

# Caracterização da barreira holocênica do extremo norte da Planície Costeira do Rio Grande do Sul através de dados de georradar

Gabriela Camboim Rockett<sup>1</sup>, Eduardo Guimarães Barboza<sup>2</sup> e Maria Luiza Correa da Camara Rosa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Geodésia, Instituto de Geociências - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

<sup>2</sup> Departamento de Paleontologia e Estratigrafia, Instituto de Geociências - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Copyright 2014, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

Este texto foi preparado para a apresentação no VI Simpósio Brasileiro de Geofísica, Porto Alegre, 14 a 16 de outubro de 2014. Seu conteúdo foi revisado pelo Comitê Técnico do VI 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

Subsurface data obtained from geophysical equipment Ground Penetrating Radar (GPR) have been used in studies in the Coastal Plain of Rio Grande do Sul, Brazil. Aiming to characterize stratigraphically the northern sector of Rio Grande do Sul Coastal Plain, GPR data were collected in the area of the Itapeva dunefield, municipality of Torres/RS, using a 200 MHz frequency antenna. Five radar facies were identified, which indicate the system progradation to the ocean direction.

## Introdução

O registro sedimentar de ambientes costeiros em subsuperfície tem sido analisado por diversos autores por meio de dados geofísicos obtidos através do georradar (ex.: Shenk et al., 1993; Bristow & Jol, 2003; Havholm et al., 2003; Barboza et al., 2011; 2013, entre outros). Os dados do georradar, de alta resolução, possibilitam a distinção entre os padrões deposicionais e a delimitação e a interpretação dos diferentes depósitos identificados nas seções.

A Planície Costeira do Rio Grande do Sul (PCRS), sul do Brasil, é formada por uma sucessão de quatro sistemas deposicionais tipo laguna-barreira, que se desenvolveram durante o Quaternário, controlados por eventos glacio-eustáticos (Villwock e Tomazelli, 1995). Os três primeiros sistemas são de idades pleistocênicas e o último é de idade holocênica (Villwock e Tomazelli, 1995), estando ativo até hoje. Ao longo dos 600 km de extensão de costa, a PCRS apresenta comportamentos diferenciados decorrentes do seu processo de evolução recente, onde distintos setores com padrões progradantes e retrogradantes são identificados (Dillenburg et al, 2000). Os setores progradantes, em geral, correspondem a segmentos de costas estáveis, enquanto que segmentos retrogradantes se caracterizam por costas em processo de erosão. Diferentes feições geomorfológicas se desenvolveram durante a evolução da barreira holocênica da PCRS, sendo comuns feições como os cordões litorâneos (*beach ridges* e *foredune ridges*) e os campos de dunas transgressivos (*transgressive dunefields*), segundo Villwock (1984), Villwock e Tomazelli (1995), Hesp et al. (2005; 2007). Estudos

recentes tentam identificar relação entre as feições geomorfológicas existentes e o comportamento existente em cada setor da PCRS (Dillenburg et al., 2009; Rosa, 2012).

Diferentemente da maior parte da PCRS, o extremo norte apresenta peculiaridades geomorfológicas, tais como: morros testemunhos de afloramentos do embasamento e um campo de dunas livres com a presença de dunas reversas. Estas características incentivaram a investigação realizada neste estudo, que teve por objetivo caracterizar estratigraficamente a geometria deposicional do extremo norte da PCRS, através de dados de georradar.

## Metodologia

A área selecionada para este estudo, com aproximadamente 4 km de extensão, situa-se no Município de Torres/RS, aproximadamente entre as coordenadas 29°21' e 29°26' S e 49°44' e 49°46' W, na área do Parque Estadual de Itapeva (Fig.1).

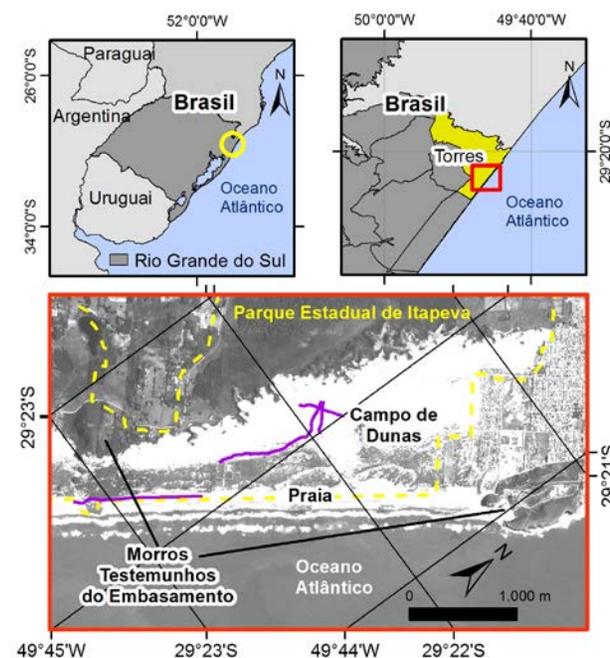


Figura 1 – Localização da área e das seções de georradar analisadas neste estudo (em roxo).

Para a investigação em subsuperfície, foram realizados trabalhos de campo para coleta de dados de georradar. As seções geofísicas paralelas à linha de costa foram coletadas na região da praia e da área da planície de deflação do campo de dunas. As seções geofísicas perpendiculares à linha de costa foram coletadas na porção central do campo de dunas, onde há uma drenagem do tipo sangradouro. O equipamento utilizado na aquisição foi um georradar da *Geophysical Survey Systems, Inc.* (GSSI), modelo SIR3000™, com uma antena de frequência central de 200 MHz. Um sistema de posicionamento GNSS foi acoplado ao georradar para controle da posição das seções adquiridas em campo. As seções analisadas neste trabalho constam, em roxo, na Figura 1. Cinco perfis com orientações distintas foram selecionados para este estudo: dois são perpendiculares (SW-NE) e três são paralelos (SE-NW) à linha de costa.

O processamento dos dados de georradar foi realizado nos softwares RADAN™. O primeiro processamento realizado foi o *background removal*, um filtro espacial para remoção dos ruídos sistemáticos de fundo. Após, um filtro de frequência foi aplicado para remoção de frequências mais altas e mais baixas que a frequência central das antenas (entre 300 MHz e 100 MHz). Foi aplicado, ainda, um ganho exponencial para ampliação dos sinais atenuados em profundidade. A conversão da profundidade de tempo para distância foi realizada através da constante dielétrica ( $k$ ). Para a PCRS, a constante dielétrica utilizada em diversos estudos pela correlação com sondagens é a de valor 10 (ex. Dillenburg *et al.*, 2011).

O último processamento realizado foi o *stack* (estaqueamento) das seções, comprimindo a escala horizontal e facilitando as interpretações por evidenciar as inclinações das camadas (visto que algumas seções possuíam grandes comprimentos - entre 700 e 1.150 m). A interpretação dos dados seguiu os princípios da Sismoestratigrafia com ponderações devido à alta resolução (Neal, 2004). Critérios como a terminação dos refletores, a amplitude, a continuidade e a geometria, foram utilizados na interpretação.

Além disso, um projeto em um Sistema de Informações Geográficas (SIG) foi elaborado para a integração de dados de sensores remotos de alta resolução (imagem pancromática do satélite SPOT) e dados de posicionamento GNSS, possibilitando a correta localização das seções geofísicas coletadas em campo e, assim, uma melhor compreensão do contexto da área de estudo com as interpretações realizadas nos dados de georradar.

## Resultados

Cinco seções de georradar foram analisadas neste estudo: Seção 1 – coletada na praia, paralela à linha de costa, com extensão de 1.200 m; Seção 2 – coletada na planície de deflação do campo de dunas, quase paralela à linha de costa, com extensão de 800 m; Seção 3 – coletada na porção central do campo de dunas, quase paralela à linha de costa, com extensão de 400 m;

Seções 4 e 5 – coletadas na porção central do campo de dunas, na região do sangradouro, e perpendiculares à linha de costa, com extensão de 300 e 350 m, respectivamente. A profundidade máxima registrada nas seções de georradar foi aproximadamente 25 m.

Após análise e interpretação das seções, identificaram-se cinco radarfácies (Fig.2), as quais estão descritas a seguir:

- **Radarfácies I:** caracteriza-se pela perda do sinal dos refletores. Esta radarfácies representa as rochas do Embasamento. Ocorre em profundidade superior a 15 m na maior parte das seções analisadas, exceto no extremo sul da seção 1, onde a mesma ocorre a 2 m de profundidade – local onde há um afloramento de rochas, ao sul da área de estudo;

- **Radarfácies II:** possui espessuras variando entre 3 e 5 m, e refletores paralelos e relativamente contínuos inclinados no sentido do oceano. Esta radarfácies foi interpretada como o registro do ambiente de *shoreface* inferior;

- **Radarfácies III:** possui espessuras variando entre 6 e 10 m, e refletores contorcidos e descontínuos. Esta radarfácies foi interpretada o registro do ambiente de *shoreface* superior;

- **Radarfácies IV:** possui espessura variável entre 4 e 5 m e apresenta refletores contínuos de baixo ângulo inclinados no sentido do oceano. Esta radarfácies foi interpretada como o registro do ambiente de *foreshore/backshore*;

- **Radarfácies V:** acima da radarfácies IV identificou-se uma radarfácies com espessuras bem menores, entre 2-3 m, e refletores com mergulho em sentido oposto (para o continente). Esta radarfácies foi interpretada como o registro do ambiente eólico, e o sentido dos refletores é indicativo da migração das dunas que são observadas atualmente na superfície.

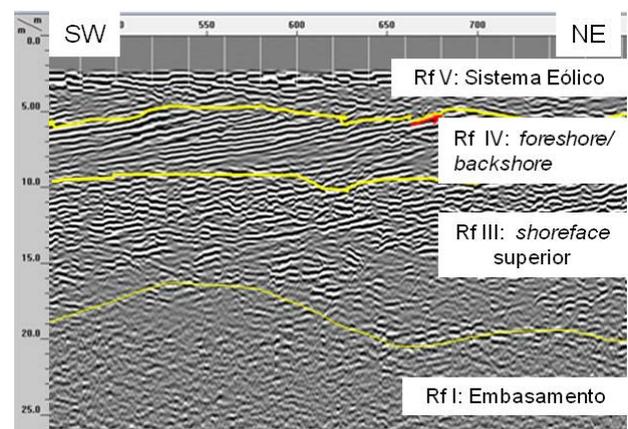


Figura 2 – Segmento de uma seção de georradar de 200 MHz, onde é possível a visualização de quatro das cinco radarfácies identificadas e a interpretação dos ambientes. As linhas amarelas representam os limites entre as radarfácies.

Em uma região mais ao sul da área de estudo, Hesp et al. (2005) caracterizaram a barreira arenosa holocênica entre os municípios de Tramandaí e Torres como uma barreira progradante, composta por múltiplas fases de lençóis de areias com cristas de precipitação que migraram no sentido do continente.

O padrão de empilhamento dos pacotes sedimentares identificados indica a progradação do sistema no sentido do oceano. Através dos dados analisados foi estimada uma espessura sedimentar máxima de 22 m para a área de estudo.

### Discussão e Conclusões

As características das radarfácies identificadas neste trabalho são similares as radarfácies já identificadas em outros estudos realizados na PCRS (ex. Silva et al., 2010; Barboza et al., 2011; Rosa, 2012).

Os dados analisados indicam a progradação do sistema no sentido do oceano, permitindo constatar que nesta região a costa encontra-se em regressão. Os resultados obtidos neste trabalho corroboram os estudos realizados em áreas adjacentes (Barboza et al., 2011, 2013; Silva et al., 2010; Lima, 2012).

Os dados de georradar adquiridos com antena de 200 MHz não possuem resolução espacial suficiente para o detalhamento da arquitetura deposicional do sistema eólico presente na área de estudo. Apesar da identificação de refletores inclinados no sentido SW sobre depósitos do sistema praiado, e aqui interpretados como pertencentes ao sistema eólico, não foi possível detalhar a geometria destes depósitos. Este fato deve-se à dimensão destes estratos eólicos, que são mais delgados. Portanto, para o seu detalhamento são necessários dados com melhor resolução, que podem ser obtidos através de antenas de maior frequência.

A radarfácies I, interpretada como pertencente ao Embasamento, ocorre em profundidades que variam entre 2 e 22 m nas seções analisadas, indicando a proximidade do embasamento à superfície. Estes dados corroboram uma análise preliminar realizada em três seções de georradar, também de 200 MHz, adquiridas na mesma área (Rockett et al., 2013).

Furos de sondagem estão previstos a fim de testar as interpretações e calibrar as profundidades dos estratos identificados. Além disso, a coleta de novos dados de georradar com antenas de frequências maiores será realizada para cobrir outros setores dessa região e caracterizar, de forma detalhada, a geometria dos depósitos eólicos.

### Agradecimentos

G.C. Rockett agradece ao CNPq pela Bolsa de Doutorado.

### Referências

- Barboza, E.G., Rosa, M.L.C.C., Dillenburg, S.R. & Tomazelli, L.J. 2013. Preservation Potential of Foredunes in the Stratigraphic Record. *Journal of Coastal Research*, v. SI 65, p.1265-1270.
- Barboza, E.G., Rosa, M.L.C.C., Hesp, P.A., Dillenburg, S.R., Tomazelli, L.J. & Ayup-Zouain, R.N. 2011. Evolution of the Holocene Coastal Barrier of Pelotas Basin (Southern Brazil) - a new approach with GPR data. *Journal of Coastal Research*, v. SI 64, p.646-650.
- Bristow, C.S. & Jol, H.M. 2003. An introduction to ground penetrating radar (GPR) in sediments. London, Geological Society, Spec.Publications, 211(1): 1-7.
- Dillenburg, S.R., Roy, P.S., Cowell, P.J. & Tomazelli, L.J. 2000. Influence of Antecedent Topography on Coastal Evolution as Tested by the Shoreface Translation-Barrier Model. *Journal of Coastal Research*, 16(1): 71-81.
- Dillenburg, S.R.; Barboza, E.G.; Tomazelli, L.J.; Hesp, P.A.; Clerot, L.C.P. & Ayup-Zouain, R.N. 2009. The Holocene Coastal Barriers of Rio Grande do Sul. In: Dillenburg, S.R. & Hesp, P.A. (eds). *Geology and Geomorphology of Holocene Coastal Barriers of Brazil*. Springer, p.53-91.
- Dillenburg, S.R., Barboza, E.G. & Rosa, M.L.C.C. 2011. Ground Penetrating Radar (GPR) and Standard Penetration Test (SPT) records of a regressive barrier in southern Brazil. *Journal of Coastal Research*, v. SI 64, p. 651-655.
- Havholm, K.G. et al (07 co-authors). 2004. Stratigraphy of back-barrier coastal dunes, Northern North Carolina and Southern Virginia. *Journal of Coastal Research*, 20(4): 980-999.
- Lima, L.G. 2012. Estratigrafia e evolução holocênica de uma barreira costeira transgressiva-regressiva, litoral norte do Rio Grande do Sul. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Brasil). 128 p., Porto Alegre. Link: <http://hdl.handle.net/10183/72230>
- Neal, A. 2004. Ground-penetrating radar and its use in sedimentology: principles, problems and progress. *Earth-Science Reviews*, 66 (3-4): 261-330.
- Rockett, G.C., Barboza, E.G. & Rosa, M.L.C.C. 2013. Estimativa da Espessura Sedimentar e Relações Estratigráficas na Região da Planície de Deflação do Campo de Dunas de Itapeva/RS, Através de Dados de Georradar. In: XIV Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, Natal/RN. Resumos.
- Shenk, C.J., Gautier D.L., Olhoeft, G.R. & Lucius, J.E. 1993. Internal structure of an Aeolian dune using ground-penetrating-radar. *Spec. Publ. Ass. Sediment*, 16: 61-69.

Silva, A.B., Barboza, E.G., Rosa, M.L.C.C & Fracolossi, F.G. 2010. Caracterização dos depósitos sedimentares em subsuperfície no setor meridional da Planície Costeira Sul de Santa Catarina. Gravel, 8(1): 1-7.

Villwock, J.A. 1984. Geology of the coastal province of Rio Grande do Sul, southern Brazil: A Synthesis. Pesquisas, 16: 5-49.

Villwock, J.A. & Tomazelli, L.J. 1995. Geologia Costeira do Rio Grande do Sul. Notas Técnicas, 8: 1-45.