

ESTUDO AMBIENTAL NO LIXÃO URBANO DE TRACUATEUA (PARÁ) APLICANDO O GROUND PENETRATING RADAR

Marcia Leonor Oliveira de Sousa ¹; Pedro Chira Oliva ²; Samuel da Costa dos Santos ³

Resumo – O crescimento exacerbado da população paralelo ao consumismo desenfreado acaba ocasionando um aumento no descarte de resíduos sólidos, fato esse, que vem preocupando as comunidades científicas, que realizam estudos sob os impactos ambientais para calcular a disponibilidade de recursos naturais que sejam utilizados pelo homem. O homem usa esses recursos nas mais diversas atividades sejam elas domésticas ou em grandes áreas de produção (agricultura, pecuária e serviços urbanos). O presente trabalho é um estudo pioneiro no município de Tracuatuea (Pará) onde existe um lixão a céu aberto, com descartes de resíduos sem nenhum controle, com uma vasta vegetação ao redor e que se encontra muito próximo de recursos hídricos (ex. igarapés, rios). Foi aplicado o método eletromagnético conhecido como Ground Penetrating Radar (GPR) para investigação indireta do subsolo onde foi detectado uma possível contaminação da subsuperfície que estaria atingindo o lençol freático identificado neste estudo. Desta maneira estes resultados permitiram caracterizar a situação atual de contaminação da área de estudo, servindo de alerta para a população e autoridades municipais.

Abstract – The exacerbated growth of the population parallel to unbridled consumerism has led to an increase in the disposal of solid waste in late times, a fact that is worrying the scientific communities, which research the environmental impacts to calculate the availability of natural resources that are used by the man. The man uses these resources in the most differentiated activities, whether domestic or in large production areas (agriculture, urban services, etc). The present work is a pioneering study in the municipality of Tracuatuea (Pará), where there is a waste disposal area without any control, on a vast vegetation around and next to water resources (i.e. streams, rivers). The electromagnetic method known as Ground Penetrating Radar (GPR) was used for indirect investigation of the subsurface where a possible contamination was detected that would be reaching the water table identified in this study. In this way, these results allowed to characterize the current situation of contamination of the study area, serving as an alert for the population and municipal authorities.

Palavras-Chave – Lixão a céu aberto, resíduos sólidos, contaminação ambiental, Radar de Penetração no Solo (GPR).

¹ Estudante, Universidade Federal do Pará, e-mail: marcialeonor015@gmail.com

² Eng. Geól., PhD, Universidade Federal do Pará, e-mail: chira@ufpa.br

³ Tec. em Gestão Ambiental, Mestrando em Biologia Ambiental, Universidade Federal do Pará, e-mail: samueldacostadossantos@yahoo.com

1. INTRODUÇÃO

Um dos grandes problemas como consequência do crescimento da população e do desenvolvimento tecnológico e industrial é a geração e disposição dos resíduos sólidos. O descarte destes resíduos é preocupante no Brasil, devido à cultura do consumismo exacerbado, que vem aumentando a quantidade e variedade de lixo evidenciando os impactos ambientais com a poluição cada vez mais preocupante, ocasionando de modo geral danos ao meio ambiente (Mucelin e Belline, 2008).

No entanto, as implicações atuais estão voltadas para as questões de cunho ambiental, uma vez que o consumo exacerbado possa vir a acarretar implicações constantes relacionadas à destinação de resíduos sólidos de diversificadas origens, desde o orgânico até o químico, sem um cuidado em atender os parâmetros ambientais em saúde (FUNASA, 2002).

Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2014), das 78,6 milhões de toneladas de resíduos sólidos gerados 29,6 milhões de toneladas foram despejadas em lixões e aterros controlados, locais considerados inadequados e que oferecem risco à saúde e ao meio ambiente. Isto significa que 78 milhões de brasileiros ou aproximadamente 38,5% da população não tem acesso a serviços de tratamento e destinação adequada de resíduos. Além disso, mas de 20 milhões não contam com coleta regular de lixo, já que 10% do material gerado na cidade não são coletados.

Finalizados em 2014 os prazos determinados pela lei para diminuir a quantidade de lixões a céu aberto em funcionamento efetivo, o Brasil ainda encontra dificuldades para lidar com uma gestão integrada de resíduos sólidos de forma correta, uma vez que esse processo ocorre lentamente, com estagnação em alguns pontos, assim o lixo de 2013 a 2014 aumentou 29%, cinco vezes superior à taxa de crescimento populacional do mesmo período. A quantidade da destinação final de resíduos ficou praticamente inalterada (~58,4%) (ABRELPE, 2015).

Os principais impactos causados ao meio e à saúde humana pelos lixões são: a poluição do solo e das águas subterrâneas, devastação da vegetação, queimas, riscos de explosões, fortes odores e poluição do ar (Lima, 2003).

Os lixões a céu aberto são um dos grandes problemas da atualidade, gerando consequências drásticas ao ar, ao solo, as águas, à saúde, à vegetação, dentre outros, esses danos na maioria das vezes são irreparáveis.

Os impactos do chorume provenientes destes lixões sobre os aquíferos foram estudados em algumas áreas do país e indicaram elevadas concentrações de metais e contaminação biológica nas águas (i.e. Santos et al., 2004; Costa, 2004, entre outros).

Diversos trabalhos descrevem a aplicação dos métodos geofísicos combinados com análises diretas de investigação do meio impactado na caracterização de contaminantes derivados de chorume (Machado e Oliva, 2017; Pires e Oliva, 2014; Lago et al, 2006; Shiraiwa et al., 2002, entre outros).

No caso do município de Tracuateua (NE do Pará), área escolhida para desenvolvimento deste trabalho, apresenta um lixão a céu aberto com vasta vegetação ao redor e próximo à recursos hídricos, tornando o local muito vulnerável à contaminação como consequência deste lixão. Isto traz inclusive uma relevância sob o aspecto ambiental para a preservação da qualidade dos recursos edáficos (Fonseca, 1999) que podem apresentar um índice de contaminação por chorume e por outros compostos nocivos que apresentando altas concentrações de metais pesados capazes de contaminar o solo e possivelmente os lençóis freáticos.

Este estudo preliminar foi realizado com a ferramenta geofísica conhecida como Ground Penetrating Radar (GPR) e servirá de alerta às autoridades locais para o possível impacto ambiental provocado pela contaminação do subsolo devido ao chorume proveniente dos resíduos sólidos existentes como consequência do lixão a céu aberto neste município.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA

2.1. Localização

A área de estudo (Figura 1) está localizada no município de Tracuateua (Pará, Brasil), onde existe um lixão a céu aberto.

O Município de Tracuateua possui uma área de aproximadamente 936,13 km² e está localizado na Mesorregião do Nordeste Paraense, Microrregião Bragantina, com coordenadas na sede do município de 00°46'18" de Latitude Sul e 47°10'35" de Longitude Oeste. No censo do 2010 a população era de 27.455 habitantes (IBGE, 2010).

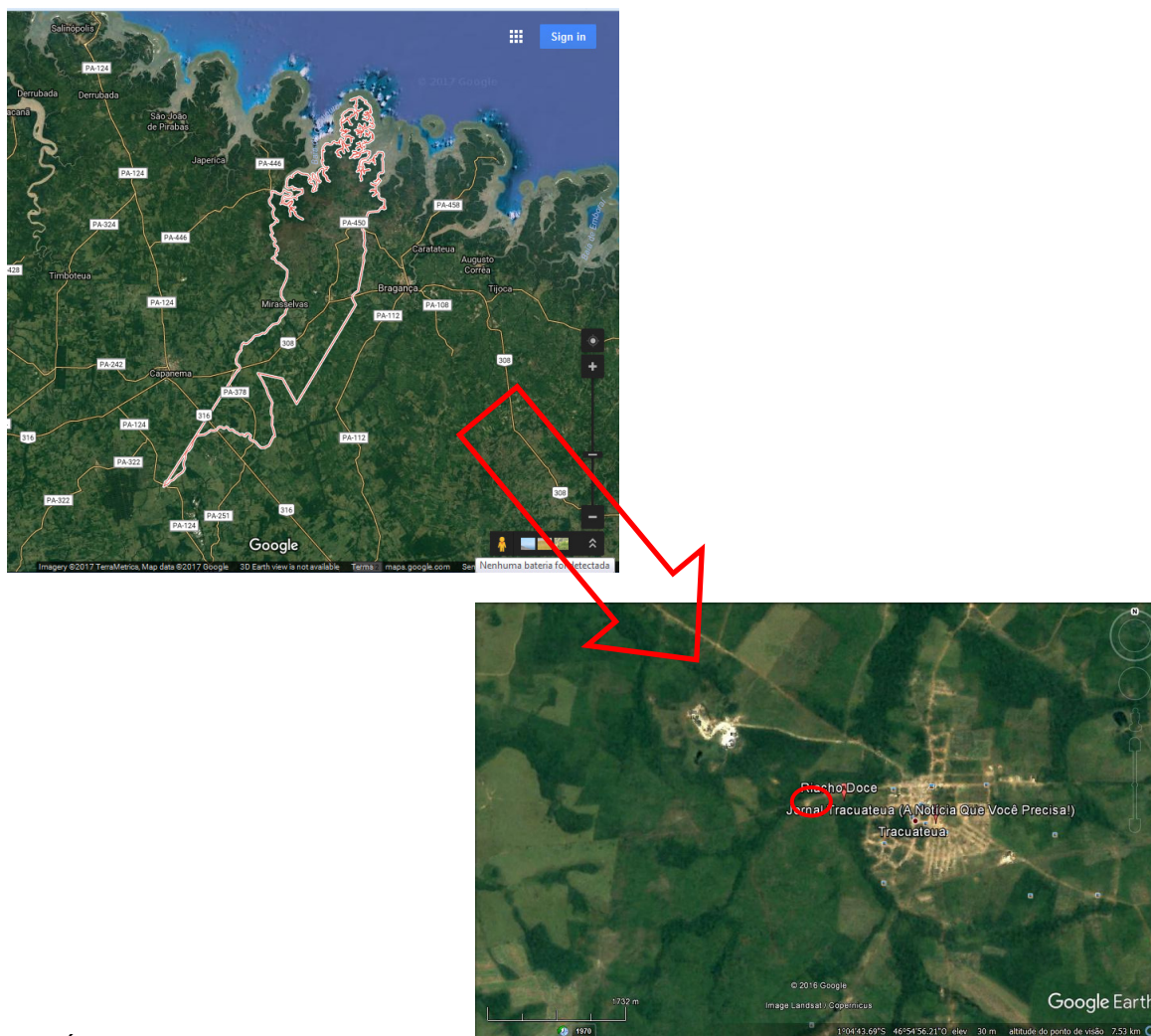


Figura 1. Área de estudo localizada no município de Tracuateua (Pará) com destaque para o lixão (limitada pela elipse de cor vermelha) que fica próximo à cidade. Modificado do Google Earth.

O lixão a céu aberto localiza-se na prolongação da Avenida Mário Nogueira, distante aproximadamente 3 km do centro da cidade com percurso em estrada não pavimentada.

Esta forma de disposição acarreta espalhamento de resíduos em períodos chuvosos para fora da área, além disso, pode causar problemas, tais como, disseminação de animais causadores de doenças, contaminação das águas superficiais, subterrâneas, contaminação do solo e eventualmente, atração de catadores, etc (Figura 2).



Figura 2. Lixão a céu aberto no município de Tracuateua.

2.2. Caracterização geológica

Geologicamente o município de Tracuateua caracteriza-se por apresentar ocorrência de rochas Graníticas do Pré-Cambriano, em meio às coberturas fanerozóicas (Ferreira, 1979).

O Granito Tracuateua ocupa uma parte da bacia Tracuateua-Quatipuru, tendo como extensão cerca 282 km² correspondente a 20% da composição geológica do local (Leite et al., 2007).

Na região encontram-se duas unidades geotectônicas: o Cráton de São Luís e o cinturão de cisalhamento Gurupi, separadas pela Zona de Cisalhamento Tentugal. Sua granitogênese indica um ambiente geotectônico de interações colisionais entre arcos de ilhas e bacia vulcanossedimentares, com núcleos arqueanos, podendo ser correlacionada ao evento Transamazônico. Datações realizadas para essa rocha revelaram idade em torno de 2,0 Ga, correspondente à idade Paleoproterozóica (Palheta et al., 2009).

A melhor exposição do Granito Pré-Cambriano encontra-se nos redores da cidade e é classificado como um material mecanicamente homogêneo e frágil, cujo regime de fraturamento é rúptil em diferentes estágios. Este corpo possui rochas de colorações que variam de róseo, cinza rosado a cinza esbranquiçado. Possui uma textura isotrópica, fanerítica, hololeucocrática a leucocrática, com granulometria variando de média a grossa. Constituídas por minerais tipo quartzo, microlina, albita-oligoclásio, muscovita e biotida. Como acessórios ocorrem zircão, apatita e minerais opacos (Palheta et al., 2009).

3. MÉTODO

Neste trabalho utilizou-se o método geofísico eletromagnético através da ferramenta geofísica Radar de Penetração no Solo (GPR).

O GPR é um método eletromagnético que utiliza ondas de rádio de altas frequências (normalmente entre 10 - 1000 MHz) para localizar estruturas e feições geológicas rasas de subsuperfície ou localizar objetos enterrados através de ação antrópica (Davis e Annan, 1989).

O método GPR se fundamenta na emissão, reflexão e recepção da onda, que responde às propriedades dielétricas do solo, no qual o sinal – a onda eletromagnética – irá se propagar.

Para a aquisição dos dados GPR foi aplicada a técnica dos perfis de reflexão com afastamento constante (Common-Offset) devido às características do equipamento.

Para o levantamento dos dados geofísicos foi utilizado o equipamento geofísico GPR da empresa GSSI SIR3000 (Geophysical Survey Systems, Inc) (Figura 3). As coletas ocorreram nos períodos sazonais chuvoso (mês de fevereiro) e seco (mês de julho) de 2017. Foram utilizadas duas antenas: 200 e 400 MHz com janelas temporais de 100, 150, 200 e 250 ns, respectivamente.



Figura 3. Equipamento GPR da empresa GSSI SIR3000 utilizado nas coletas dos dados geofísicos.

A utilização de uma janela temporal vai depender muito da profundidade interessada no estudo, podendo variar segundo o objetivo. É importante a predefinição da janela, pois ela é válida apenas para o trabalho, ou seja, as informações obtidas de acordo com a escala possuíram validade apenas para a mesma (Knight, 2001).

Os espaços compreendidos para geração do sinal foram de 10 metros nas linhas do levantamento geofísico.

4. RESULTADOS

A localização e a direção dos perfis GPR levantados é apresentado na Figura 4.

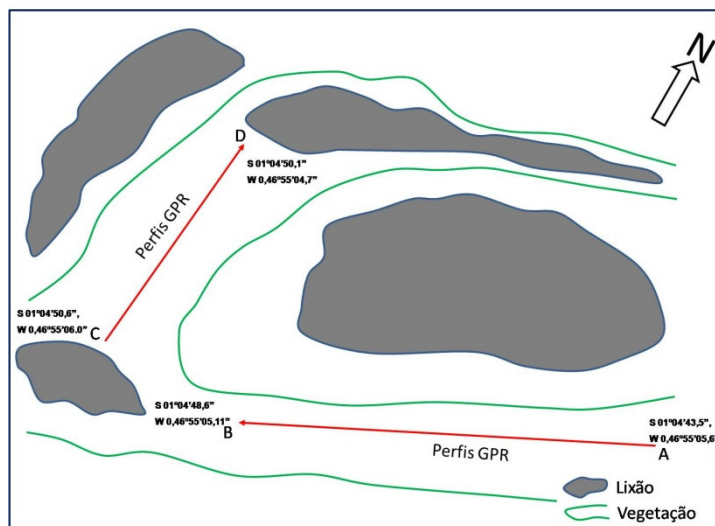


Figura 4. Localização dos perfis GPR levantados no Lixão do município de Tracuateua (Pará).

Período chuvoso 2017

No período sazonal do tipo chuvoso foram levantadas doze (12) linhas de perfis GPR (Figura 4). Os perfis são referentes ao período chuvoso de 2017 (mês de fevereiro).

A continuação apresentamos os principais perfis processados (Figuras 5 a 8).

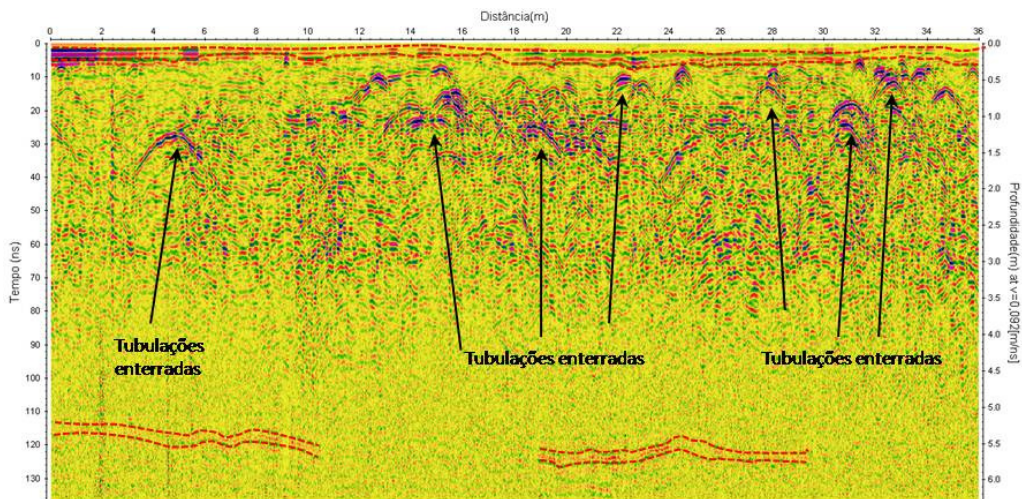


Figura 5. Radargrama do perfil AB (fevereiro de 2017) com uma antena de frequência de 400 MHz e uma janela de tempo utilizada de 150 ns.

Foi detectado no perfil AB (Figura 5) a presença de um forte refletor sub-horizontal entre 0 e 0,3 m. Foram identificados várias hipérbolas de espalhamento de energia que poderiam estar relacionados a encanações ou tubulações enterradas. Também foi identificado um forte refletor sub-horizontal localizado a uma profundidade aproximada de 5,5 m.

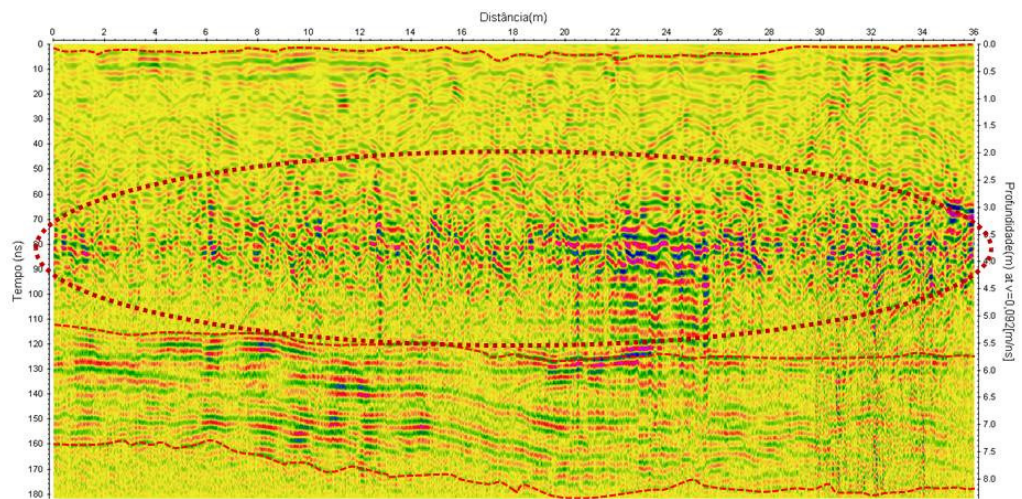


Figura 6. Radargrama do perfil AB (fevereiro de 2017) com uma antena de frequência de 200 MHz e uma janela de tempo utilizada de 200 ns.

Foi detectado uma zona na subsuperfície que poderia ser um possível indicativo de uma pluma de contaminação na subsuperfície do perfil AB (Figura 6, elipse pontilhada em vermelho). Neste mesmo perfil também foi identificado um pacote de camadas a uma profundidade compreendida entre 5,5 e 8 m aproximadamente.

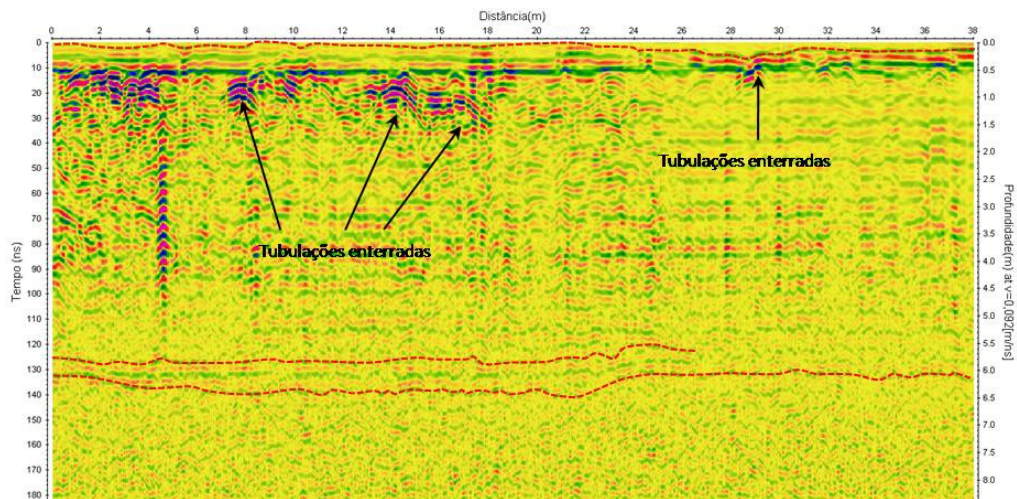


Figura 7. Radargrama do perfil CD (fevereiro de 2017) com uma antena de frequência de 200 MHz e uma janela de tempo utilizada de 200 ns.

Ao igual que na Figura 5 no perfil CD (Figura 7) também foi detectada a ocorrência de vários eventos de reflexão em forma de hipérbolas de espalhamento de energia que poderiam estar relacionados à encanações ou tubulações enterradas. Ao igual que na Figura 5 também foi identificado um forte refletor sub-horizantal entre 5,5 e 6,0 m que poderia estar relacionado à ocorrência de um lençol freático.

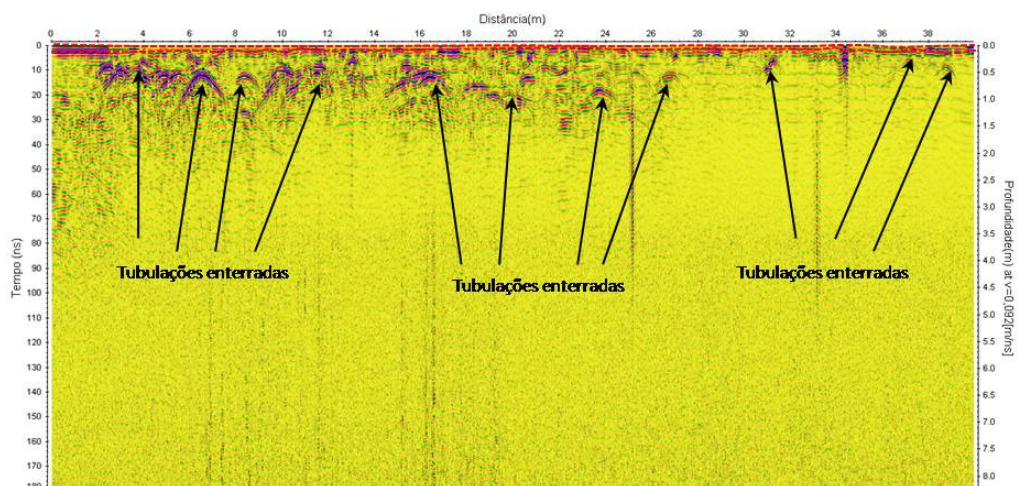


Figura 8. Radargrama do perfil CD (fevereiro de 2017) com uma antena de frequência de 400 MHz e uma janela de tempo utilizada de 200 ns.

Similar comportamento que nas Figuras 5 e 7 acontece no perfil da Figura 8 com a identificação de um forte refletor sub-horizantal entre 0 e 0,3 m e a ocorrência entre 0 e 2 m de várias hipérbolas de espalhamento de energia que poderiam estar relacionados a encanações ou tubulações enterradas.

Período seco (não chuvoso) 2017

Já no período sazonal do tipo não chuvoso (julho 2017) foram levantadas doze (12) linhas de perfis GPR. A continuação apresentamos os principais perfis processados (Figuras 9 à 12).

No perfil AB (Figura 9) foi localizado a presença de um forte refletor sub-horizantal entre 0 e 0,3 m segundo detectado no período chuvoso (Figuras 5 à 8). Também foram detectadas várias hipérbolas de espalhamento de energia que podem ser indicativos de ocorrência de

encanações/tubulações enterradas principalmente entre as profundidades de 0 a 2 m e abaixo de 2 m aproximadamente (Figuras 9 e 10).

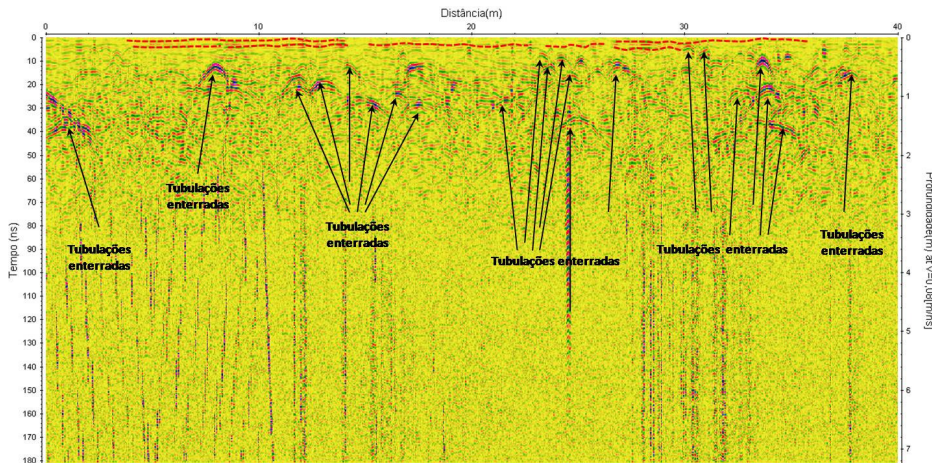


Figura 9. Radargrama do perfil AB (julho de 2017) com uma antena de frequência de 400 MHz e uma janela de tempo utilizada de 200 ns.

Também foi detectado um forte refletor sub-horizontal ocorrendo a uma profundidade aproximada de 5 m com um ângulo de mergulho de aproximadamente 3° e que estaria relacionado a um possível lençol freático (Figuras 10 e 11).

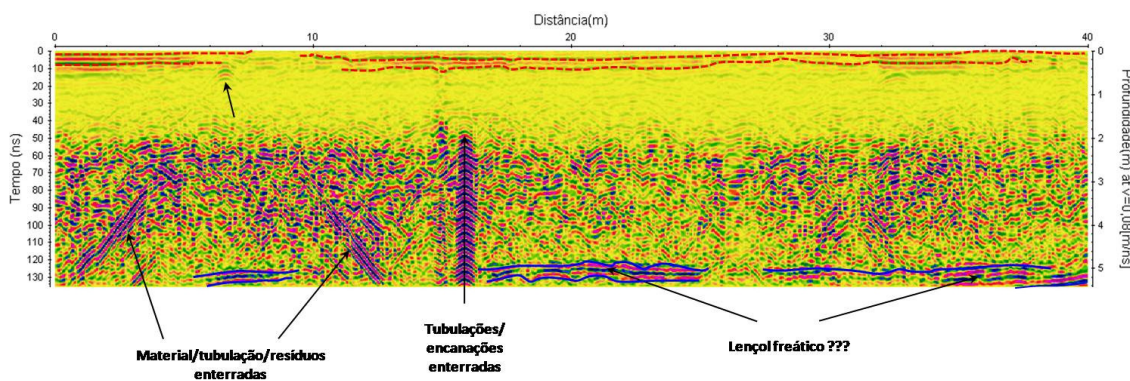


Figura 10. Radargrama do perfil AB (julho de 2017) com uma antena de frequência de 200 MHz e uma janela de tempo utilizada de 200 ns.

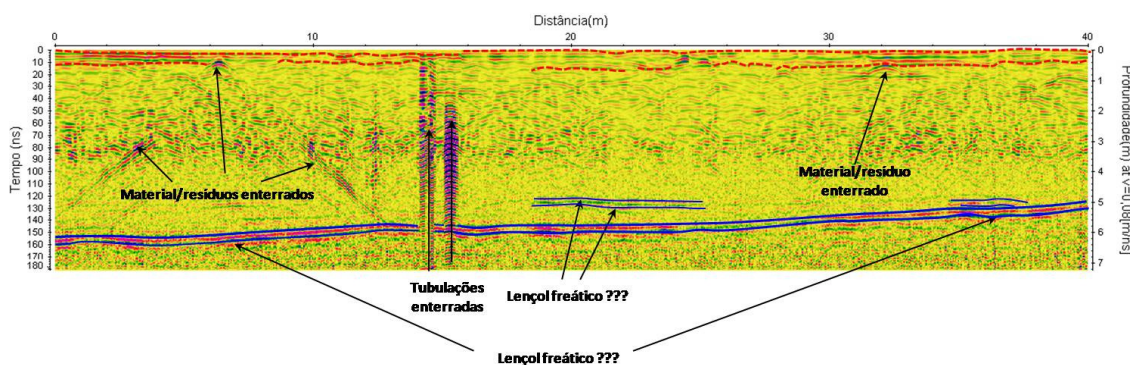


Figura 11. Radargrama do perfil AB (julho de 2017) com uma antena de frequência de 200 MHz e uma janela de tempo utilizada de 150 ns.

No que diz respeito ao perfil CD também foi identificado o refletor sub-horizontal próximo à superfície entre 0 e 0,3 m assim como a identificação de hipérbolas de espalhamento de energia que indicariam a ocorrência de material/resíduo enterrado entre 0 e 2 m de profundidade (Figuras 12 à 14). Também foi detectado a ocorrência de um forte refletor sub-horizontal a uma profundidade aproximada de 5,5 m, similar que nas Figuras 10 e 11, e o mesmo estaria relacionado à ocorrência de um possível lençol freático (Figuras 13 e 14). Foi detectada também a

ocorrência de um pacote de camadas com um ângulo de mergulho de aproximadamente 1° (Figura 13).

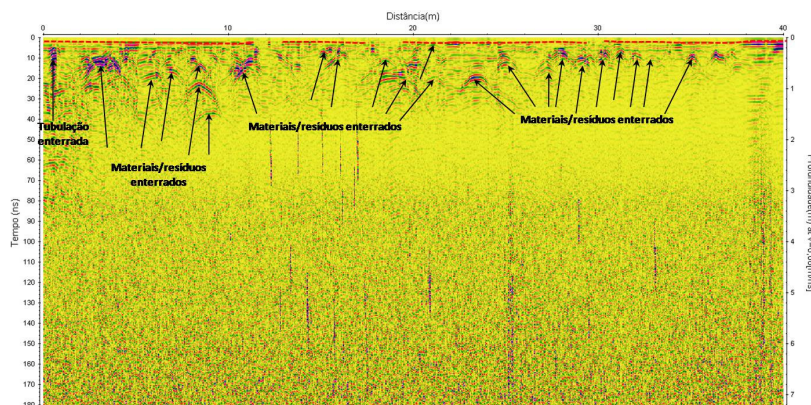


Figura 12. Radargrama do perfil CD (julho de 2017) com uma antena de frequência de 400 MHz e uma janela de tempo utilizada de 200 ns.

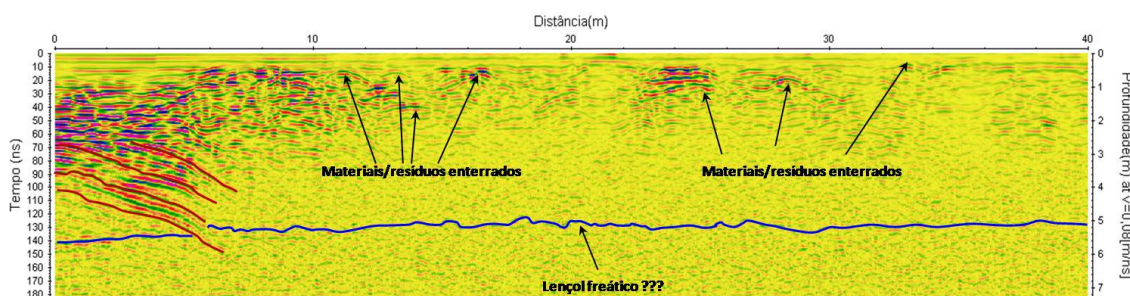


Figura 13. Radargrama do perfil CD (julho de 2017) com uma antena de frequência de 200 MHz e uma janela de tempo utilizada de 200 ns.

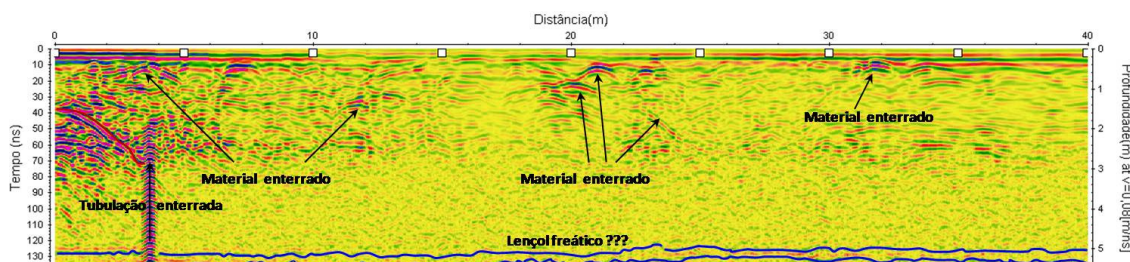


Figura 14. Radargrama do perfil CD (julho de 2017) com uma antena de frequência de 200 MHz e uma janela de tempo utilizada de 150 ns.

5. CONCLUSÃO

A utilização da ferramenta geofísica GPR permitiu caracterizar a área de influência do lixão a céu aberto de Tracuateua (Pará) na subsuperfície.

Os radargramas gerados identificaram a presença de um refletor sub-horizontal entre 0 e 0,3 m na subsuperfície.

Foi detectada uma possível zona de contaminação da subsuperfície no lixão a uma profundidade compreendida entre 2 e 5,5 m de profundidade, que precisaria da aplicação de outros métodos geofísicos para conferir esta ocorrência.

Foi também detectada a presença de várias hipérbolas de espalhamento de energia que poderiam estar relacionados a encanações, materias ou tubulações enterradas entre 0 e 2 m e abaixo de 2m de profundidade aproximadamente. Provavelmente neste lixão tenham existido anteriormente células que foram preenchidas com material de resíduo sólido alí depositados sem nenhum critério e que depois foram compactados segundo mostra a camada sub-horizontal detectada na superfície.

Finalmente foi verificada a ocorrência de um forte refletor sub-horizontal a uma profundidade de aproximadamente 5 m com um ângulo de mergulho compreendido entre 1º e 3º e que poderia estar relacionado com a ocorrência de um possível lençol freático.

Os materiais/resíduos sólidos enterrados na subsuperfície estariam atingindo o possível lençol freático detectado.

REFERÊNCIAS

ABRELPE, 2015. Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil.

ABRELPE, 2014. Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil.

COSTA, W. D. 2004. Contaminação da água subterrânea por resíduo sólido no município de Belo Horizonte – MG. In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Cuiabá: ABAS, CD-ROM

DAVIS, J. L., ANNAN, A. P., 1989. Ground penetrating radar for high resolution mapping of soil and rock stratigraphy. Geophysical Prospecting, v. 37, p. 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.

FUNASA, 2002. Relatório de gestão 2002. Coordenação de Gestão de Políticas Estratégicas – COGEP/CGPLA/DEPIN. Brasília: Ministério da Saúde:

IBGE, 2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. Sinopse do censo demográfico 2010. Disponível em: <www.censo2010.ibge.gov.br>. Acesso em: 29 de outubro de 2015.

KNIGHT, R., 2001. Ground penetrating radar for environmental applications. Annual Review of Earth and Planetary Sciences. 29: 22-255.

LAGO A.L, ELIS, V. R., GIACHETI H. L., 2006. Aplicação de métodos geofísicos em uma área de disposição de resíduos sólidos urbanos em Bauru-SP. Revista Brasileira de Geofísica, 24: 357-374.

-LEITE, W., ASP,N.; BRITO, R., PEREIRA, K., 2007. Influência da herança geológica e preservação da vegetação na sedimentologia de um sistema fluvial e estuarino do nordeste paraense. Associação Brasileira de Estudo do Quaternário, ABQUA.

LIMA, J. S., 2003. Avaliação da contaminação do lençol freático do lixão município de São Pedro da Aldeia-RJ. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 101 p.

MACHADO, T. L., OLIVA, P. A. C., 2017. Investigação da subsuperfície rasa do lixão da cidade de Baião (Pará) aplicando a ferramenta geofísica Radar de Penetração no Solo (GPR). In: Fifteenth International Congress of the Brazilian Geophysical Society, Rio de Janeiro (RJ), CD-ROM.

MUCELIN, C. A., BELLINI, M., 2008. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. Sociedade & Natureza, Uberlândia, 20 (1): 111-124.

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. Arquivo digital disponível on-line no site www.sbgeo.org.br

SANTOS, C. B., LEAL, L. R. B., LUZ, J. A. G., MELLO, J. C., 2004. Caracterização do impacto na qualidade das águas subterrâneas causado pela disposição dos resíduos sólidos urbanos no aterro municipal da cidade de Feira de Santana – BA. In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Cuiabá: ABAS, CD-ROM.