

APLICABILIDADE DA GEOFÍSICA PARA FINS AMBIENTAIS NA ÁREA DE DISPOSIÇÃO MUNICIPAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE RORAINÓPOLIS, ESTADO DE RORAIMA, BRASIL

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.8.25.IV-028>

Lena Simone Barata Souza (*)

* Universidade Federal de Roraima, lenabarata@yahoo.com.br

RESUMO

O crescimento e desenvolvimento das grandes cidades e áreas urbanas vêm gerando uma gama de problemas, pois temos a alta geração de resíduos sólidos, e com seu descarte inapropriado acarreta sérios problemas ambientais (contaminação do solo e de recursos hídricos). Dentre estes se destacam a elevada produção de chorume, que é definido como líquido poluente, de cor escura e odor nauseante, originado de processos biológicos, químicos e físicos da decomposição de resíduos orgânicos na superfície do terreno. Este líquido de acordo com a propriedade granulométrica em que o lixão está implantado pode acabar penetrando em profundidade, isto é, atravessando o meio geológico e formando as plumas de contaminação, que a depender de fatores como (porosidade e permeabilidade) da camada podem se acumular e migrar para porções mais profundas em subsuperfície poluindo as águas subterrâneas, essas águas, muitas vezes, acabam abastecendo cidades através da sua exploração (poços artesianos). A área em que se desenvolveu o ensaio geofísico situa-se no sul do estado de Roraima, município de Rorainópolis, dista aproximadamente 295 km da capital Boa Vista, RR. A Área de Disposição Municipal de Resíduos Sólidos (ADMRS) está posicionada na área urbanizada do Município, localizada na margem da rodovia municipal RPO-030. A ADMRS foi alocada numa vertente de corpo hídrico, com aproximadamente 100 m de distância de um córrego localizado em propriedade privada e 50 m do igarapé Yamanaka. Fator erroneamente equivocado, pois na legislação ambiental, o correto para a construção de um aterro sanitário é de pelo menos 200 m de distância de qualquer corpo hídrico. Neste levantamento, utilizou-se o método da eletrorresistividade com arranjo *Schlumberger*, a partir da técnica da Sondagem Elétrica Vertical (SEV). A geologia local da área está relacionada a cobertura sedimentar argilosa, arenosa e cascalhosa com indícios de laterização. O valor de resistividade elétrica (ρ_a) variam de acordo com a predominância do material geológico das camadas em subsuperfície. Contudo, em áreas contaminadas, a resposta elétrica do material tende a diminuir bruscamente, com valores de ρ_a até dez vezes menores que o normal. Dados coletados de resistividade para a ADMRS denotaram possível contaminação superficial, com valores $14 < \rho_a \leq 250 \Omega m$ a profundidades de 4 m. sendo assim, até o presente momento a área demonstra apenas contaminação rigorosamente superficial.

PALAVRAS-CHAVE: Pluma de Contaminação, Resíduos Sólidos, Meio Ambiente, Roraima

ABSTRACT

The growth and development of large cities and urban areas has generated a range of problems, as we have a high generation of solid waste, and its inappropriate disposal leads to serious environmental problems (contamination of soil and water resources). Among these, the high production of leachate stands out, which is defined as a polluting liquid, dark in color and with a nauseating odor, originating from biological, chemical and physical processes of the decomposition of organic waste on the surface of the land. Depending on the granulometric property in which the landfill is located, this liquid can end up penetrating deep, that is, crossing the geological environment and forming contamination plumes, which, depending on factors such as (porosity and permeability) of the layer, can accumulate and migrate to deeper portions of the subsurface, polluting the groundwater. These waters often end up supplying cities through their exploitation (artesian wells). The area where the geophysical test was carried out is located in the south of the state of Roraima, in the municipality of Rorainópolis, approximately 295 km from the capital Boa Vista, RR. The Municipal Solid Waste Disposal Area (ADMRS) is located in the urbanized area of the Municipality, on the side of the municipal highway RPO-030. The ADMRS was located on a water body slope, approximately 100 m away from a stream located on private property and 50 m from the Yamanaka stream. This is a wrong factor, since environmental legislation requires that a landfill be built at least 200 m away from any water body. In this survey, the electrical resistivity method with a Schlumberger arrangement was used, based on the Vertical Electrical Sounding (VES) technique. The local geology of the area is related to the clayey, sandy and gravelly sedimentary cover with signs of laterization. The electrical resistivity value (ρ_a) varies according to the predominance of geological material in the subsurface layers. However, in contaminated areas, the electrical response of the material tends to decrease abruptly,

with ρ_a values up to ten times lower than normal. Resistivity data collected for ADMRS indicated possible surface contamination, with values $14 < \rho_a \leq 250 \Omega m$ at depths of 4 m. Therefore, to date, the area has only demonstrated strictly surface contamination.

KEY WORDS: Contamination Plume, Solid Waste, Environment, State of Roraima

INTRODUÇÃO

O método adequado para destinação e tratamento de resíduos sólidos urbanos-RSU são os aterros sanitários, que é definida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas-ABNT NBR 8.419/1992 como: “técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário”. Entretanto, apesar de serem locais específicos para tal propósito, nem sempre a disposição final dos resíduos é realizada de maneira correta, por vezes, desprezando as condições mínimas exigíveis para o funcionamento do aterro, tornando-se áreas sujeitas a propagação de contaminantes, como por exemplo, o chorume.

O chorume é um líquido de coloração escura, odor desagradável e altamente poluído, sendo composto orgânicos que sofrem decomposição bacteriana, devido à umidade se desprendem e arrastam consigo substâncias sulfuradas, nitrogenadas e cloradas tóxicas. As estações chuvosas marcam momentos de intensa percolação de água nos depósitos de resíduos, fato esse, que proporciona a intensa lixiviação do chorume, principalmente, se o terreno em subsuperfície tiver alto grau de porosidade, migrarão em forma de pluma em direção as águas subterrâneas. Juntamente com o chorume, ocorre o arraste de substâncias inorgânicas como os cátions magnésio, sódio, cálcio e amônio, e de íons de metais pesados, p. e., Al, Cd, Pb e Hg (CHRISTENSEN et al., 2001).

A ausência de um tratamento de solo eficiente em aterros sanitários/aterros controlados/lixões acarreta na contaminação do meio geológico e das águas superficiais e subterrâneas, impactando profundamente a população. A ciência Geofísica em relação a este tipo de ambiente, apresenta-se como uma alternativa indireta de estudo, permitindo caracterizar subsuperficialmente a interação dos contaminantes com o meio ambiente. Dentre os métodos geofísicos, os mais utilizados para estas áreas contaminadas são os métodos elétricos. Estes consistem em observar como o meio geológico em subsuperfície se comporta frente a uma corrente elétrica injetada na superfície do terreno. Ressalta-se que este tipo de investigação já vem sendo conduzida com êxito em território roraimense (GUIMARÃES; SOUZA, 2022; SILVA, 2022; PIMENTEL, 2020; SOUZA e ANDRADE, 2018; SOUZA; ANDRADE; MORAES, 2018; SOUZA; CARVALHO, 2017), justificando assim a continuidade de sua aplicação, visto que, os lixões são o único modo de lançamento de lixo urbano/rural/hospitalar/industrial no estado de Roraima (SILVA; SOUZA, 2023). Deste modo, o presente trabalho trás um diagnóstico preliminar do comportamento da pluma de contaminação advinda da Área de Disposição Municipal de Resíduos Sólidos de Rorainópolis/RR por meio da aplicação do Ensaio Eletorresistivo, a partir da técnica da Sondagem Elétrica Vertical-SEV com arranjo *Schumberger*.

O município de Rorainópolis perfaz a porção sul do estado de Roraima, distando aproximadamente 295 km da capital Boa Vista, RR (Figura 1). A ADMRS investigada tem a sua localização na área urbanizada do Município, sendo localizada as margens da rodovia municipal RPO-030 (Figura 1). A mesma foi alocada numa vertente de corpo hídrico, com aproximadamente 100 m de distância de um córrego situado em propriedade privada e 120 m do igarapé Yamanaka. Somado ao posicionamento da ADMRS em plena área urbana e a proximidade a corpos hídricos, é possível apontar que esta não segue as normativas afixadas na NBR 8.419/1992, indo na contramão da legislação ambiental. Esta ADMRS jaz sobre uma cobertura sedimentar argilosa, arenosa e cascalhosa com indícios de laterização. (REIS et al., 2003).

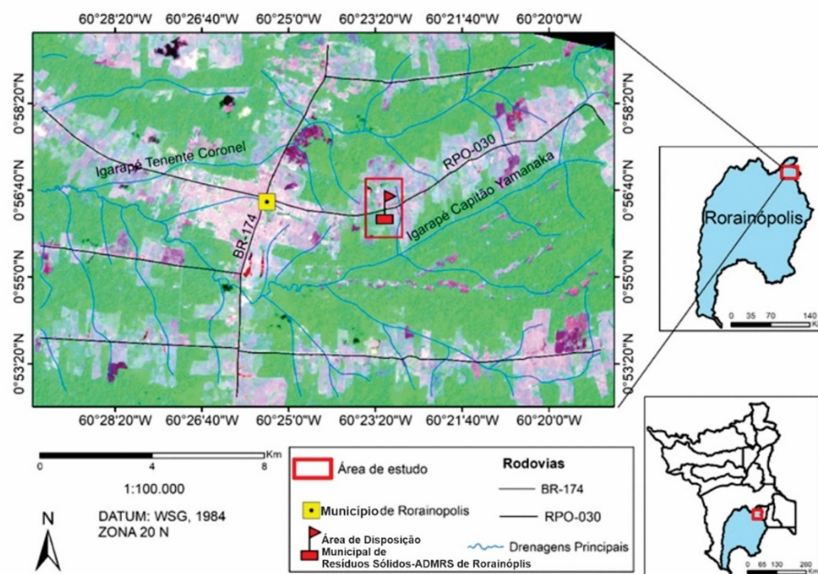


Figura 1: Discriminação da área de estudo. Fonte: Autora do Trabalho.

OBJETIVOS

Mapear assinaturas/anomalias elétricas em subsuperfície correlacionáveis a valores de contaminantes, que acabam formando a pluma de contaminação originada da ADMRS Rorainópolis/RR. Contribuindo, assim para elaboração de um modelo geoeletrico hipotético das respectivas zonas que possam estar contaminadas, devido a percolação do chorume em decorrência do descarte incorreto e tratamento inadequado do resíduo sólido na superfície do terreno, de tal forma que possa indicar o quão afetado podem estar os corpos hídricos superficiais da área, dando ênfase as águas subterrâneas.

METODOLOGIA

A figura 2 exemplifica o desenvolvimento do presente trabalho, deste a reunião de referências bibliográficas, passando pela aquisição de imagens de sensoriamento remoto, coletando os dados geofísicos em campo, processando os dados em softwares específicos, e por fim confeccionando o modelo geoeletrico da pluma de contaminação da ADMRS de Rorainópolis/RR.



Figura 2: Exemplificação da metodologia de trabalho. Autora do Trabalho.

4. RESULTADOS

Os ensaios geofísicos executados na ADMRS de Rorainópolis/RR, envolveram quatro sondagens elétricas verticais-SEV's (Figura 3A). Destas, três foram executadas na porção externa a ADMRS e uma na porção interna. As sondagens permitiram discutir sobre dados geológicos, topográficos, e principalmente dos contaminantes em subsuperfície. O terreno em que foi desenvolvido as SEV's, em geral, perfaz uma cobertura característica de processos alteração (laterização), apresenta granulometria variando de areia fina a média, com algumas faixas argilas.

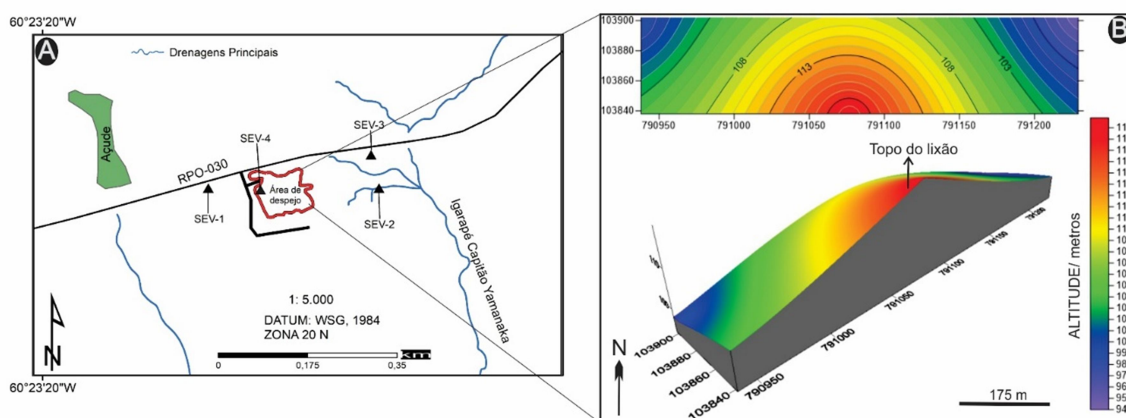


Figura 3: Exemplificação da ADMRS investigada geofisicamente. A. Mapa de pontos das SEV's. B. Modelo altimétrico tridimensional. Fonte: Autora do Trabalho.

Segundo as Normas Brasileiras NBR 8.419/92 ditam certos tipos de cuidados que deve haver em uma implantação de um aterro sanitário, desde o caráter geológico, com rochas/sedimentos com baixa permeabilidade, tratamento do chorume e dos gases que são gerados, que não é o caso da ADMRS de Rorainópolis, pois nenhuma das medidas estão sendo seguidas, começando pela localização da mesma, que está topograficamente no topo de vertente e bem próximo de drenagens, 120 metros (Figura 3B). O que gera um grande problema ambiental para essa região, pois todo aquele material (chorume) que é produzido ali em cima, principalmente em períodos chuvosos, a água acaba percolando e lixiviando esse material para essas áreas mais rebaixadas e causando a contaminação.

A caracterização geolétrica da ADMRS de Rorainópolis/RR envolveu quatro SEV's, abrangendo leituras até 130 metros de profundidade (Figura 4A). Os ensaios elétricos serviram de alicerce para identificar e distinguir cinco zonas eletrorresistivas: (1ª.) crosta laterítica com $15.000 < \rho_a \leq 20.000 \Omega m$; (2ª.) material arenoso com $500 < \rho_a \leq 10.000 \Omega m$; (3ª.) material areno-argiloso com $1.000 < \rho_a \leq 3.000 \Omega m$; (4ª.) material argiloso com $300 < \rho_a \leq 700 \Omega m$; e (5ª.) zona contaminada com $14 < \rho_a \leq 250 \Omega m$.

A zona contaminada nesse levantamento é constituída pelas SEV's 2 e 4. Localizadas nas porções N e NE da área de estudo, sendo que a SEV-1 dista aproximadamente 150 m das maiores concentrações de lixos e fica bem próximo a drenagem do igarapé Yamana. A SEV-4 perfaz a porção interna da ADMRS, onde ocorre a maior concentração de resíduos da área, cujos valores de resistividade foram associados a contaminantes, $14 < \rho_a \leq 250 \Omega m$. Também é importante ressaltar que esses contaminantes estão ocorrendo em profundidades rasas 4 m, sendo relacionadas como estritamente superficiais, visto que fatores litológicos (p. e., rochas argilas), como a granulometria do material predominante em subsuperfície acabam que servindo como uma barreira natural para que esses contaminantes não acabem migrando para locais mais profundos causando impactos maiores caso entre em contato com as águas subterrâneas (Figura 4B).

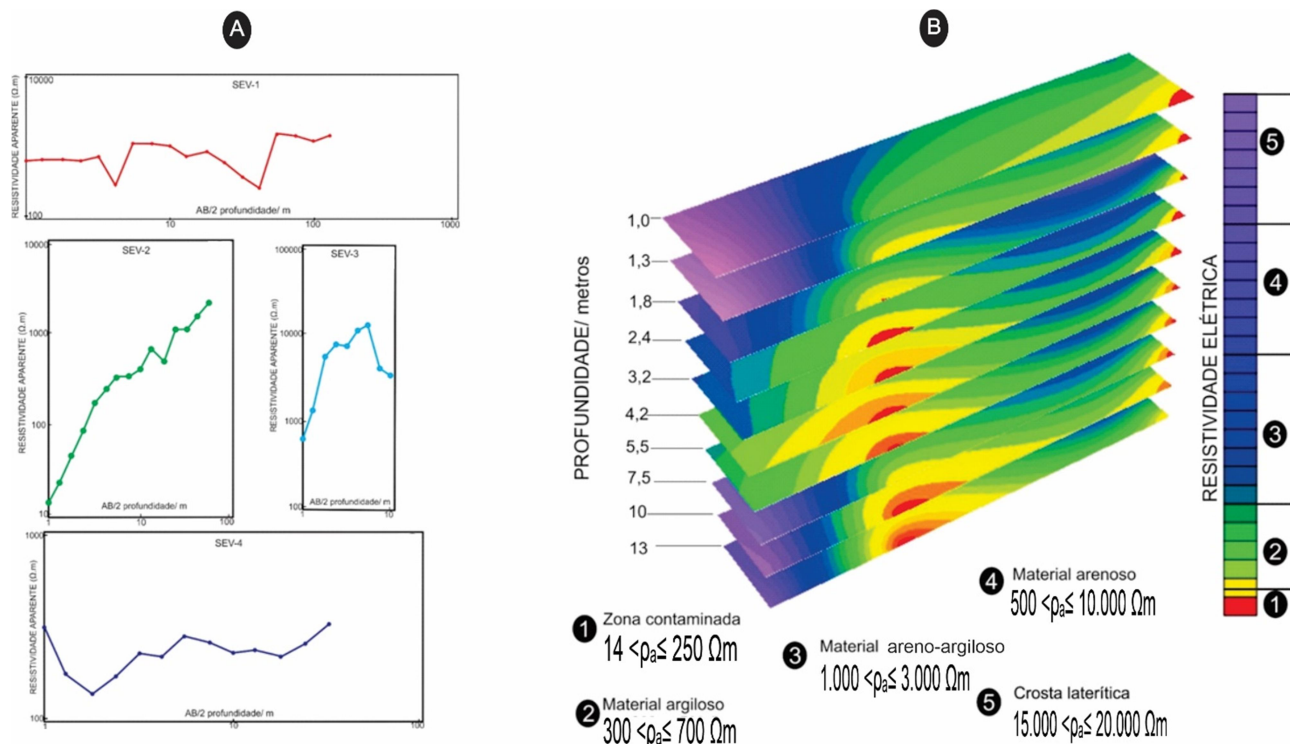


Figura 4: Exposição dos dados do levantamento eletrorresistivo. A. Curvas de resistividade elétrica da Sondagem Elétrica Vertical-SEV. B. Mosaico de curvas de isópocas com 13 níveis de profundidades, configurando o modelo geoeletrico da pluma de contaminação da ADMRS de Rorainópolis/RR.

5. CONCLUSÕES

Segundo comunicação verbal e informal de moradores do município de Rorainópolis/RR já ocorreram várias denúncias a órgãos públicos, questionando principalmente o mau odor causado na região e a questão da disposição dos resíduos sólidos, visto que a ADMRS do Município funciona desde 1998. É relevante mencionar que o lixo, na maioria das vezes, é jogado na própria rodovia municipal RPO-030, causando um certo transtorno no deslocamento dos moradores e veículos.

Outro fato inusitado da ADMRS, que segundo relatos dos moradores o mesmo é localizada em um terreno no qual não é de posse do Município e, sim de um morador local, sendo que o mesmo já passou por diversos transtornos, principalmente em períodos chuvosos, pois a fazenda dele é localizada 300 metros de distância das maiores concentrações de lixo, tendo que construir uma barragem para conter a água possivelmente contaminada que advém do ADMRS não entre em sua propriedade, contaminando assim, o igarapé Yamanaka que é localizada na sua propriedade, bem como o restante do Município.

E, por fim, o diagnóstico técnico do local aponta que a ADMRS está rigorosamente distante de quaisquer normativas quanto a construção e monitoramento de aterro sanitário, tendo como solução a suspensão total de sua atividade, requerendo análises químicas da água e do sedimento para saber o quão mais afetado essa região possa estar, e sim começar um plano de total restauração da área. Visto que, uma vez que essas regras foram violadas os impactos ambientais ali gerados podem demorar décadas para serem sanados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 8.419: Dispõe sobre as normas técnicas para implantação de Aterro Sanitário. Rio de Janeiro: **ABNT**, 1992. 7 p.
2. CHRISTENSEN, T.H.L.; KJELDSSEN, P.; NJERG, P.L.; JENSEN, D.L.; CHRISTENSEN, J.B.; BAUN, A.; ALBRECHSTEN, H.; HERON, G. Biogeochemistry of landfill leachate plumes. **Applied Geochemistry**, Dinamarca, p. 659-718, 2001.

3. GUIMARÃES, E.N.; SOUZA, L.S.B. Arquitetura geométrica do Sistema Aquífero Boa Vista, Boa Vista/RR (porção urbana-zona oeste). **Revista Geociências**, v. 41, n. 1, p. 151-168, 2022. <<https://doi.org/10.5016/geociencias.v41i1.16274>>.
4. PIMENTEL, F. A. **Geofísica e morfometria em terrenos de disposição de resíduos sólidos na porção setentrional do estado de Roraima**. 2020, 138 f. 2020. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais-Universidade Federal do Roraima. Roraima.
5. REIS, N. J.; FRAGA, L. M.; FARIA, M. S. G.; ALMEIDA, M. E. Geologia do Estado de Roraima. *Géologie de la France*, [S.L.], v. 2, n. 3, p. 71-84, 2003.
6. SILVA, J. S. **Eletroresistividade e química para fins ambientais em áreas de disposição de resíduos sólidos nas porções norte e centro-sul do estado de Roraima**. 2023, 127 f. 2023. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais-Universidade Federal do Roraima. Roraima.
7. SILVA, K. V.; SOUZA, L. S. B. ÍNDICE DE QUALIDADE DE ATERROS DE RESÍDUOS-IQR valas/lixões nos municípios do Estado de Roraima, Amazônia Ocidental, Brasil. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 17, n. 2, p. 159-180, 2023.
8. SOUZA, L. S. B.; ANDRADE, G. G. Resistividade no entorno do aterro sanitário municipal de Boa Vista, Roraima, Brasil: implicações ambientais. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais**, v. 13, n. 3, p. 435-452, 2018. <https://doi.org/10.46357/bcnaturais.v13i3.346>.
9. SOUZA, L. S. B.; ANDRADE, G. G.; MORAES, G. R. Um lixão sob o ponto de vista da geofísica rasa, município de Caracaraí, Roraima, Brasil. *Revista de Geociências do Nordeste-REGNE*, v. 4, n. 1, p. 21-41, 2018. <https://doi.org/10.21680/2447-3359.2018v4n1ID13373>.
10. SOUZA, L. B. S.; CARVALHO, F. W. S. Contextualização geológica da porção sudoeste do Sistema Aquífero Boa Vista, estado de Roraima, Brasil, a partir de sondagens elétricas verticais rasas. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, v. 12, n. 1, p. 91-107, 2017. <https://doi.org/10.46357/bcnaturais.v12i1.407>.