPR (*Mala Ramac GeoScience*), foi

utilizada as antenas de 100 MHz; com espaçamento de 0,05m entre os pontos de aquisição, e para medir a distância o “enconder” foi calibrado. Os perfis foram coletados no modo “*commom off-set*”, foram processados no programa Gradix.

4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

São apresentados, neste resumo, os dados de um dos depósitos estudados no projeto. Ele armazena resíduos provenientes de diferentes empresas, ou seja, diversos tipos de resíduos são armazenados no local e, portanto, apresentam resultados diferentes na leitura dos métodos utilizados.

O pH das amostras coletadas no furo de sondagem mais profundo realizado até o momento (7 metros) ficou em torno de 9,0 e 9,5 no resíduo e 7,5 na amostra de solo abaixo do depósito; enquanto o teor de umidade variou entre 19 e 24% nos resíduos e caiu para 14% no solo (Figura 1).

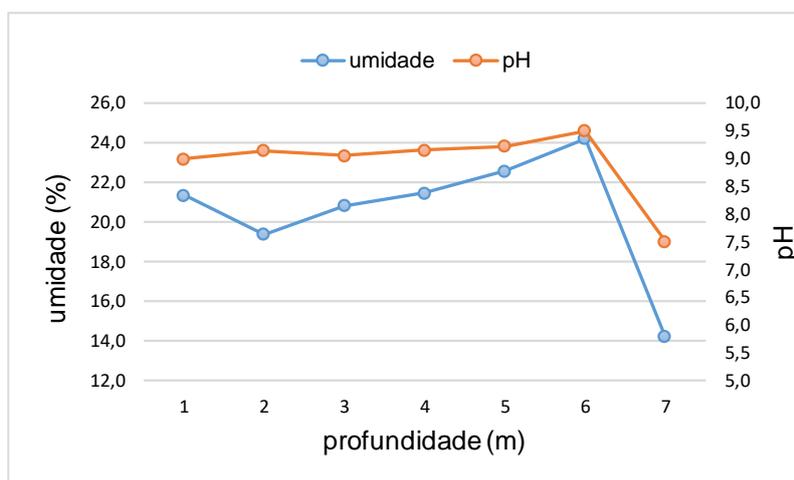


Figura 1 – Teor de umidade (%) e do pH no furo de sondagem (solo na prof. de 7 m).

O perfil gerado pelo GPR, com distância total de 160 m, atingiu profundidade de cerca de 8,5 m (Figura 2a). Até 4 m profundidade, o perfil mostra menor atenuação das ondas, a partir daí, ocorre atenuação das ondas EM em função da umidade presente no subsolo. Na parte superior do radargrama é possível se identificar alguns refletores indicando “os pacotes” de materiais depositados no aterro ao longo do tempo.

O perfil de eletrorresistividade, construído no mesmo local, atingiu profundidade de cerca de 20 m (Figura 2b). Na faixa de profundidades entre 5 e 7 m, aproximadamente, há baixa eletrorresistividade (tons de azul) indicando alta condutividade elétrica em decorrência da presença de água retida no depósito. As porções com eletrorresistividade média (tons verdes), presentes em alguns locais da superfície, em pequenas porções do depósito e abaixo dele (a partir dos 7 m), são os locais com menor teor de umidade,

conforme atestado pelos valores medidos nas amostras (Figura 1). Nas regiões mais profundas, a eletrorresistividade é alta, onde o material é praticamente seco. Na parte central do perfil, em torno de 80 m, observa-se a presença de um abaulamento da subsuperfície, possivelmente a depressão natural do terreno antes do aterramento.

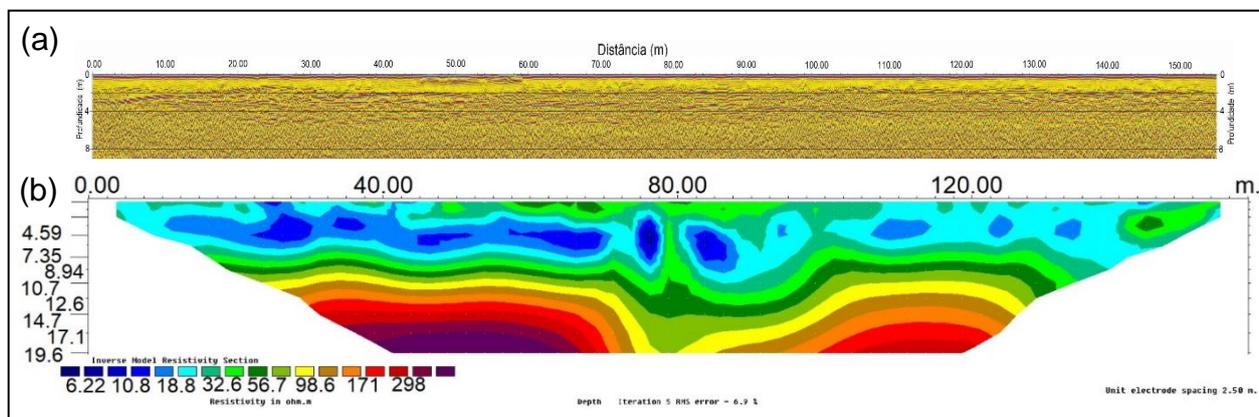


Figura 2 - Perfis (a) do GPR e (b) de eletrorresistividade em um dos depósitos de resíduos em Cachoeiro de Itapemirim (ES) (distância horizontal e profundidade em metros).

5 – CONCLUSÕES

Os resíduos possuem pH fora da faixa de corrosividade e umidade de acordo com as exigências do órgão ambiental. A partir dos resultados de eletrorresistividade pode-se deduzir que os resíduos possuem alta porosidade e baixa permeabilidade, o que faz o material reter uma quantidade significativa de água, visto que os valores de resistividade na parte superior são muito baixos. Tal fato é visto como positivo, pois a tendência destes materiais é de reter e não transmitir fluidos para o ambiente. As análises que ainda estão em andamento permitirão tecer conclusões mais precisas acerca das interações entre os resíduos e o substrato geológico.

6 – AGRADECIMENTOS

Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação no Espírito Santo - FAPES proc. 84322853.

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ABIROCHAS. **Balço das Exportações e Importações Brasileiras de Rochas Ornamentais em 2018**. Informe ABIROCHAS 01/2019. 17 p.
- [2] INSTITUTO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS – IEMA. **IN 011/2016**: Critérios e procedimentos técnicos para licenciamento da atividade de disposição de Lama do Licenciamento de Rochas Ornamentais, Vitória, 2016.
- [3] ABNT. **NBR 10004/04**. Classificação de resíduos Sólidos. Rio de Janeiro: ABNT. 2004.