



## Uso do GPR na Identificação da Interface Água Doce/Água Salgada em Cordões Arenosos da Praia de Itaipuaçu – Município de Maricá (RJ)

Alípio J. Pereira\*, UFF/PETROBRAS S.A.; Luiz Antonio P. Gambôa, PETROBRAS S.A.; Maria Augusta M. da Silva, UFF; Ariovaldo da Costa, PETROBRAS S.A.; Amilsom R. Rodrigues, PETROBRAS S.A.

Copyright 2003, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation at the 8<sup>th</sup> International Congress of The Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, 14-18 September 2003.

Contents of this paper were reviewed by The Technical Committee of The 8<sup>th</sup> International Congress of The Brazilian Geophysical Society and does not necessarily represent any position of the SBGf, its officers or members. Electronic reproduction, or storage of any part of this paper for commercial purposes without the written consent of The Brazilian Geophysical Society is prohibited.

### Abstract

Radar reflections possibly representing different water conductivity levels are studied in this present paper. The radargrams were obtained at Itaipuaçu beach – Maricá – Rio de Janeiro. Correlations between salinity-conductivity and electrical impedance are done, demonstrating the power of the methodology on the study of underground water resources.

### Introdução

Este trabalho apresenta os resultados obtidos a partir do levantamento com o Ground Penetrating Radar (GPR), sobre um trecho da planície costeira da praia de Itaipuaçu, no local conhecido como Pontal de Itaipuaçu, município de Maricá – Rio de Janeiro (figura 1). Além de estudar a estratigrafia local em função das flutuações do nível do mar, durante o Quaternário, o trabalho objetivou também conhecer a variação do lençol freático ao longo do ano, e principalmente, identificar a interface entre a água doce e a cunha salina, uma vez que a referida área vem sendo densamente ocupada por construções nos últimos anos, e utilizando a água de poços artesianos para o consumo doméstico, devido à falta de distribuição de água potável por uma empresa do ramo. Grande parte dessas casas está localizada por sobre os cordões litorâneos (externo e interno), sendo que a ação das ondas de tempestade atuais freqüentemente transgride o topo do cordão externo, e, portanto, interage com o lençol freático.

A partir dos resultados das amostras de águas coletadas em uma sondagem sobre o cordão litorâneo externo, pôde-se associar a presença dessas águas às imagens dos radargramas, que indicavam uma variação da onda eletromagnética através do substrato, à medida que a água doce passa a ter um incremento de sais, com aumento progressivo da condutividade e salinidade.

### Método

Como forma de investigar e obter o maior número de informações sobre o substrato predominantemente arenoso da região, foram feitas 11 linhas perpendiculares e 11 linhas paralelas à linha da praia, com 100 metros de comprimento cada uma e um espaçamento de 10 metros

entre elas, para a montagem de um bloco em 3D (figura 2). Foi adquirida também, uma linha regional com 550 metros de comprimento, perpendicular à linha de praia (figura 3), utilizando-se antenas de 80 e 200 MHz blindadas, do equipamento GPR, modelo SIR-2000 da GSSI, de propriedade da PETROBRAS S.A. O método de aquisição utilizado foi o “survey wheel” no qual os disparos são comandados por uma roda medidora (odômetro) acoplado a uma unidade controladora principal e que foi ajustada para disparar a cada 5 cm percorridos.

A análise da velocidade das ondas do radar foi realizada usando-se uma antena de 40 MHz, não blindada, na montagem de uma linha CMP (Common Mid Point). A velocidade encontrada foi de 0,15 m/ns, que corresponde à velocidade da onda eletromagnética na areia seca. A topografia da área, necessária para o ajuste dos dados perfilados com o GPR, foi levantada utilizando-se o método das balizas de Emery (1961).

Foram também realizadas 3 sondagens por sobre a planície costeira (cordões interno e externo e planície entre os cordões) com intuito de relacionar a litologia às imagens obtidas nos radargramas durante a aquisição. As amostras de sedimentos recolhidos por ocasião das 3 sondagens foram processadas no Laboratório de Sedimentologia do Departamento de Geologia e Geofísica da UFF para análise granulométrica. As amostras de água recolhidas nas profundidades de 4, 7 e 8 metros na sondagem por sobre o cordão litorâneo externo (figura 2) foram enviadas ao Laboratório de Meio Ambiente do CENPES – PETROBRAS S.A. para a identificação das características físicas e químicas, e para determinar o teor de salinidade e conteúdo de matéria orgânica presentes em cada amostra.

### Conclusão

A perspectiva da boa penetração das ondas do radar em terrenos arenosos (baixa condutividade) fica evidente a partir dos resultados obtidos, uma vez planície costeira (ponto A e refletor A da figura 3). A seqüência de estratos representativos das posições pretéritas das linhas de praia (paleoescurvas de tempestades) (figura 2) e as reflexões indicativas de paleodunas mergulhando cerca de 40° na direção do continente, e acompanhando a inclinação da duna atual, são vistos no perfil regional (refletor C da figura 3). A série de canais de maré observados em uma linha paralela à linha de praia, pertencente ao bloco 3D (figura 4), que certamente alimentavam uma laguna na retaguarda de um antigo cordão arenoso, e a identificação de uma paleolaguna, hoje colmatada, entre os cordões interno e externo, (figura 3) comprovam a eficácia do GPR como importante ferramenta geofísica no imageamento de estruturas em

subsuperfície, de forma ágil e com grande qualidade de resolução.

Uma outra feição importante vista ao longo de quase todo o perfil regional, é o nível do lençol freático, observado através de um forte refletor (refletor X das figuras 2 e 3), ocorrendo em torno de 4 a 5 metros de profundidade no cordão litorâneo externo, a 1 metro na planície entre os cordões (interno e externo), confirmados por ocasião das sondagens. O referido refletor desaparece num onlap sobre o embasamento, no reverso do cordão interno, possivelmente pela percolação da água nas inúmeras fraturas existentes do embasamento (ponto B da figura 3).

Do ponto de vista geofísico, o segundo refletor observado logo abaixo do lençol freático, em torno de 7 metros de profundidade (refletor Y das figuras 2 e 3), foi interpretado como sendo uma diferenciação na salinidade e no conteúdo da matéria orgânica e finos, e comprovado através das sondagens. Essa interpretação é baseada na mudança da velocidade intervalar da onda de radar a

partir dos 7 metros de profundidade, devido a uma diferença substancial nos valores da condutividade, e confirmadas pelas análises de velocidade das CMP'S realizadas. Já a pequena diferença no valor da condutividade entre 7 e 8 metros (tabela 1), explicaria a ausência de um refletor limitando esses dois níveis nos radargramas. Para chegarmos aos valores de condutividade contidos na tabela 1, referentes às amostras recolhidas nas profundidades de 4, 7 e 8 metros, utilizamos a relação: condutividade = TDS/0,67 (USGS, 1995), onde TDS é a matéria total de sólidos na água. Nota-se que a condutividade das águas aumenta com o aumento da profundidade, muito embora, os valores encontrados ainda estejam dentro dos parâmetros de uma água de boa qualidade no seu estado natural, em condições para o consumo humano (tabela 1). Vale lembrar que a água do mar possui salinidade igual a 35 g/l e valor de condutividade igual a 52.238,8  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Profundidade	Matéria Total Dissolvida na Água (TDS) (mat. suspensão + mat. dissolvida)	Condutividade = TDS/ 0,67
4 metros	190 mg/l	283,58 $\mu\text{S}/\text{cm}$
7 metros	8 g/l	11.940,29 $\mu\text{S}/\text{cm}$
8 metros	10 g/l	14.925,37 $\mu\text{S}/\text{cm}$

**Tabela 1** – Relação entre profundidade e condutividade

## Referências

Allen, J.A. – Computer Simulation of Ground Penetrating Radar Propagation through a freshwater/saltwater interface. 2002, Thesis Paper. Pp. 17.

Emery, K. O., 1961 – A Simple Method of Measuring Beaches Profiles. *Limnology and Oceanography*, 6. 90-93.

Pereira, A. J., Gambôa, L.A.P., Silva M.A.M.; Costa, A.; Rodrigues, A.R., 2001 – Utilização do GPR na Investigação da Estratigrafia da Região Costeira de Itaipuaçu - Maricá (RJ). 7º Congresso Internacional Brasileiro de Geofísica. pp. 352-355.

Pereira, A.J. – Investigação da Estratigrafia da Região Costeira de Maricá – Praia de Itaipuaçu (RJ) – Através do Ground Penetrating Radar (GPR), 2001, UFF, Dissertação de Mestrado.

USGS. 1995. Contaminants in the Mississippi River, 1987-92. Edited by Robert H. Meade. U.S. GEOLOGICAL SURVEY CIRCULAR 1133. Reston, Virginia, 1995

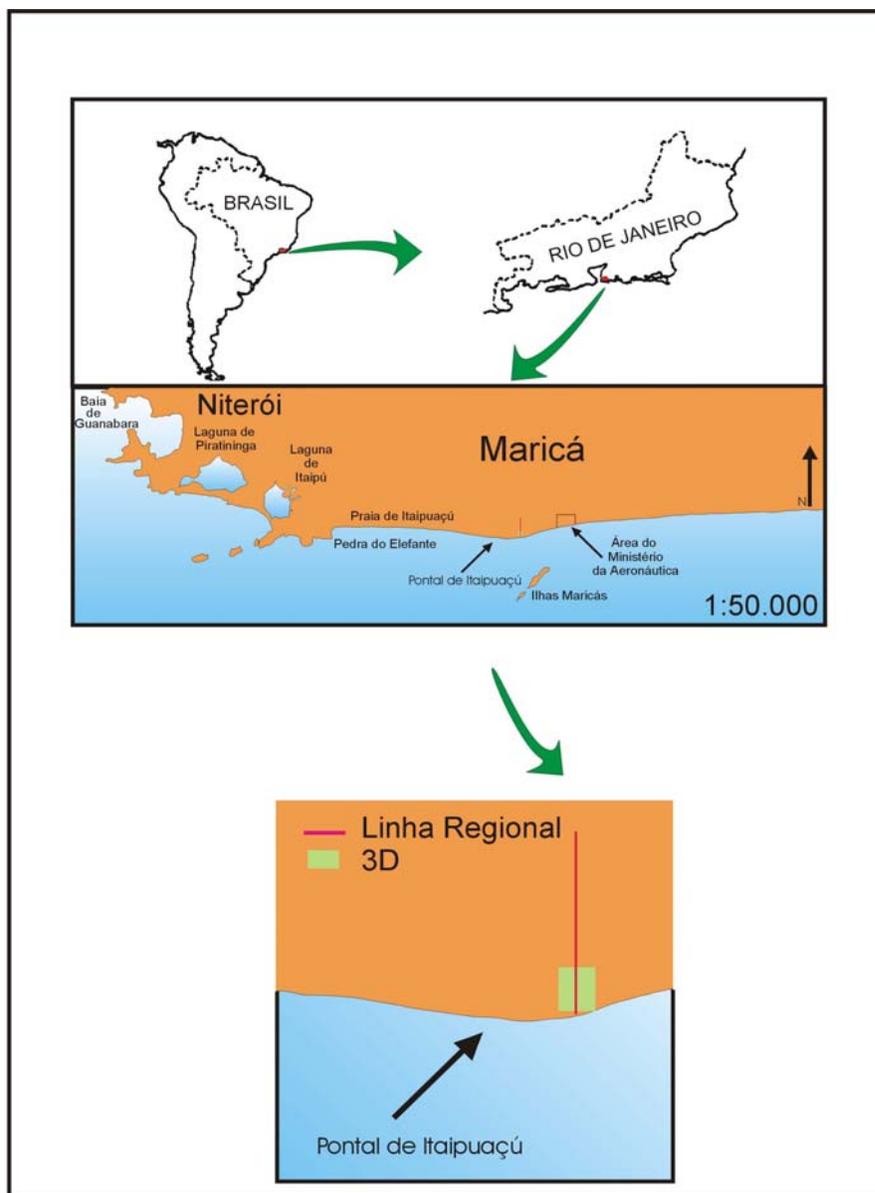


Figura 1 – Localização da área do levantamento georadar.

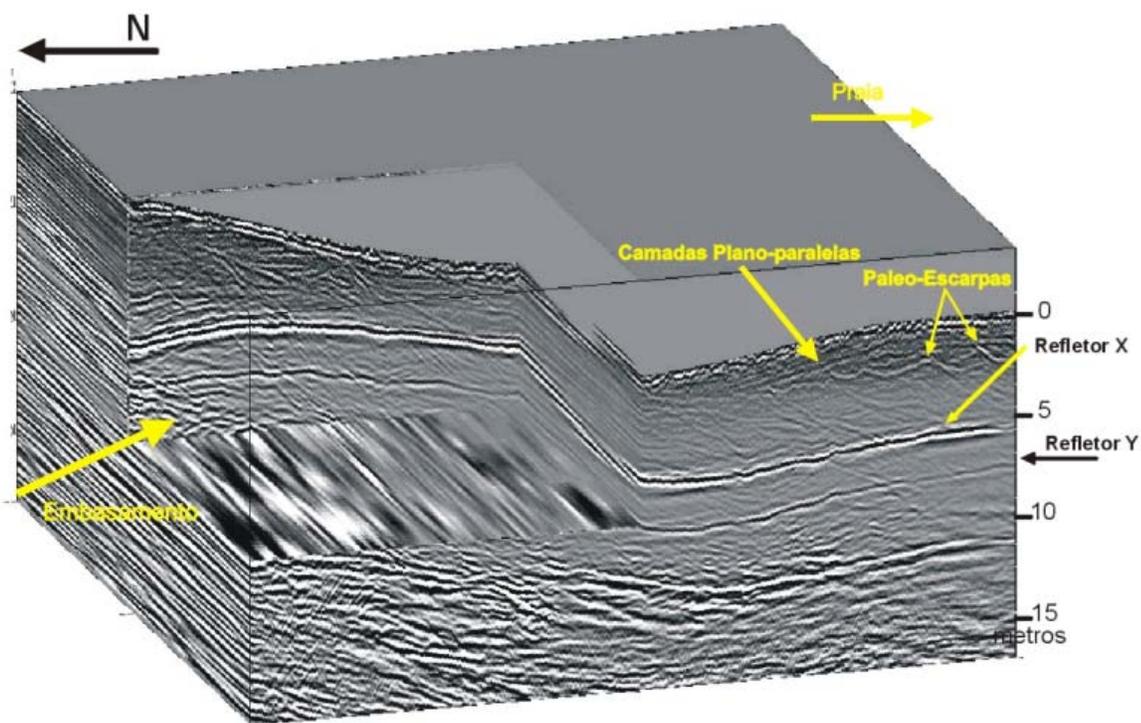
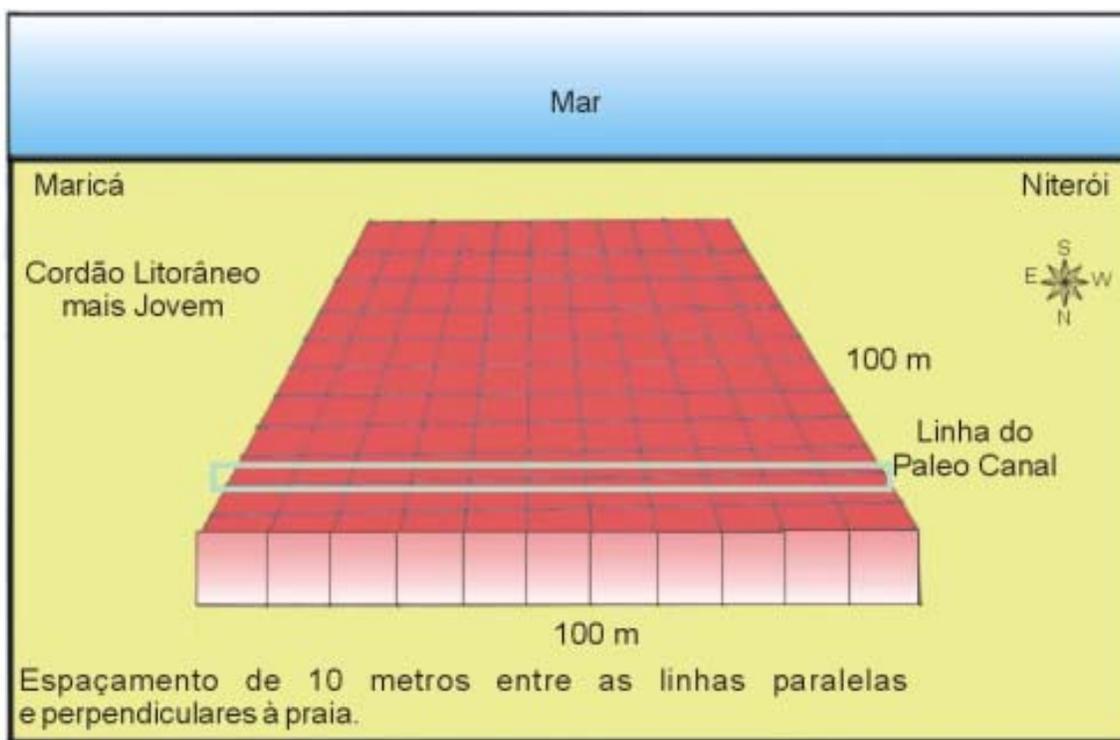
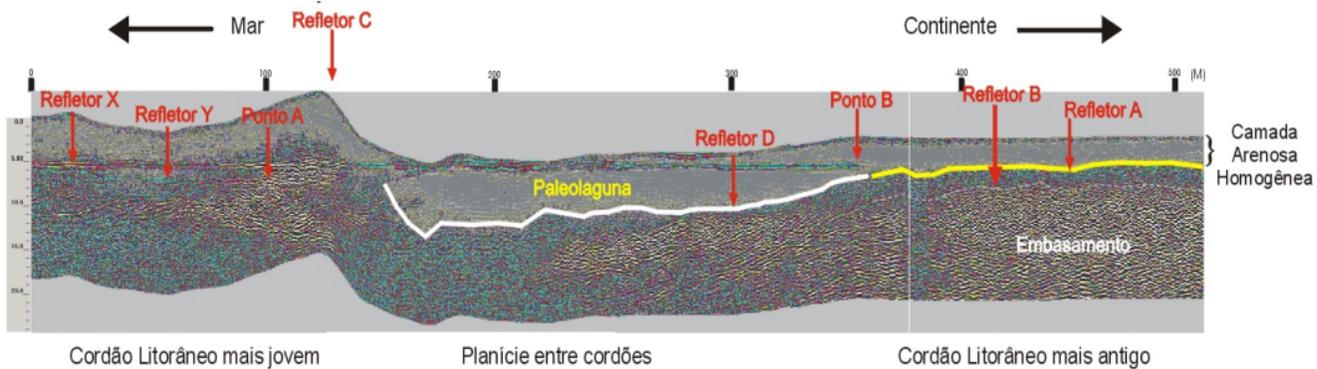
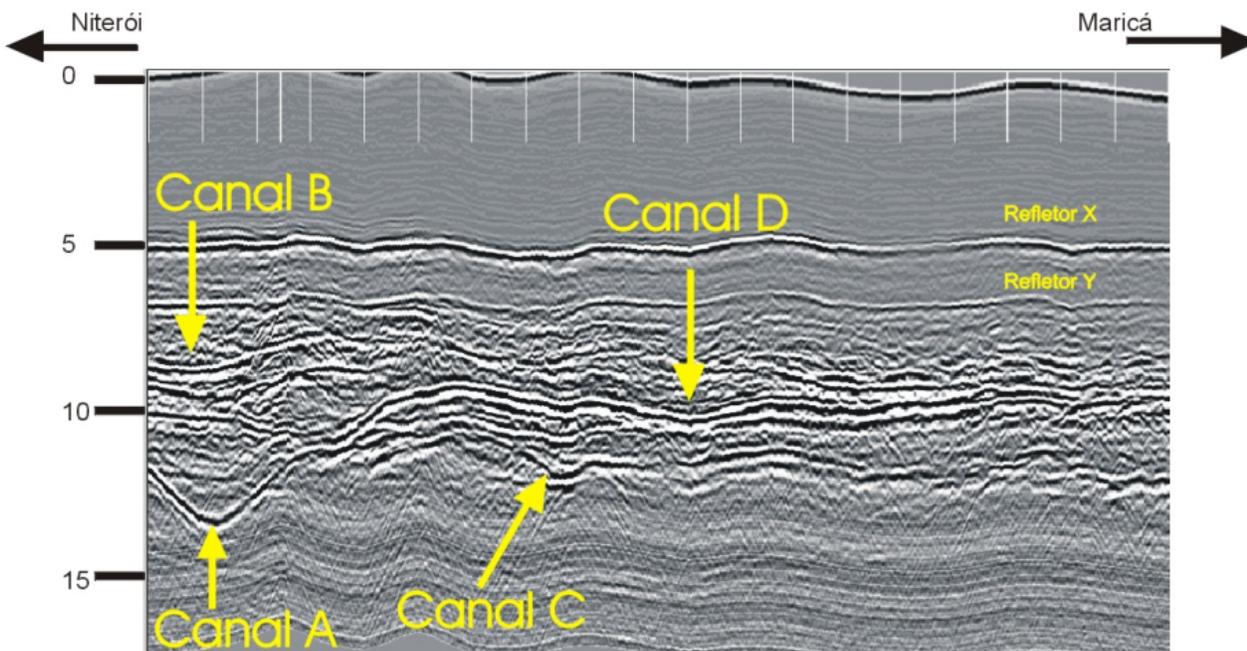


Figura 2- Arranjo das linhas e bloco de dados 3D.



**Figura 3-** Linha GPR regional



**Figura 4-** Registro de uma linha paralela à linha de praia pertencente ao bloco 3D.