



CARACTERIZAÇÃO DA SUBSUPERFÍCIE NOS LOCAIS PRÓXIMOS À ATIVIDADE MINERADORA NO MUNICÍPIO DE TRACUATEUA (PARÁ, BRASIL) APLICANDO O GPR

Camila dos Santos Miranda*, Graduada em Ciências Biológicas, Instituto de Estudos Costeiros (IECOS), UFPA

Pedro A. Chira Oliva, Instituto de Estudos Costeiros (IECOS), UFPA, e-mail: chira@ufpa.br

Karolina Almeida Correa, Mestranda em Geofísica, Instituto de Geociências, UFPA

Marcia Leonor Oliveira, Graduada em Ciências Biológicas, Instituto de Estudos Costeiros (IECOS), UFPA

Samuel da Costa dos Santos, Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Biologia Ambiental (PPBA)/IECOS/UFPA

Rosely da Luz Reis, Graduada em Ciências Biológicas, IECOS/UFPA

Copyright 2018, SBGF - Sociedade Brasileira de Geofísica

Este texto foi preparado para a apresentação no VIII Simpósio Brasileiro de Geofísica, Salinópolis, 18 a 20 de setembro de 2018. Seu conteúdo foi revisado pelo Comitê Técnico do VIII SimBGf, mas não necessariamente representa a opinião da SBGF ou de seus associados. É proibida a reprodução total ou parcial deste material para propósitos comerciais sem prévia autorização da SBGF.

Abstract

In Tracuateua city (Pará), there is occurrence of a granitic body the mining company Santa Monica exploits it in the region for civil construction. This exploration is artisanal with the use of dynamite to extract the mineral. The activity has affected various houses of this city, which has generated cracks in them walls, visual degradation of soil, on landscape, on relief and even the compromise of one of the main rivers of the region. In this work, it was applied the Ground Penetrating Radar (GPR) to evaluate these environmental impacts resulting from the use of explosives such as dynamite on the studied area.

Introdução

Entre os principais fatores de risco relacionados à qualidade do ambiente e possível alteração dos locais citam-se fontes de contaminação de mananciais subterrâneos através da construção desordenada de poços, a falta de saneamento básico nas áreas ocupadas pela população, deposição inapropriada dos resíduos sólidos, utilização descontrolada de fertilizantes e agrotóxicos na agricultura, contaminantes produzidos pelas indústrias, vazamentos de hidrocarbonetos na subsuperfície, a contaminação do subsolo por necrochorume proveniente de cemitérios e atividades mineradoras em locais inadequados, entre outros exemplos (modificado de Zoby, 2008). Enfatizando a destruição gradativa do bioma terrestre, existem poucos estudos abordando os efeitos que as atividades mineradoras causam aos locais onde estas atuam, cujas consequências podem ser devastadoras.

Segundo Bacci et al. (2006), a exploração de pedreiras é uma das inúmeras causas de alteração ambiental, da paisagem, do meio atmosférico por ocasionar um aumento da quantidade de poeira em suspensão no ar, da modificação dos recursos hídricos resultando em assoreamentos e entulhamentos dos cursos de água, a alteração dos processos geológicos como erosão, hidrogeologia, a alteração de feições geomorfológicas e encostas, os impactos na fauna e flora e na saúde pública dos moradores das proximidades.

O uso de material explosivo na mineração dá lugar à ocorrência de inúmeros impactos de ordem social e ambiental, caracterizados como de maior ou menor impacto conforme a localização, o método de lavra, o tipo de minério extraído e o tipo de desmonte utilizado e contribuindo para a desestruturação da composição física e química do solo, pois a atividade extrativa de minerais faz uso de explosivos e substâncias que alteram a estrutura das rochas (modificado de Mendes et al., 2013). Aviz e Pinheiro (2013) discutiram os impactos ambientais decorrentes da exploração de recursos minerais em Tracuateua (Pará) aplicando uma pesquisa de campo sustentada em entrevistas orais, palestras, registros fotográficos e observações. Segundo os autores a exploração dos recursos minerais (seixo e areia) tem ocasionado degradação visual do solo, da paisagem, do relevo, bem como o acirramento de processos erosivos comprometendo o leito do rio Quatipuru e ainda mostra como o poder público tem atuado para coibir esses impactos.

Neste trabalho foi realizado um estudo preliminar utilizando a ferramenta geofísica Radar de Penetração no Solo (GPR) para avaliar os impactos ambientais provenientes da extração mineral onde a empresa responsável (mineradora Santa Mônica) utiliza explosivos em locais situados próximos na cidade de Tracuateua, nordeste do estado do Pará.

Metodologia

Área de estudo

A área considerada para este estudo está localizada no município de Tracuateua, nordeste do estado do Pará (Figura 1), com localização aproximada de 169 quilômetros da capital do estado, Belém. Possui as coordenadas geográficas de 01°58'12,48" S e 46°56'29,97" O, com uma área estimada em 934, 272 km² (IBGE, 2016).

Segundo Ferreira (1979), no referido município a extração mineral é a atividade que mais se destaca, visto que a região possui um grande potencial em relação aos afloramentos graníticos, e é realizada na Pedreira Santa Mônica LTDA. A referida mineradora explora estes afloramentos graníticos utilizando o método de lavra a céu aberto (PALHETA et al., 2009) com a utilização de materiais explosivos diariamente. Estas detonações provocam perturbações ao maciço rochoso e causam danos às estruturas de casas e equipamentos, além de gerar oscilações ou queda de objetos em residências.

Nesta região foram escolhidos três locais de coleta dos dados geofísicos, situados nas proximidades da Mineradora Santa Mônica e a aproximadamente 3 km do centro urbano da cidade.

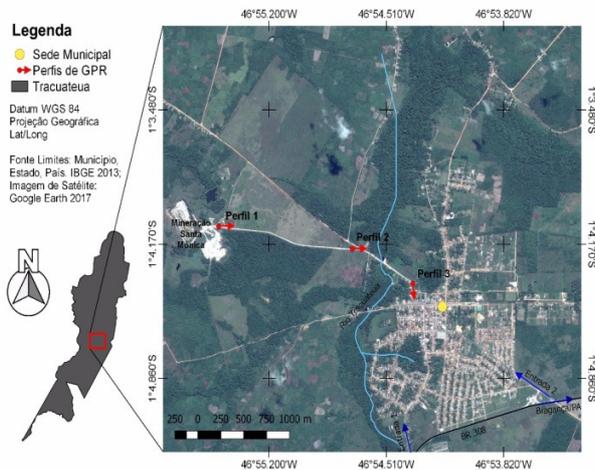


Figura 1. Mapa de localização dos locais de coleta na cidade de Tracuateua. Fonte: Adaptado de Google Earth, 2017.

Radar de Penetração No Solo (GPR)

O Radar de Penetração no Solo (GPR) é um método geofísico baseado na emissão de ondas eletromagnéticas de alta frequência (10 MHz a 2,5 GHz) que obtém uma imagem de alta resolução, dos objetos ou interfaces da subsuperfície (Davis e Annan, 1989). Um sistema de GPR, basicamente, consiste de um gerador de sinal (caixa de controle), duas antenas, sendo uma de transmissão (Tx) e outra de recepção (Rx), e um *datalogger*, que tem capacidade de gravação digital. Neste trabalho utilizou-se o método geofísico eletromagnético através da ferramenta geofísica Radar de Penetração no Solo (GPR). Devido às configurações da ferramenta geofísica GPR foi considerada a configuração afastamento-comum (Common-Offset) no levantamento dos dados.

Resultados e discussões

Nos arredores da pedreira Santa Mônica (Tracuateua) foi considerada uma direção quase W-E no radargrama (perfil 1) sendo utilizadas as antenas de transmissão de frequências de 200 e 400 Mhz, respectivamente com janelas de tempo de 100, 150, 200 e 250 ns. Este levantamento foi realizado no período chuvoso (fevereiro) de 2017. O comprimento deste perfil foi de 45 m (Figura 2).

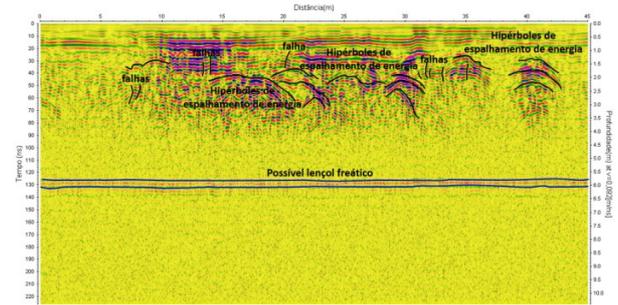


Figura 2 - Radargrama do perfil 1 (próximo à Pedreira Santa Mônica, antena de 200 Mhz, janela de 250 ns, período chuvoso de 2017).

Neste perfil detectamos na parte superior a existência de um pacote de camadas entre 0 e 1m de profundidade. Também identificamos a ocorrência de pequenas falhas na profundidade compreendida entre 0,5 e 4 m aproximadamente. Nesse intervalo também são notórias a presença de hipérbolos de espalhamento de energia que poderiam estar relacionados a um possível material depositado ou aterrado neste local.

Um importante destaque neste perfil é a ocorrência de um forte refletor horizontal a uma profundidade de 6 m que poderia estar relacionado a um possível lençol freático.

Para o período não chuvoso (julho) de 2017 foi considerado o mesmo perfil (Figura 3) com a mesma direção, antenas de transmissão e janelas de tempo que no período sazonal anterior.

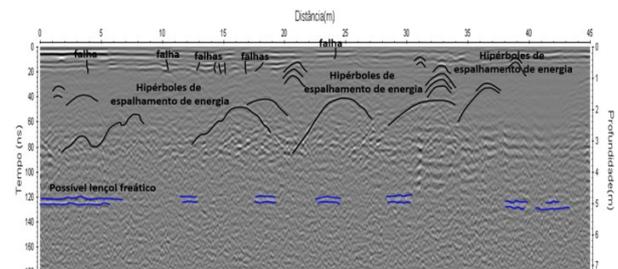


Figura 3 - Radargrama do perfil 1 (próximo à Pedreira Santa Mônica, antena de 200 Mhz, janela de 200 ns, período não chuvoso de 2017).

As mesmas características detectadas no anterior perfil (falhas, hipérbolos de espalhamento de energia e possível lençol freático, etc.) foram identificadas neste perfil da Figura 3. Este perfil de 45 m de comprimento também destaca pela ocorrência de falhas próximas da superfície (entre 0 e 1 m de profundidade). O possível lençol freático ocorre a uma profundidade menor (5m) quando comparado com o anterior perfil.

Um outro local de coleta de dados GPR foi próximo ao Rio Tracuateua. A direção considerada para este perfil foi SE sendo também utilizadas as antenas de transmissão de frequências de 200 e 400 Mhz, respectivamente com

janelas de tempo de 100, 150, 200 e 250 ns. Este levantamento foi realizado no período chuvoso (fevereiro) de 2017. O comprimento deste perfil foi de 45 m (Figura 4).

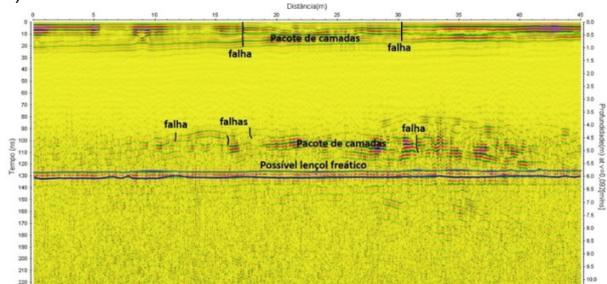


Figura 4 - Radargrama do perfil 2 (próximo ao rio da Ponte, antena de 200 Mhz, janela de 250 ns, período chuvoso de 2017).

Neste perfil detectamos na parte superior a existência de um pacote de camadas entre 0 e 1 m de profundidade. Também identificamos a ocorrência de pequenas falhas verticais neste pacote de camadas

Não foi possível detectar algum tipo de estrutura ou camadas acontecendo entre 1 e 3,5 m de profundidade. Entre 3,5 e 5,75 m de profundidade foram detectadas camadas curvas com um pequeno mergulho e já próximo de 6m foi detectado a ocorrência de um forte refletor horizontal que poderia estar relacionado a um possível lençol freático.

Para este mesmo perfil (Figura 5) foi realizado o levantamento no período não chuvoso de 2017.

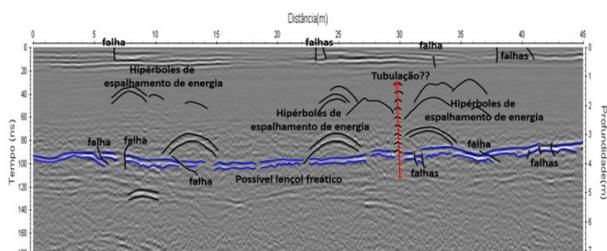


Figura 5 - Radargrama do perfil 2 (próximo ao rio da Ponte, antena de 200 Mhz, janela de 200 ns, período não chuvoso de 2017).

As mesmas características detectadas próximas à superfície foram corroboradas neste perfil (Figura 5) com a diferença de que foram detectadas hipérbolos de espalhamento de energia que poderiam estar ligados a material enterrado. Foi detectado a ocorrência de um forte refletor a uma profundidade entre 3 e 4 m que poderia estar relacionado a um possível lençol freático. Inclusive foi detectado a ocorrência de uma tubulação (distância no perfil marcada em 30 m aproximadamente) que estaria atingido o possível lençol freático.

O último perfil levantado foi à 3 km da pedreira Santa Mônica e próximo da cidade de Tracuateua. A direção considerada para este perfil foi SE com antenas de transmissão de frequências de 200 e 400 Mhz, respectivamente com janelas de tempo de 100, 150, 200 e 250 ns. Este levantamento foi realizado no período chuvoso (fevereiro) de 2017. O comprimento do perfil foi de 45 m (Figura 6).

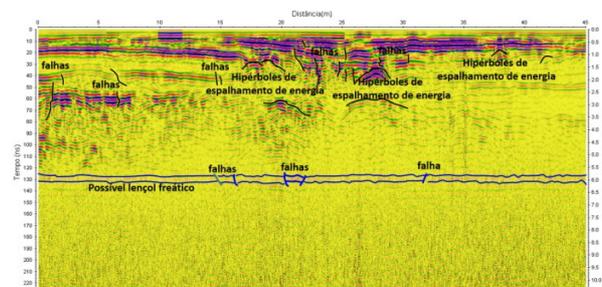


Figura 6 - Radargrama do perfil 3 (a 3km da pedreira Santa Mônica e proximidade da cidade de Tracuateua, antena de 200 Mhz, janela de 250 ns, período chuvoso de 2017).

Neste perfil (Figura 6) foram detectados ao igual que nas figuras anteriores a ocorrência de um pacote de camadas próximo da superfície com presença de falhas. Também foram identificadas hipérbolos de espalhamento de energia que podem estar relacionados à ocorrência de material enterrado. Também foi identificado um forte refletor horizontal que pode estar relacionado a um possível lençol freático a uma profundidade de 6m.

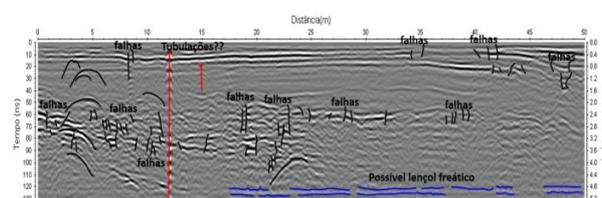


Figura 7 - Radargrama do perfil 3 (a 3 km da pedreira Santa Mônica e proximidade da cidade de Tracuateua, antena de 200 Mhz, janela de 250 ns, período não chuvoso de 2017).

As mesmas características detectadas próximas à superfície e a ocorrência de falhas próxima e abaixo da superfície também foram corroboradas neste perfil (Figura 7). Assim como nos perfis anteriores foram detectadas hipérbolos de espalhamento da energia que poderiam estar ligados a material enterrado. Foi identificado um forte refletor a uma profundidade entre 4,8 e 5 m que poderia estar relacionado a um possível lençol freático. Inclusive foi detectado a ocorrência de uma tubulação enterrada (distância no perfil marcada em 12 m aproximadamente).

Conclusão

A utilização da ferramenta geofísica Radar de Penetração no Solo (GPR) permitiu caracterizar a subsuperfície nos locais próximos à área de atuação da mineradora Santa Mônica na cidade de Tracuateua (Pará);

Foram detectadas pequenas falhas geológicas (verticais e normais) em um pacote de camadas próximo da superfície entre 0 e 1m de profundidade. Estas falhas também foram detectadas em boa parte dos radargramas;

Foram identificadas hipérboles de espalhamento da energia que poderiam estar relacionados a um possível material depositado ou aterrado neste local;

Foi identificado um forte refletor horizontal a profundidades que varia segundo o local (3 a 4 m, 5 a 6 m) que poderia estar relacionado a um possível lençol freático;

A variação na ocorrência da profundidade do possível lençol freático pode estar associada a topografia do local;

As características detectadas nos radargramas sob falhas, hipérboles de espalhamento de energia tem acontecido em ambos os períodos sazonais (chuvoso e não chuvoso);

A ocorrência das falhas pode estar associada a atividade de extração mineral realizada pela pedreira Santa Monica que usa explosivos nesta atividade e que segundo os moradores estas explosões ocorrem continuamente durante os dias da semana, em horários determinados (às 18 h, por exemplo), ocasionando tremores, afetando casas nas proximidades,

Foram detectadas possíveis tubulações enterradas que estão atingindo o possível lençol freático.

Referências

AVIZ, F. R. S.; PINHEIRO, M. F. D., 2013. A ausência de governança ambiental e o agravamento de problemas causados pela exploração de recursos minerais em Tracuateua – PA. In: VII Encontro Nacional de Pesquisadores em Gestão Social: Territórios em movimento, Caminhos e descaminhos da Gestão Social e Ambiental, Belém – PA. CEARÁ, 2013. v. 7. p. 1-14.

BACCI, D. de La C.; LANDIM, P. M. B.; ESTON, S. M. de, 2006. Aspectos e impactos ambientais de pedreira em área urbana. Rem: Rev. Esc. Minas, Ouro Preto, v. 59, n. 1. Disponível em: <http://www.scielo.br>. Acesso em 14 de outubro de 2015.

DAVIS, J. L. & ANNAN, A. P., 1989. Ground Penetrating Radar for High Resolution Mapping of Soil and Rock Stratigraphy. Geophysical Prospecting, 37, 531-551.

FERREIRA, J. B., 1979. Métodos Geofísicos aplicados ao Mapeamento geológico numa área da região Bragantina – Pará. (Dissertação de Mestrado) Universidade Federal do Pará. Programa de Pós-Graduação em Ciências Geofísicas e Geológicas.

IBGE, 2016. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico.

MENDES, V. A.; LIMA, M. A. B., MORAIS, D. M. F., 2013 Geologia e recursos minerais do estado de Alagoas: texto explicativo dos mapas geológico e de recursos minerais do estado de Alagoas – escala 1: 250.000. Recife, PE: CPRM.

PALHETA, E. S. de M., de Abreu, F. de A. M., Moura, C. A. V., 2009. Granitóides proterozóicos como marcadores da evolução geotectônica da região nordeste do Pará, Brasil. Revista Brasileira de Geociências, 39(4): 647-657

ZOBY, J. 2008. Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil. In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 15. Natal: ABAS. CD-ROM.