



Uso de Radar (GPR) na Caracterização de Ambiente Depositional em Zona Costeira

Gustavo de Assunção Mello¹, Heitor de Araujo Franco¹ e Fábio Luiz Troian²

1 - HGeo-Tecnologia em Geologia e Geofísica - LGA/IG/UnB

hgeo@cdt.unb.br

2 -Universidade do Vale do Rio dos Sinos

TROIAN@dgeo.unisinos.tche.br

ABSTRACT

The work was made at the northern shore of the Santa Catarina Island, Florianópolis-SC. This area is enclosed in a shoreline sands plain environment, which is composed by sand deposits placed in a succession of troughs and ridges, lengthened and strait, continuous and discontinuous and parallel to the actual coastline. At the troughs, it is observed fine organic matter enriched in fine sediments, that allowed the development of a more exuberant vegetation, motivated the classification, previously, as shallow lagoon zone.

However, the type of the sediments found in the area and the occurrence of shoreline sands put in question this interpretation. The use of GPR was proposed to obtain a better underground visualization of the structures related to the sedimentation environment at the studied areas. The profiles were made in perpendicular directions to the shoreline sands and the coastline.

INTRODUÇÃO

Este trabalho foi realizado na costa norte da Ilha de Santa Catarina, Florianópolis - SC. A área em questão está inserida em um ambiente de planície de cordões litorâneos, constituída por depósitos arenosos dispostos em uma sucessão de cristas e cavas, alongadas e estreitas, contínuas e/ou descontínuas e orientadas paralelamente a linha de costa atual. Nas cavas dos cordões, observam-se sedimentos finos enriquecidos em matéria orgânica que favoreceu o desenvolvimento de uma vegetação mais exuberante, permitindo a classificação da área, precipitadamente, como zona de restinga.

Porém, os tipos de sedimentos encontrados na área e a presença dos cordões litorâneos colocam em dúvida essa interpretação. O uso do GPR foi proposto para obter uma melhor visualização em subsuperfície das estruturas relacionadas ao tipo de sedimentação das áreas estudadas. Os perfis foram realizados em direções próximas a NE, perpendiculares aos cordões litorâneos e a linha de costa. Foram realizados três perfis em duas áreas distintas; **perfil 1/300m**, na área 1 e, **perfil 2/300m** e **perfil 3/100m** na área 2, totalizando 700 metros (figura 1).

CONTEXTO GEOLÓGICO

Os sedimentos que caracterizam a superfície dos depósitos marinhos praias na região estudada compreendem sedimentos arenosos finos a muito finos, selecionados, maduros e supermaturos, constituídos essencialmente por quartzo. Os cordões litorâneos tem sua gênese associada ao movimento regressivo marinho do Oceano Atlântico Sul, ocorrido nos últimos 5 mil anos. Originaram-se durante a progradação costeira, sendo que cada crista corresponde a uma paleolinha de praia e cada cava, uma paleolaguna formada à retaguarda da barreira arenosa. Nas cavas dos cordões, observa-se a presença de sedimentos finos (areia muito fina, silte e argila), enriquecidos em matéria orgânica devido a maior umidade pela proximidade do nível hidroestático. Em um ambiente de mar aberto, com progradação praias, os estratos possuem mergulhos de 2 a 4° em direção ao oceano ou são plano paralelos na zona de ante praia na zona de ante praia.

A evolução de ambientes de restinga, é intimamente ligada a um ambiente aquático de baixa energia, onde ocorre um barramento do mar aberto, possibilitando a deposição de sedimentos finos (argila e silte) em estratificação plano paralelo. Os estratos argilo-siltosos podem alcançar espessura métricas, o que não ocorre em um ambiente de mar aberto.

METODOLOGIA GEOFÍSICA

O GPR (Radar de Penetração no Solo) opera pela indução no solo de uma série de pulsos eletromagnéticos de alta frequência (20 - 1000 MHz) por intermédio de uma antena. Ao se propagar em subsuperfície o sinal pode encontrar materiais de propriedades elétricas diferentes. Nestas interfaces elétricas (refletores) o sinal é refletido e difratado, sendo ainda atenuado ou dissipado dentro do meio.

O sinal refletido é detectado na superfície pela antena receptora, colocada a distância apropriada, próxima da transmissora. As reflexões se originam das heterogeneidades no subsolo, tal como camadas, estruturas geológicas e outras feições podem ser reconhecidas na perfilagem com este radar. A essência do método é a medida exata do tempo de chegada do sinal (10 - 2000 nanosegundos), que depende da velocidade do sinal em subsuperfície à medida que passa através dos materiais, é refletido e dirige-se à antena receptora. Uma seção temporal das medidas de radar poder ser convertida em seção de profundidade após o cálculo da velocidade de propagação da onda, com semelhança a um processo sísmico de reflexão.

A profundidade de investigação pode ser controlada pela frequência aplicada: frequência menor (25 - 100 MHz) resulta em maior penetração porém pior resolução; maior frequência (200 - 1000 MHz) resulta em melhor resolução porém em menor profundidade de penetração.

O instrumento utilizado neste projeto pela HGeo – Tecnologia em Geofísica e Geologia foi um pulseEKKO IV da Sensors&Software, fabricado no Canadá. Este equipamento pode operar com as frequências de 25, 50, 100 e 200 MHz, dependendo do tipo de estudo a ser realizado. No trabalho executado foram utilizadas as antenas de 100 MHz.

As medidas são geralmente conduzidas deslocando transmissor e receptor ao longo do perfil com uma separação fixa entre eles. Outro procedimento de operação de campo consiste no aumento progressivo da distância entre transmissor e receptor simetricamente com relação a um ponto central (CMP). Com este último tipo de procedimento é possível a determinação da velocidade de propagação da onda no meio.

ANÁLISE DE RESULTADOS

A velocidade média de propagação do sinal eletromagnético do GPR na região estudada foi de 0,06 m/ns (metros/nanosegundos) e foi determinada a partir do processamento de três perfis WARR/CMP obtidos no local. Esta velocidade depende fundamentalmente da condutividade do meio. Como as areias são de origem marinha, a água contida nos interstícios é rica em sais e, conseqüentemente, aumentam a condutividade do meio. Assim, diminuem a velocidade de propagação e aumenta a absorção do sinal eletromagnético. A profundidade de investigação do método GPR depende basicamente da frequência utilizada, da potência do sinal e da condutividade do meio, mas a escala apresentada nos perfis é dependente da velocidade média de propagação. Desta forma, a profundidade de investigação do GPR na área foi de no máximo 10 metros.

PERFIL 01

O Perfil 01 (figura 2) possui 300 metros de extensão e foi adquirido na área 1 com direção N10E e sentido norte (praia). Em todo o perfil é possível identificar uma série de *set's* de camadas inclinadas, como também um refletor subparalelo que define o limite da água salgada no local. Este refletor varia de 200 a 275 ns (6 a 8 metros de profundidade). A inclinação dos estratos é melhor visualizada a partir de 100 ns (4 metros de profundidade).

PERFIL 02

O Perfil 02 (figura 3) possui 300 metros de extensão e foi adquirido na área 2 com direção N20E e sentido norte (praia). Em todo o perfil é possível identificar uma série de *set's* de camadas inclinadas. No final do perfil o sinal fica cada vez mais fraco devido a proximidade com a linha da praia e maior quantidade de água do mar nos interstícios das areias. No ponto 275 metros há ruídos provocados por um pequeno obstáculo e conseqüente reflexões múltiplas do sinal. Da mesma forma, no ponto 285 metros há reflexões múltiplas. No entanto, a forma hiperbólica das reflexões são causadas por algum obstáculo soterrado a uma profundidade de cerca de 1,5 – 2,0 metros (tubulação, bloco ou outro corpo). A partir do ponto 245 metros é possível identificar um refletor que define o limite da cunha salina no local.

PERFIL 03

O Perfil 03 (figura 4) possui 100 metros de extensão e foi adquirido na área 2 com direção N20E e sentido norte (praia). Em todo o perfil é possível identificar uma série de *set's* de camadas inclinadas, a inclinação dos estratos é melhor visualizada a partir de 100 ns (4 metros).

CONCLUSÕES

A profundidade do nível freático observada em dezembro de 1998 foi estimada em até 2,0 metros. Esta profundidade é coincidente com uma das limitações do método GPR, e portanto, não foi detectada pelo aparelho. O perfil de GPR apresenta sempre algumas linhas paralelas no início da seção, causadas pela onda direta do ar e do solo. Estas ondas não sofrem reflexão no meio, e acabam mascarando os primeiros metros (ou centímetros; dependendo da frequência utilizada) de investigação.

O limite máximo de investigação é coincidente com limite água doce/água salgada. Nos três perfis, próximo a oito (8) metros de profundidade (entre 200 e 275 ns), é possível identificar um refletor subparalelo que corta as reflexões cruzadas. Após este refletor, o sinal é fortemente absorvido. Sabendo-se que a condutividade do meio é um fator determinante na propagação do sinal GPR, é clara a relação da absorção do sinal e o limite da cunha salina.

Com base na profundidade de investigação, foi determinada a inclinação das camadas, claramente observadas nos perfis de GPR. Nos três perfis, a inclinação é facilmente visualizada, com mergulho variando de 3° a 5° para NE e direção paralela aos cordões litorâneos. Esse tipo de estruturação dos estratos de sedimentos, inclinados com sentido do mergulho para o oceano, é uma das principais feições de sedimentação em mar aberto e bastante rara em restingas. Também ficou evidenciado pelo levantamento geofísico a ausência de níveis argilosos em subsuperfície, tendo em vista que uma das características das argilas é a absorção do sinal eletromagnético emitido pela antena, não permitindo que o mesmo penetre no subsolo.

As informações obtidas praticamente descartam a possibilidade da gênese das áreas estudadas estar relacionadas a ambientes subaquáticos de baixa energia, como lagunas ou restingas. Uma vez que uma das principais características destes ambientes é a horizontalidade dos estratos de sedimentos e a presença constante de níveis argilosos, o que não foi observado nos perfis realizados nas áreas estudadas.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- Annan, A. P., 1992 – *Ground Penetrating Radar – Workshop Notes, Sensors & Software Inc., Mississauga, CAN.*
- Journal of Applied Geophysics vol.33, 1995 – Special Issue-Ground Penetrating Radar.*
- Leeder, M. R., 1982 – *Sedimentology: Process and Product, George Allen & Unwin Ltda. 344 p. Londres.*
- Sensors & Software Inc., 1996 – pulseEKKO42 Run, Mississauga, CAN.*
- Walker, R. G. e James, N. P., 1992 – *Facies Models, Geological Association of Canada. 409 p. Ontario.*

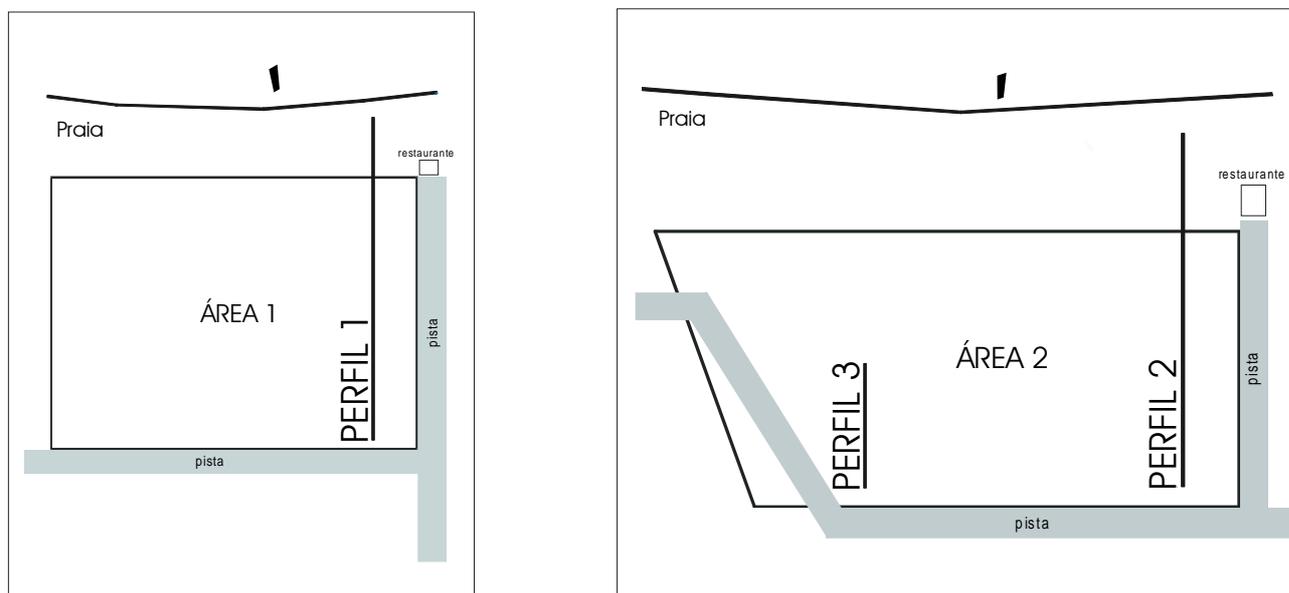


Figura 1: Localização dos perfis nas duas áreas estudadas.

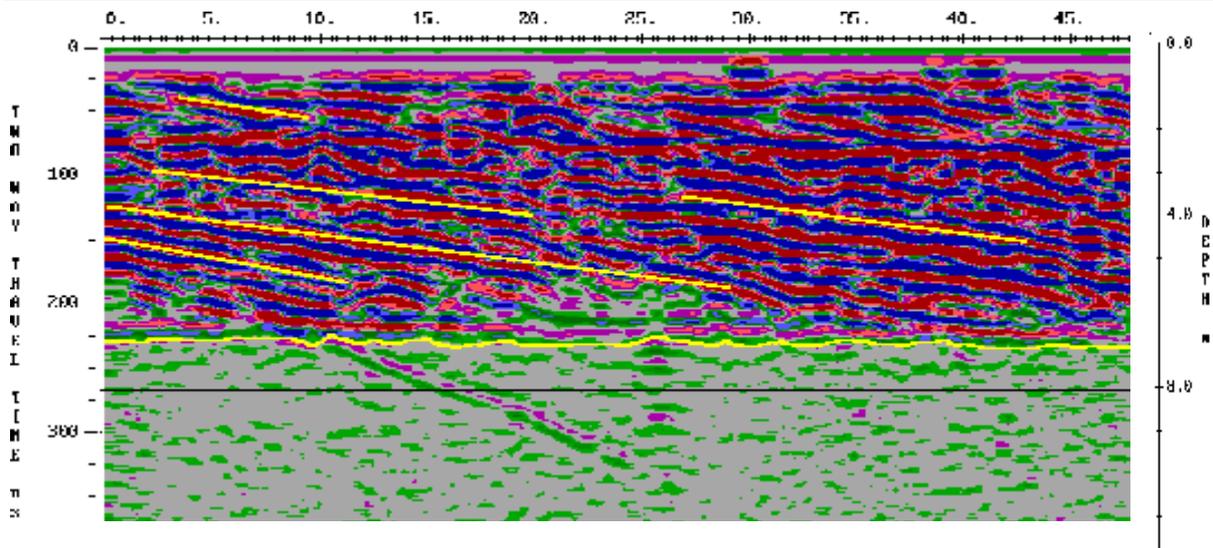


Figura 2: porção inicial do perfil 1

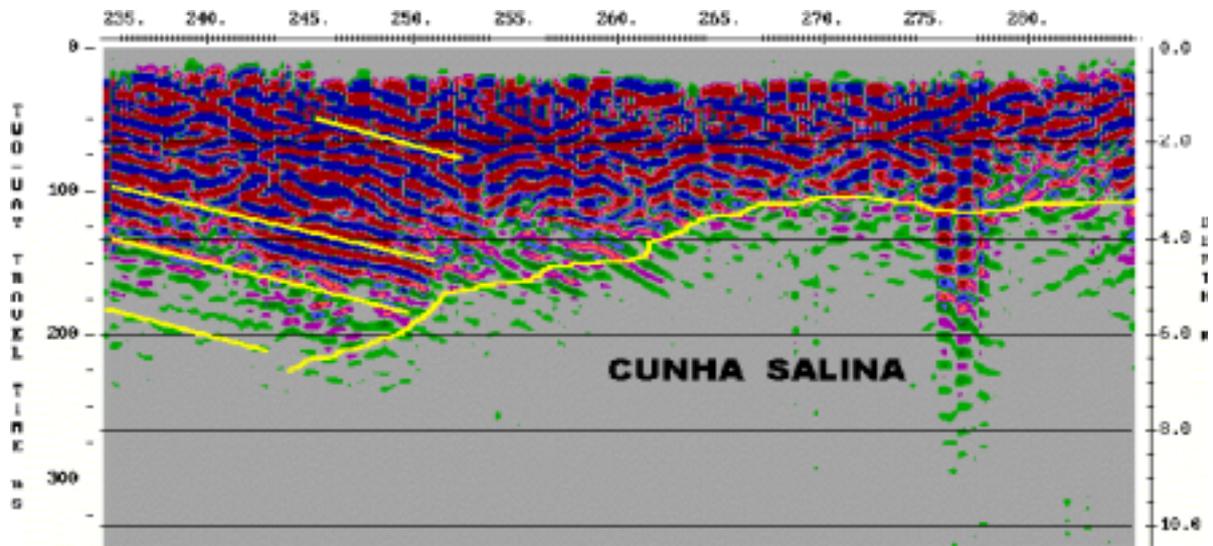


Figura 3: porção final do perfil 2

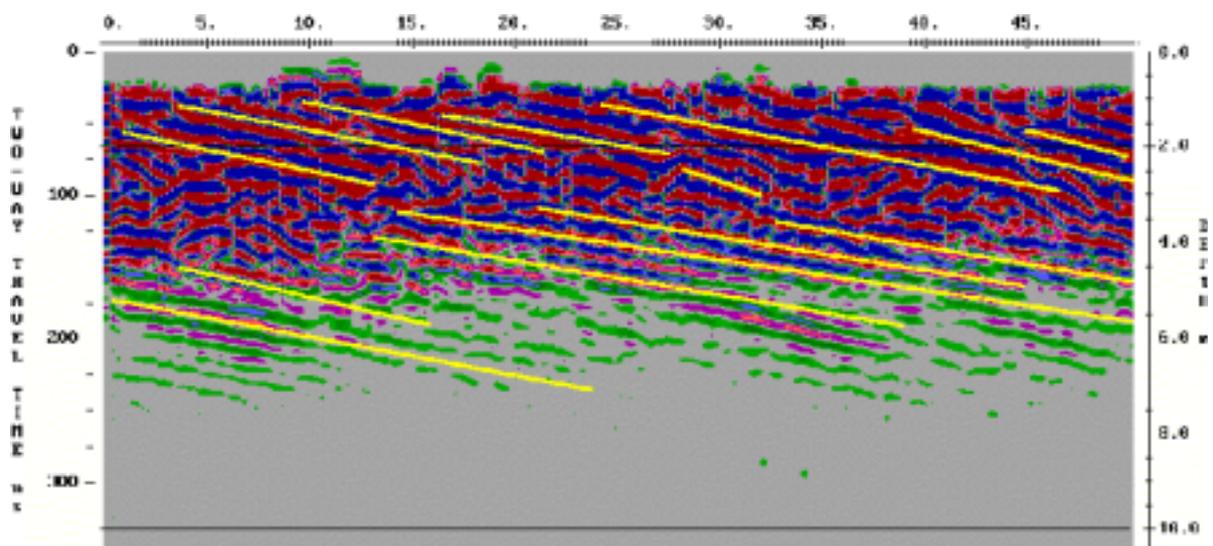


Figura 4: porção inicial do perfil 3