

Estratigrafia sísmica de alta resolução no lago Juparanã, Linhares (ES) - Brasil

Raphael Siston Hatushika*, Claudio Limeira Mello** e Cleverson Guizan Silva*

*LAGEMAR/ UFF, Rio de Janeiro, Brasil ** Departamento de Geologia/ UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil

Copyright 2005, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation at the 9th International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Salvador, Brazil, 11-14 September 2005.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 9th International Congress of the Brazilian Geophysical Society. Ideas and concepts of the text are authors' responsibility and do 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

The high-resolution seismic stratigraphy into the Juparanã lake, on Espírito Santo state, Brazil, allowed the preliminary acknowledgement of the Quaternary sedimentation in Doce river lower course lake system. It was possible identify two seismic sequences limited by well defined stratigraphic surfaces. The older Quaternary deposits were attributed to arenaceous alluvial sediments, while that overlying deposits had been associated to tabular argillaceous sediments, formed in a lacustrine phase after the damming of the Juparanã lake.

Introdução

Na região do baixo curso do rio Doce, próximo à cidade de Linhares, no centro-leste do Estado do Espírito Santo, destacam-se dezenas de lagos barrados (figura 1).

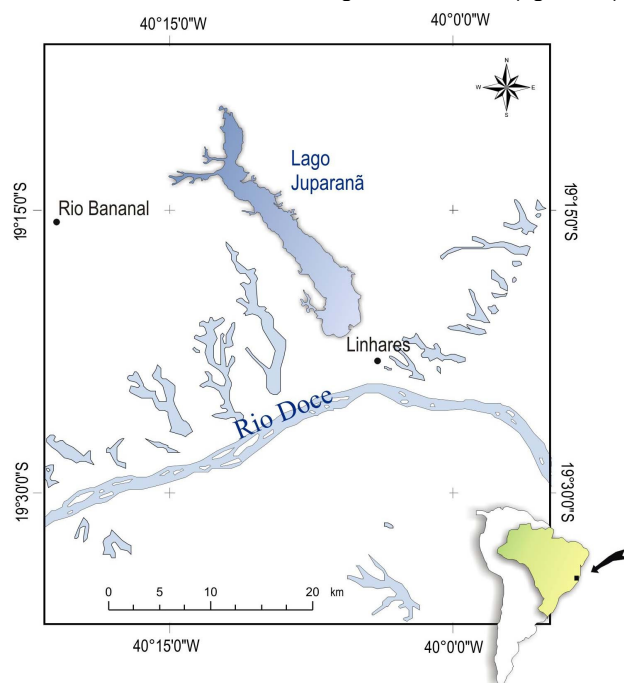


Figura 1 - Conjunto de lagos barrados situados no baixo vale do rio Doce, nos arredores da cidade de Linhares, Espírito Santo. Em destaque, o lago Juparanã, onde foi realizada a investigação sismoestratigráfica.

Apesar da singularidade deste conjunto lacustre, ainda são bastante reduzidos os estudos acerca da origem e evolução dos lagos. Sendo assim, este artigo tem como objetivo o reconhecimento estratigráfico preliminar do lago Juparanã, o maior da região, com cerca de 25 km de comprimento, a partir de estudos sismoestratigráficos de alta resolução, com o intuito de obter informações do registro sedimentar neste corpo lacustre.

Os lagos barrados estão encaixados nos depósitos da Formação Barreiras, sobre uma extensa feição geomorfológica de tabuleiros. Parte destes lagos é limitada, a oeste, por rochas cristalinas pré-cambrianas. Estas rochas do embasamento definem um elevado compartimento de colinas e serras, e também afloram no interior do lago Juparanã, na ilha do Imperador (figura 2). Às margens dos corpos lacustres, principalmente nas cabeceiras e desembocaduras, encontram-se sedimentos aluviais arenosos quaternários (Martin *et al.*, 1997), presentes nas áreas topograficamente mais baixas.

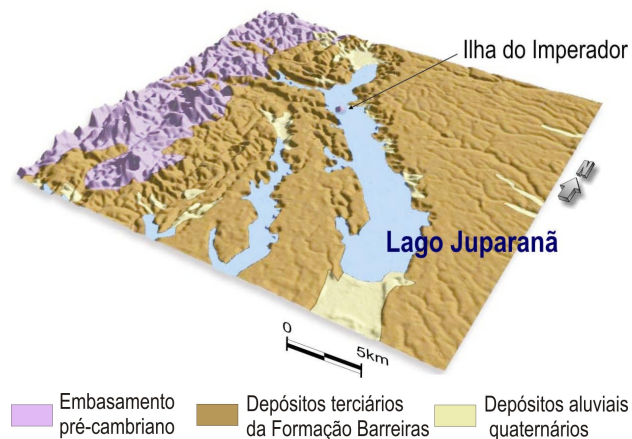


Figura 2 – Modelo digital da região sobreposto ao mapa geológico, com destaque para a ilha do Imperador, caracterizada por rochas cristalinas pré-cambrianas aflorantes no interior do lago Juparanã.

Suguio & Kohler (1992), propuseram que os lagos situados no baixo curso do rio Doce teriam se formado após o máximo da Última Transgressão (5.100 anos AP). Neste período, os antigos vales fluviais, fortemente dissecados na última glaciação (18.000-15.000 anos AP), foram colmatados por lamas estuarinas resultantes de um nível marinho 5m acima do atual, promovendo a barragem dos lagos. Todavia, Hatushika (2005) considera a atuação de movimentações neotectônicas como possíveis condicionantes na barragem do lago Juparanã e de outros corpos lacustres na região.

Método

Foram levantados dezessete perfis sísmicos ao longo do lago Juparanã (figura 3), três dos quais (P_1 , P_2 e P_3) são apresentados neste artigo. Os perfis P_1 e P_2 estão dispostos transversalmente ao lago, estando o primeiro situado no setor meridional do corpo lacustre, e o segundo adjacente à ilha do Imperador. O perfil P_3 se estende por mais de 25 km de comprimento ao longo do eixo longitudinal do corpo lacustre.

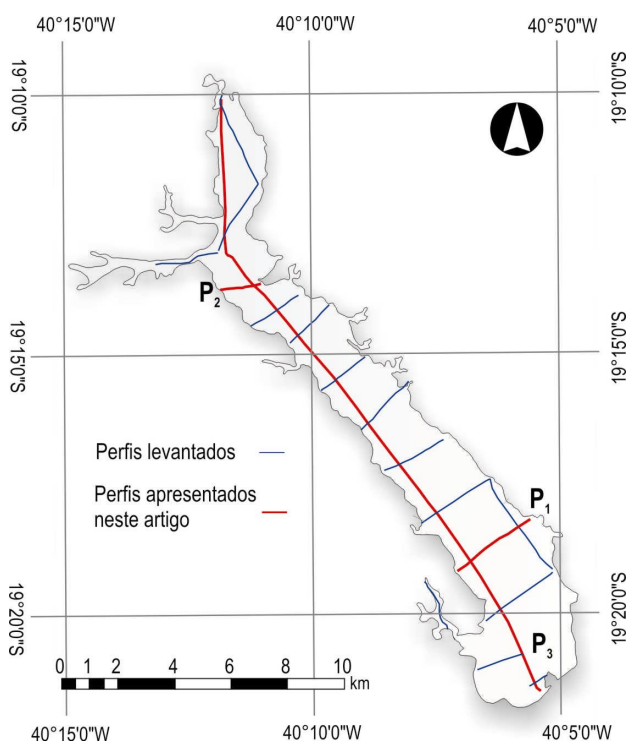


Figura 3 – Malha de amostragem sísmica realizada no lago Juparanã, onde são destacados os perfis levantados e os três perfis (P_1 , P_2 e P_3) apresentados neste artigo.

O equipamento utilizado para o levantamento sísmico (*StrataBox*TM, fabricado pela *Ocean Data Equipment Corporation* pertencente ao LAGEMAR/ UFF) consiste em um perfilador de subfundo de alta frequência (10 kHz) e opera com a potência de saída de 300 W.

A análise sismoestratigráfica foi realizada segundo os conceitos propostos por Mitchum *et al.* (1977). Os parâmetros utilizados para a definição das sismofácies neste estudo foram as configurações dos refletores sísmicos, amplitude das reflexões e continuidade dos traços sísmicos. As fácies sísmicas, atribuídas a possíveis processos de sedimentação no lago Juparanã, foram tentativamente individualizadas em sismossequências, limitadas por destacáveis superfícies estratigráficas. Estas superfícies foram hierarquizadas entre si segundo relações estratigráficas e pelas terminações de seus refletores sísmicos.

Sismofácies e Superfícies Estratigráficas

A análise sismoestratigráfica permitiu o reconhecimento de três sismofácies distintas (S_p , S_b e S_t), além de três principais superfícies estratigráficas (S_1 , S_2 e S_3), tentativamente associadas a limites de sismossequências. A sismofácies S_p é definida por refletores contínuos paralelos a subparalelos, de média a baixa amplitude. Foi identificada nos três perfis sísmicos, sobreposta a uma superfície irregular bem destacada (S_2), apresentando terminações em *onlap* sobre esta superfície. Esta configuração foi associada a depósitos lacustres com acamamento horizontal, onde os refletores de baixa a média amplitude foram atribuídos a sedimentos lamosos. A sismofácies S_b , encontrada em todas as seções sísmicas, é representada por um forte refletor que impede a visualização das camadas subjacentes. Ocorre sempre em um nível estratigráfico bem definido, entre os refletores da sismofácies S_p , a cerca de 1 (um) metro abaixo do fundo do lago, demarcando um horizonte contínuo e plano por grandes extensões. Estes refletores ocorrem em forma de bolsões, sendo interpretados como ocorrência de gás aprisionado nestes horizontes. A sismofácies S_t é caracterizada pela ausência de reflexões sísmicas, correspondente à fácies sísmica transparente (*reflection free*) de Mitchum *et al.* (1977). Esta sismofácies foi interpretada como pacotes homogêneos de sedimentos arenosos, sendo, em alguns casos, como nos perfis P_2 (figura 5) e P_3 (figura 6) associada a rochas do embasamento cristalino no interior do lago. Esta sismofácies ocorre abaixo das superfícies estratigráficas de alta amplitude (S_1 e S_2).

A superfície estratigráfica reconhecida como mais antiga, denominada de S_1 , é definida pelo forte refletor presente nas bordas do lago. Este refletor é observado também no interior dos perfis P_2 e P_3 , adjacente à ilha do Imperador. A outra superfície, também definida por refletores de alta amplitude, apresenta-se terminando lateralmente sobre a superfície mais antiga (S_1), sendo, desta maneira, denominada de superfície S_2 . Esta paleossuperfície, bastante irregular, é identificada sob os refletores paralelos horizontais, sendo este um provável limite inferior de uma sismossequência. Um refletor de baixa a média amplitude que recobre grande parte do fundo do lago, presente acima da sismofácies S_p , foi denominado de superfície S_3 . Esta superfície, mais recente, representa o limite superior da sedimentação lacustre do lago Juparanã. Superfícies referentes a pequenas descontinuidades entre fácies sísmicas também foram reconhecidas.

Interpretação dos Perfis Sísmicos

O Perfil P_1 (figura 4), situado na porção centro-meridional do lago Juparanã, apresenta ligeira simetria do fundo lacustre, com pequeno aumento da profundidade do leito próximo às bordas do lago. A superfície S_2 aumenta de profundidade em direção à borda oeste. Apesar de não poder acompanhá-la, projeta-se que a profundidade da superfície S_2 neste setor alcance 23 m em relação à lâmina d'água. Esta paleossuperfície ocorre bastante

irregular, apresentando feições de calhas/canais próximo à borda leste. A sismofácies Sp encontra-se em *onlap* sobre o forte refletor da superfície S2. A sismofácies Sb, definida pelo bolsão de gás, encontra-se nas maiores espessuras dos depósitos argilo-siltosos, definidos pela sismofácies Sp, estimados em 12 m de sedimentos próximo à borda oeste.

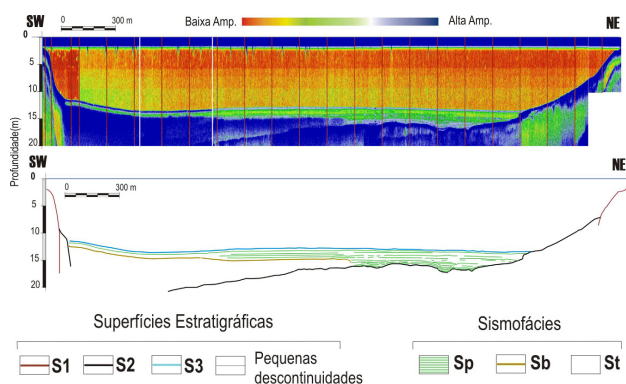


Figura 4 – Perfil sísmico P₁, com interpretação sismo-estratigráfica. Nota-se a paleossuperfície S2 mais profunda na margem oeste do lago, onde a espessura do pacote lamoso é maior. O bolsão de gás neste segmento atenua as reflexões sísmicas subjacentes.

O perfil P₂ (figura 5), situado à montante da ilha do Imperador, é caracterizado pela maior exposição da superfície S2 no fundo do lago Juparanã, ocorrendo de forma bastante irregular. A sismofácies Sp ocorre restrita a uma feição de canal/calha, diferentemente do que ocorre na porção meridional do lago, com presença da sismofácies Sb entre os refletores horizontais de baixa a média amplitude. É observado, neste perfil, um refletor de alta amplitude no fundo do lago próximo a margem leste, atribuído à superfície estratigráfica S1. Esta superfície, além de se apresentar no interior do corpo lacustre, também é observada nas bordas do lago, sendo associada a domínios geológicos distintos. A sismofácies St abaixo da superfície S1, próximo à borda leste do lago, foi associada a rochas do embasamento cristalino pré-cambriano, visto a proximidade da seção sísmica à ilha

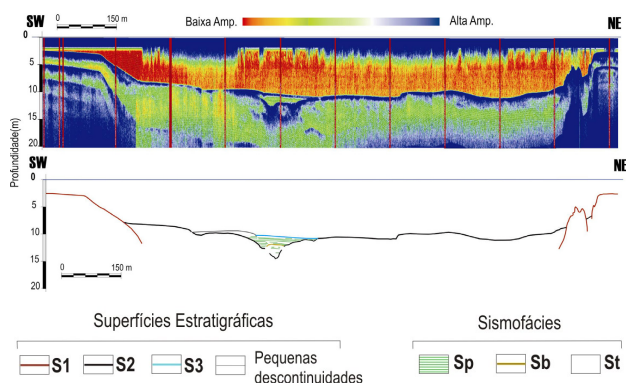


Figura 5 – Perfil sísmico P₂, com interpretação sismo-estratigráfica. Nota-se o maior recobrimento da superfície S2 no fundo lacustre. Próximo à margem leste, a superfície S1 se eleva no leito do lago, sendo associada a rochas do embasamento.

do Imperador, composta por rochas do embasamento. Sob a superfície S1, situada nas margens do lago Juparanã, esta mesma sismofácies foi associada a sedimentos arenosos homogêneos da Formação Barreiras.

A sismofácies St, presente abaixo da paleossuperfície irregular S2, foi atribuída a sedimentos arenosos homogêneos aluviais.

O Perfil P₃ (figura 6) foi adquirido por toda a extensão do lago Juparanã, apresentando cerca de 25 km de comprimento. Devido à grande dimensão do perfil, a escala vertical foi intensamente exagerada, em aproximadamente 225 vezes. A sismofácies Sp, em geral, possui terminações em *onlap* sobre a superfície S2, que varia de profundidade ao longo do perfil. A sismofácies Sb ocorre em toda a linha sísmica, a um metro abaixo do fundo do lago, aprisionada entre camadas lamosas tabulares definidas pela sismofácies Sp. A fácies sísmica St também se apresenta abaixo das superfícies estratigráficas de alta amplitude S1 e S2. A superfície S2 ocorre irregularmente ao longo de toda a extensão da linha sísmica, marcando o limite inferior da sismofácies Sp e Sb. Porções mais rasas desta paleossuperfície são observadas em diferentes segmentos do perfil P₃. Porém, a elevação mais destacada ocorre próximo à ilha do Imperador, onde refletores bastante inclinados (devido à distorção da escala vertical do perfil) foram identificados no fundo do lago. A superfície S1 também é destacada neste segmento, definida pelo refletor de alta amplitude que ocorre como limite inferior para a terminação da superfície S2. Próximo à desembocadura do lago, nota-se a diminuição brusca da profundidade do fundo lacustre.

Sismossequências Identificadas

A superfície S2 define o limite inferior de uma unidade sísmica ou sismossequência, denominada de sismossequência **B**, cujo padrão de sismofácies Sp e Sb é predominante. O limite superior desta sismossequência é representado pela superfície S3, associada ao limite superior dos depósitos lamosos tabulares. A sismossequência **B** foi associada a uma fase lacustre, ou seja, a sedimentação ocorreu após a barragem do antigo vale que compõe o atual lago Juparanã. Como não foi possível o reconhecimento de reflexões sísmicas abaixo da superfície S2, devido à sismofácies St, não pôde ser caracterizada a natureza estratigráfica desta descontinuidade, se é de erosão ou não-deposição. Todavia, esta superfície foi interpretada como superfície deposicional resultante da sedimentação anterior à deposição das camadas argilo-siltosas. Apesar de não se observar refletores sísmicos entre a superfície S1 e S2, foi definida uma segunda seqüência sísmica, mais antiga que a sismossequência **B**, atribuída a depósitos arenosos aluviais subjacentes aos sedimentos lacustres, denominada de sismossequência **A**. Estes depósitos arenosos foram relacionados à sismofácies St (*reflection free*). O limite inferior desta seqüência sísmica é definido pela superfície S1, encontrada nas margens do lago Juparanã e, localmente, no centro do corpo lacustre, como observado nos perfis P₂ e P₃. Abaixo desta

superfície, não foram encontrados, também, refletos sísmicos. Todavia, esta superfície foi relacionada aos depósitos da Formação Barreiras, quando na margem do lago, e ao embasamento cristalino pré-cambriano, quando no interior do corpo lacustre próximo à ilha do Imperador.

Conclusões

Neste artigo foram apresentados os estudos iniciais acerca da sedimentação quaternária no maior corpo lacustre do baixo vale do rio Doce, o lago Juparanã.

O estudo sísmico de alta resolução permitiu a visualização detalhada dos sedimentos preservados no substrato lacustre. Entretanto, pacotes homogêneos de areia e a ocorrência de gás entre os depósitos lamosos diminuíram a capacidade de identificação de reflexões sísmicas subjacentes, impossibilitando o reconhecimento estratigráfico mais amplo. Contudo, foi possível identificar duas sismosseqüências: uma atribuída à sedimentação aluvial, mais antiga; e a mais recente, associada à fase lacustre instalada a partir da barragem do lago Juparanã.

Referências

Hatushika, R. S., 2005. *Investigação Sismoestratigráfica do lago Juparanã – Baixo Curso do Rio Doce, Linhares (ES)*. Inst. de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Monografia de graduação. 84p.

Martin, L.; Suguio, K. ; Domingues, J.M.L. & Flexor, J. M., 1997. *Geologia do Quaternário Costeiro do Litoral Norte do Rio de Janeiro e do Espírito Santo*. Belo Horizonte: CPRM, 1997. 112p.: il, mapas.

Mitchum Jr., R.M.; Vail, P.R. & Sangree, J.B., 1977. Application of seismic reflection configuration to stratigraphic interpretation. Seismic stratigraphy and global changes of sea level, part 6: stratigraphic interpretation of seismic reflection patterns in depositional sequences. In: PAYTON, C.E. (ed.). *Seismic Stratigraphy - application to hydrocarbon exploration*. Tulsa, Am. Assoc. Petrol. Geol., *Mémoire*, 26:117-133.

Suguio, K. & Kohler, H.C., 1992. Quaternary Barred Lake Systems of the Doce River (Brazil). *An. Acad. Bras. Ci.*, 64(2): 183-191.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq e à FAPERJ pelo apoio financeiro.

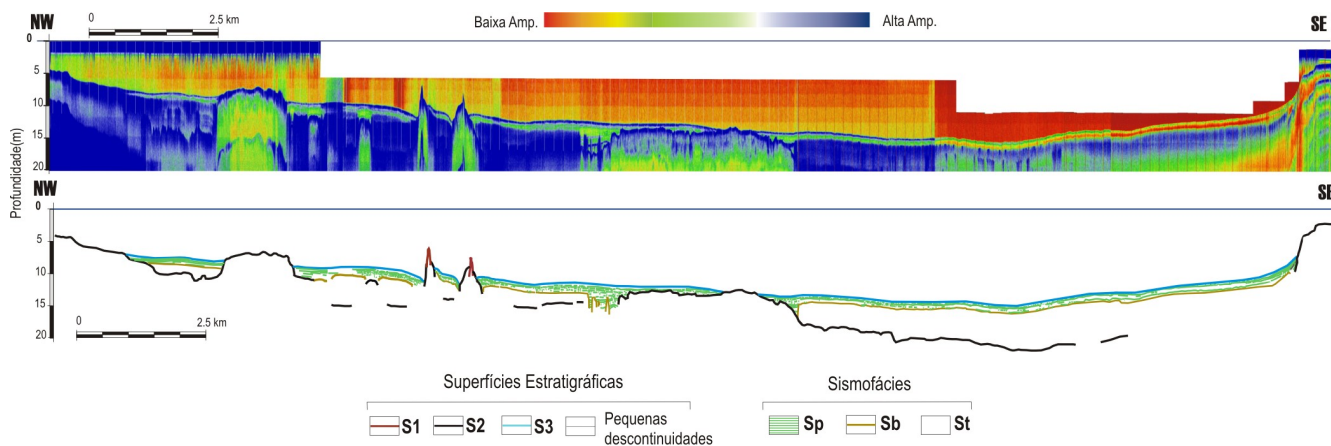


Figura 6 - Perfil sísmico P_3 , com interpretação sismoestratigráfica. Nota-se a irregularidade do leito lacustre, com destaque para a elevação das superfícies S1 e S2 nas adjacências da ilha do Imperador. Próximo à desembocadura, na porção sudeste da seção sísmica, pode-se observar o rápido decréscimo da profundidade do fundo do lago Juparanã.