

## SISMOESTRATIGRAFIA DE ALTA RESOLUÇÃO NO LAGO JUPARANÃ, LINHARES (ES – BRASIL) COMO BASE PARA ESTUDOS SOBRE A SEDIMENTAÇÃO E TECTÔNICA QUATERNÁRIA

Raphael Siston Hatushika<sup>1</sup>, Cleverson Guizan Silva<sup>2</sup> e Claudio Limeira Mello<sup>3</sup>

Recebido em 9 julho, 2007 / Aceito em 13 dezembro, 2007  
Received on July 9, 2007 / Accepted on December 13, 2007

**ABSTRACT.** High-resolution seismic stratigraphic investigation of the Juparanã Lake, the largest lacustrine body in the lakes system of Doce River lower course (State of Espírito Santo, Southeastern Brazil), was performed, giving the information to discuss the Quaternary lacustrine evolution. Two seismic sequences were identified. The older seismic sequence is characterized by a reflection free pattern, associated with Holocene alluvial sedimentation. The younger seismic sequence is characterized by a parallel pattern of seismic reflections and was associated with lacustrine deposition after the damming of the "old Juparanã alluvial valley". The isopach map of the younger seismic sequence documents an irregular distribution of the lacustrine deposits in three distinct depocenters with relatively abrupt limits suggesting a neotectonic control on the lacustrine evolution.

**Keywords:** high-resolution seismic stratigraphy, quaternary sedimentation, neotectonics, Juparanã lake, Doce river coastal plain.

**RESUMO.** O estudo sismoestratigráfico de alta resolução do lago Juparanã, o maior do sistema de lagos do baixo vale do rio Doce (Espírito Santo, Sudeste do Brasil), foi realizado, fornecendo informações para discutir sobre a origem e evolução deste sistema de lagos ao longo do Quaternário. Duas sismosseqüências foram identificadas. A sismosseqüência mais antiga é caracterizada pelo padrão transparente de reflexão (*reflection free*), tendo sido associada a depósitos aluviais holocênicos. A sismosseqüência mais recente é caracterizada por um padrão paralelo de reflexões sísmicas e foi associada à fase lacustre instalada após a barragem do antigo "vale Juparanã". O mapa de isópachas da sismosseqüência mais nova documenta uma distribuição irregular dos depósitos lacustres em três depocentros distintos, com limites relativamente abruptos, sugerindo um possível controle neotectônico na evolução do lago.

**Palavras-chave:** sismoestratigrafia de alta resolução, sedimentação quaternária, neotectônica, lago Juparanã, planície costeira do rio Doce (ES).

---

<sup>1</sup>E&P-EXP/GEO/GEAT, Petrobras, Av. Chile, 65/1401, Centro, 20031-912 Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Tel.: (21) 3224-8954 – E-mail: hatushika@petrobras.com.br

<sup>2</sup>Departamento de Geologia, Universidade Federal Fluminense (UFF), Instituto de Geociências, Av. Litorânea, s/n – 4º andar, Campus da Praia, Gragoatá, 24210-340 Niterói, RJ, Brasil. Tel.: (21) 2719-4241 – E-mail: cleverson@igeo.uff.br

<sup>3</sup>Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Departamento de Geologia, IGEO, Prédio do CCMN/Bloco G, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, 21949-900 Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Tel.: (21) 2598-9464 – E-mail: limeira@geologia.ufrj.br

## INTRODUÇÃO

Próximo à cidade de Linhares, situada na região do baixo curso do rio Doce, no centro-leste do Estado do Espírito Santo, ocorre um notável conjunto lacustre composto por dezenas de lagos barrados, distribuídos em domínios geomorfológicos distintos. Estes corpos lacustres podem ser agrupados em lagos internos e lagos externos (Fig. 1). Os lagos externos possuem cerca de 1 a 10 km de comprimento, e estão localizados entre o platô terciário e a planície costeira quaternária. Os lagos internos, de maiores dimensões, estão presentes sobre os tabuleiros da Formação Barreiras, preferencialmente na margem esquerda do rio Doce, sendo limitados pela planície aluvial deste rio.

Em especial, o lago Juparanã se destaca dentre os demais lagos internos devido a sua grande extensão, com cerca de 25 km de comprimento, e pela notável linearidade de suas margens, possuindo um proeminente estrangulamento em sua porção norte, próximo à ilha do Imperador.

Os lagos barrados ocupam vales escavados nos depósitos da Formação Barreiras. Parte destes lagos é limitada, a oeste, por rochas do embasamento pré-cambriano, que definem um elevado compartimento de colinas e serras na região. Estas rochas do embasamento afloram no interior do lago Juparanã, na ilha do Imperador (Fig. 1).

Apesar da singularidade dos corpos lacustres na região, ainda são bastante reduzidos os estudos acerca da sua origem e evolução.

Segundo Suguio & Kohler (1992), com base em dados de sondagem descritos por Bandeira Jr et al. (1975), os lagos situados no baixo curso do rio Doce teriam se formado após o máximo da Última Transgressão (5.100 anos AP). Esses autores consideraram que antigos vales fluviais foram fortemente dissecados durante o clímax da última glaciação (período entre 18.000 e 15.000 anos AP), sendo posteriormente afogados devido à subida do nível do mar no Holoceno, dando origem a estuários. A fase regressiva subsequente resultou na colmatação destes vales por sedimentos lamosos, que, de acordo com Suguio & Kohler (1992), propiciaram a barragem dos lagos.

Hatushika (2005) e Hatushika et al. (2005) consideraram a atuação de movimentações neotectônicas como responsável pela estruturação do relevo na região e, junto às variações do nível do mar ao longo do Quaternário, possível condicionante na barragem do lago Juparanã e dos demais lagos internos. Mello et al. (2005a; 2005b) apontaram o controle destas estruturas neotectônicas na configuração da rede de drenagem, marcada por expressivos desvios e capturas fluviais. Os paleotensores resultan-

tes das análises estruturais de falhas cenozóicas realizadas por Hatushika et al. (2005) e Mello et al. (2005a; 2005b) foram plotados no mapa geológico da Figura 1.

Este artigo tem como objetivo o reconhecimento sismoestratigráfico do lago Juparanã a partir de levantamentos sísmicos de alta resolução, com o intuito de obter informações do registro sedimentar neste corpo lacustre e subsidiar estudos acerca da evolução do sistema de lagos do baixo curso do rio Doce.

## METODOLOGIA

O trabalho realizado consistiu na aquisição e interpretação de dados sísmicos de alta resolução no lago Juparanã. Ao todo, foram realizados dezessete perfis ao longo do corpo lacustre, sendo treze perpendiculares ao eixo central do lago, dois longitudinais e dois em braços do corpo lacustre. Neste artigo, são apresentados apenas quatro perfis sísmicos (P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub> e P<sub>4</sub> – Fig. 2), representativos das unidades sismoestratigráficas reconhecidas.

O equipamento utilizado para o levantamento geofísico (StrataBox™ – Ocean Data Equipment Corporation), consiste em um perfilador de subfundo com frequência de 10 kHz e potência de saída de 300 W.

O levantamento sísmico foi realizado no período de cheia do lago Juparanã, com a lâmina d'água cerca de dois metros acima do nível médio deste corpo lacustre.

A análise sismoestratigráfica foi realizada segundo os conceitos propostos por Mitchum Jr. et al. (1977). Os parâmetros utilizados para a definição das sismofácies no presente estudo foram as configurações dos refletores sísmicos, amplitude das reflexões e continuidade dos traços sísmicos.

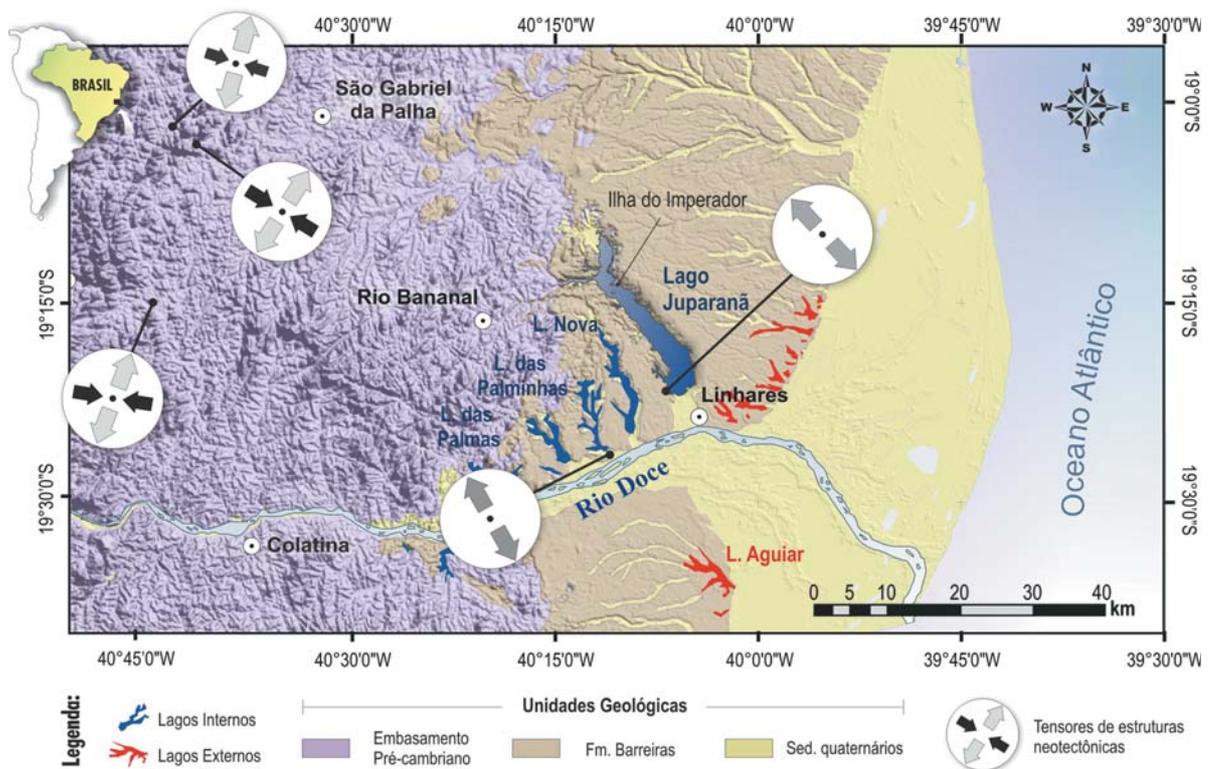
Com base na análise sismoestratigráfica, foi possível confeccionar mapa de isópacas, permitindo a determinação dos principais depocentros do lago Juparanã.

## RESULTADOS

### Fácies sísmicas e superfícies estratigráficas

A interpretação sismoestratigráfica permitiu o reconhecimento de três sismofácies (Sp, Sb e St – Fig. 3) e três destacadas superfícies estratigráficas (S1, S2 e S3). Estas superfícies foram hierarquizadas entre si segundo relações estratigráficas e pelas terminações dos refletores sísmicos, sendo associadas a limites de sismosseqüências.

A sismofácies Sp é definida por refletores contínuos, paralelos a subparalelos, de média a baixa amplitude. Ocorre sobre uma superfície irregular bem destacada (S2), apresentando terminações em *onlap* sobre esta superfície. Esta configuração



**Figura 1** – Mapa geológico simplificado sobreposto ao relevo da região, destacando o conjunto de lagos barrados situado próximo à cidade de Linhares (ES), com ênfase para o lago Juparanã. Tensores de esforços neotectônicos reconhecidos por Hatushika et al. (2005) e Mello et al. (2005a; 2005b) (Base geológica: CPRM, 2001; base altimétrica: MDE – SRTM/ NASA adquirido no site <http://seamless.usgs.gov>).

foi associada a sedimentos argilo-siltosos. Refletores horizontais de média a alta amplitude, presentes em alguns níveis, também foram associados a esta sismofácies, sendo interpretados como pacotes de areias transportadas por fluxos hiperpicnais, intercalando-se com os depósitos lamosos.

A sismofácies Sb é representada por uma faixa escura, em forma de bolsões, que impede a visualização das camadas subjacentes. Ocorre, invariavelmente, em um nível estratigráfico bem definido entre os refletores da sismofácies Sp, entre 80 cm e um metro abaixo do fundo do lago. Estes bolsões são interpretados como ocorrência de gás aprisionado nestes horizontes.

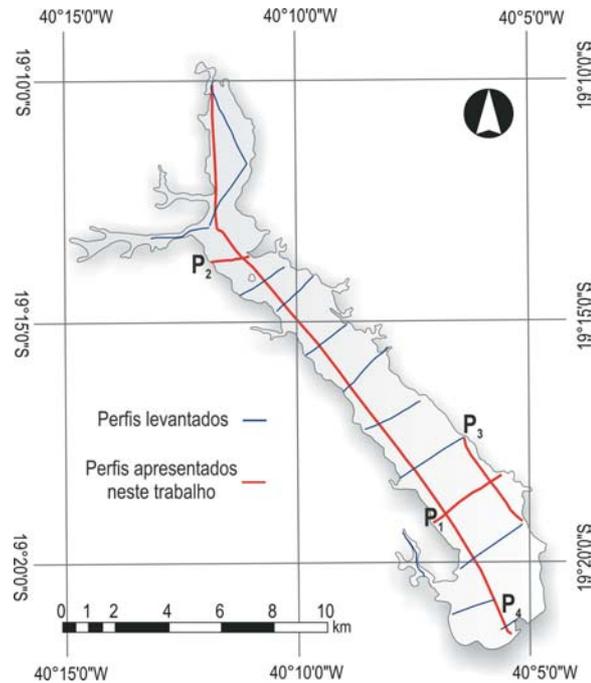
A sismofácies St é caracterizada pela ausência de reflexões sísmicas, correspondendo à fácies sísmica transparente (*reflection free*) de Mitchum Jr. et al. (1977). Esta sismofácies foi interpretada como pacotes homogêneos de sedimentos arenosos, sendo, em alguns casos, associada a rochas do embasamento que afloram no interior do lago. Esta sismofácies ocorre abaixo das superfícies estratigráficas de alta amplitude (S1 e S2).

A superfície estratigráfica reconhecida como mais antiga, denominada de S1, é definida pelo forte refletor presente nas bor-

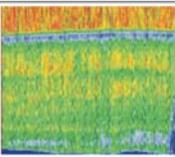
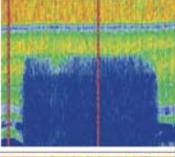
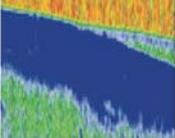
das do lago. Este refletor é observado também no interior do lago (perfis P<sub>2</sub> e P<sub>4</sub>), na porção adjacente à ilha do Imperador. Uma outra superfície também definida por refletores de alta amplitude apresenta-se terminando lateralmente sobre a superfície mais antiga (S1), sendo, desta maneira, denominada de superfície S2. Esta superfície, bastante irregular, é identificada sob os refletores da sismofácies Sp, correspondendo ao limite inferior de uma sismosseqüência. Um refletor de baixa a média amplitude que recobre grande parte do fundo do lago, limitando, no topo, o intervalo associado à sismofácies Sp, foi denominado de superfície S3, representando o limite superior da sedimentação lamosa do lago Juparanã.

### Descrição dos perfis sísmicos

O perfil P<sub>1</sub> (Fig. 4-A), situado na porção centro-meridional do lago Juparanã, demonstra ligeira assimetria do fundo lacustre, que na margem leste possui suave declividade, enquanto que a borda oeste apresenta-se mais íngreme. A superfície S2 aumenta de profundidade notavelmente em direção à borda oeste. Apesar de não poder acompanhá-la, projeta-se que a profundidade



**Figura 2** – Malha de amostragem sísmica realizada no lago Juparanã, onde são destacados os perfis levantados e os quatro perfis (P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub> e P<sub>4</sub>) apresentados neste artigo.

SISMOFÁCIES		DESCRIÇÃO	INTERPRETAÇÃO
Sismofácies <b>Sp</b>		Refletores contínuos de média a baixa amplitude, horizontais a sub-horizontais Ocorrem <i>onlap</i> sobre a superfície S2 e S1	Configuração associada a sedimentos argilo-siltosos formados por decantação de partículas finas
Sismofácies <b>Sb</b>		Representada por uma faixa escura que impede as reflexões subjacentes Ocorre associada a sismofácies Sp, a aproximadamente 1m do fundo do lago	Configuração atribuída a bolsões de gás aprisionados entre as camadas argilo-siltosas
Sismofácies <b>St</b>		Caracterizada pela ausência de reflexão sísmica ( <i>reflection free</i> ) Presente abaixo das superfícies S1 e S2	Configuração associada a rochas do embasamento e/ ou sedimentos homogêneos formados por processos trativos e gravitacionais

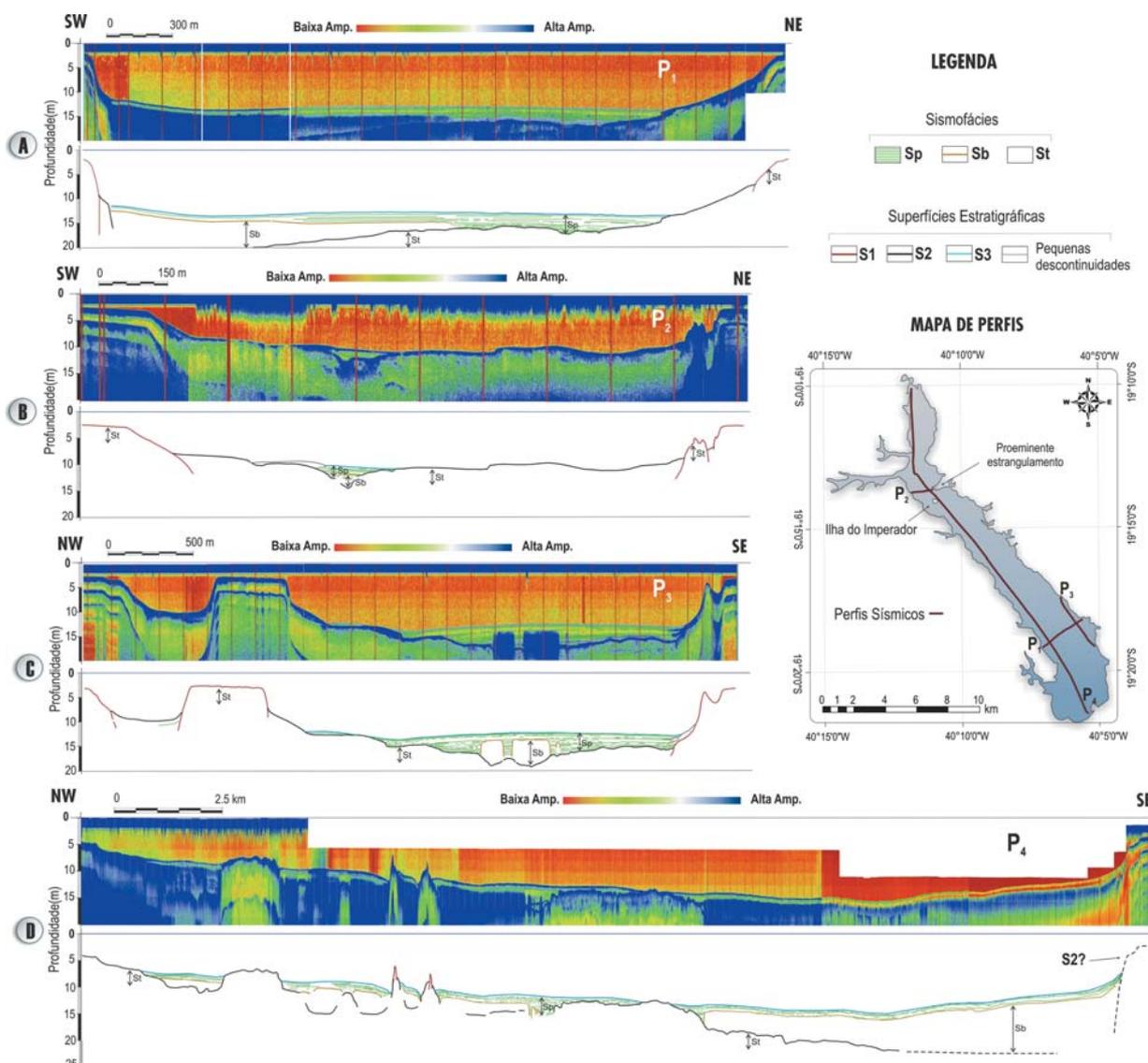
**Figura 3** – Fácies sísmicas descritas neste artigo, com a respectiva interpretação.

da superfície S2, neste setor, alcance 22 m em relação à lâmina d'água. Esta paleossuperfície apresenta-se bastante irregular próximo à borda leste.

A sismofácies Sp encontra-se em *onlap* sobre o forte refletor da superfície S2. A sismofácies Sb, associada a bolsões de gás, encontra-se nas maiores espessuras dos depósitos argilo-siltosos definidos pela sismofácies Sp, estimados em 8 m de

sedimentos próximo à borda oeste.

O perfil P<sub>2</sub> (Fig. 4-B), 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 encontra-se restrita a uma feição de canal/calha, diferentemente de como se apresenta na maior parte do lago. A sismofácies Sb também ocorre confinada, presente entre os



**Figura 4** – Perfis sísmicos realizados no lago Juparanã, com interpretação sismoestratigráfica. A) Perfil P<sub>1</sub>, demonstrando o aprofundamento da paleossuperfície S2 em direção à margem oeste do lago, onde a espessura do pacote lamoso (sismofácies Sp) é maior; B) Perfil P<sub>2</sub>, onde nota-se o maior recobrimento da superfície S2 no fundo lacustre. Próximo à margem leste, a superfície S1 se eleva no leito do lago de forma irregular; C) Perfil P<sub>3</sub>, destacando o bolsão de gás (sismofácies Sb) aprisionado na maior espessura de sedimentos lamosos, representados pela sismofácies Sp, destacando nítido *onlap* dos refletores da sismofácies Sp sobre a superfície S2; D) Perfil P<sub>4</sub>, onde nota-se a irregularidade do leito lacustre, com destaque para a elevação das superfícies S1 e S2 próximo à ilha do Imperador, adjacente a um estrangulamento do lago Juparanã (vide mapa). Próximo à desembocadura, na porção sudeste da seção sísmica, pode-se observar o rápido decréscimo da profundidade do fundo do lago Juparanã.

refletores horizontais de baixa a média amplitude da sismofácies Sp. Neste perfil, é observada a elevação de um refletor de alta amplitude no fundo do lago, próximo à margem leste, apresentando forma irregular do topo. Este refletor, atribuído à superfície estratigráfica S1, também é observado nas bordas do lago, porém de forma horizontal e sem irregularidades.

O perfil P<sub>3</sub> (Fig. 4-C), paralelo ao eixo principal do lago,

está situado na margem leste, na porção meridional do corpo lacustre. Apresenta a superfície S2 bastante irregular, demonstrando feições de calhas/canais na porção mais profunda desta superfície, onde a espessura sedimentar dos depósitos lamosos (sismofácies Sp) chega a 6 m. Refletores de alta amplitude são observados na porção sudeste do perfil, interdigitados com os refletores de baixa amplitude, sendo associados a camadas de

areias formadas por fluxos de maior energia na margem do lago. Bolsões de gás (sismofácies Sb) apresentam-se semi-confinados nas maiores espessuras dos depósitos argilo-siltosos definidos pela sismofácies Sp.

O perfil P<sub>4</sub> (Fig. 4-D) 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 cerca de um metro abaixo do fundo do lago, aprisionada entre camadas lamosas tabulares definidas pela sismofácies Sp. A fácies sísmica St 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 das sismofácies Sp e Sb. Porções mais rasas desta paleossuperfície são observadas em diferentes segmentos do perfil P4. Porém, a elevação mais destacada ocorre próximo à ilha do Imperador, adjacente a um proeminente estrangulamento do corpo lacustre, onde refletores bastante inclinados (devido à distorção da escala vertical do perfil) foram identificados no fundo do lago. O leito lacustre (superfície S3), também neste setor, apresenta morfologia sugestiva de basculamentos para SE, indo de encontro aos refletores mais inclinados (detalhe do perfil P<sub>4</sub> – Fig. 5), sugerindo a possível atuação de falhas normais. As sismofácies Sp e Sb acompanham a superfície S3, demonstrando um arqueamento das camadas lamosas.

Próximo à desembocadura do lago, nota-se a diminuição brusca da profundidade lacustre, associada à elevação de um forte refletor sob as sismofácies Sp e Sb. Este refletor foi interpretado como sendo a superfície S2, representando a barragem do corpo lacustre.

### Sismossequências identificadas

A superfície S2 define o limite inferior de uma unidade sísmica denominada de sismossequência B (Fig. 6), cujo padrão de sismofácies Sp e Sb é predominante. O limite superior desta sismossequência é representado pela superfície S3, associada ao topo dos depósitos lamosos tabulares. 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 erosiva ou não. Todavia, esta superfície pode ser claramente associada ao topo de um pacote deposicional resultante de sedimentação anterior à deposição das camadas argilo-siltosas.

Apesar de não serem observados refletores sísmicos entre as superfícies S1 e S2, foi definida uma segunda seqüência sísmica, mais antiga que a sismossequência B, denominada de sismossequência A, caracterizada pelo padrão de sismofácies St. O limite inferior desta seqüência sísmica é definido pela superfície S1, encontrada nas margens do lago Juparanã com uma geometria de topo plano e, localmente, no interior do corpo lacustre, como observado nos perfis P<sub>2</sub> e P<sub>3</sub>, apresentando forma irregular. Abaixo da superfície S1 não foram encontrados refletores sísmicos.

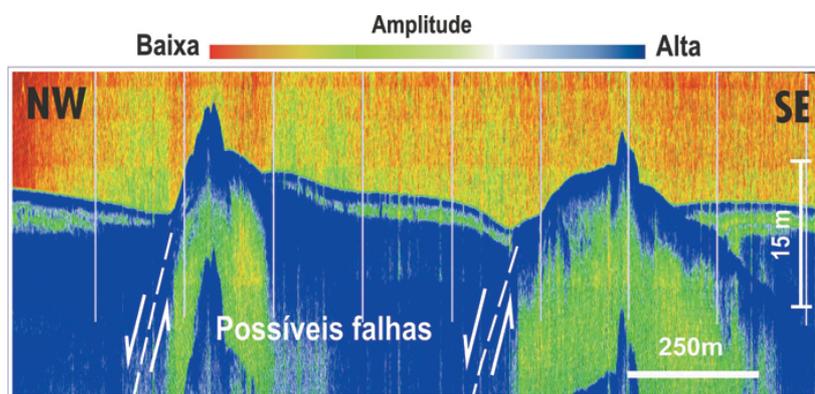
O mapa de isópacas dos sedimentos lamosos definidos pela sismossequência B (Fig. 7) documenta três depocentros, sendo que o principal está situado na porção meridional do lago, próximo à borda oeste, alcançando cerca de 8 metros de espessura. Observa-se no segmento central do lago um afinamento significativo do pacote lamoso, onde a espessura máxima da unidade neste setor atinge entre 4 e 5 metros, próximo à margem leste. Nas proximidades da ilha do Imperador, ocorre uma brusca diminuição do pacote lamoso devido à elevação do embasamento neste segmento do lago Juparanã. Em direção à cabeceira do corpo lacustre, os depósitos lamosos tendem a ficar notavelmente mais espessos, alcançando 6 m de espessura, voltando a afinar em direção à cabeceira do lago.

### DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

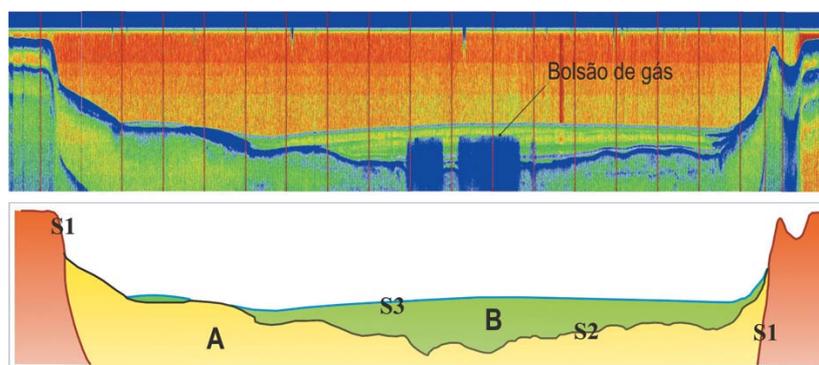
Devido à ausência de sondagens para a caracterização dos sedimentos presentes no substrato do lago Juparanã, torna-se difícil a correlação das sismossequências aqui identificadas aos depósitos já descritos na região.

A superfície S1 pode ser relacionada ao topo dos 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, segundo a configuração dos refletores de alta amplitude (planos ou irregulares) e a exposição litológica em afloramentos nas margens do lago.

De acordo com um furo de sondagem realizado na desembocadura do lago Juparanã (furo PRD-20, apresentado por Bandeira Jr et al., 1975), foram identificados 20 m de sedimentos fluviais holocênicos, indiferenciados, sobre depósitos estuarinos atribuídos à última transgressão (Fig. 8). Os sedimentos arenosos interpretados no estudo sismoestratigráfico aqui realizado (sismossequência A) foram correlacionados a esses depósitos fluviais indiferenciados de Bandeira Jr et al. (1975), que, possivelmente, teriam sido depositados durante a progradação aluvial ao final da última transgressão marinha. Esta progradação pode ser tentativamente correlacionada à intensa fase de sedimentação



**Figura 5** – Detalhe do Perfil P<sub>4</sub>, no setor próximo à ilha do Imperador, adjacente a um forte estrangulamento do corpo lacustre, demonstrando o basculamento do fundo lacustre e das camadas lamosas para SE, impostas por possíveis falhas normais.



**Figura 6** – Sismossequências definidas neste estudo e as superfícies estratigráficas limítrofes. A sismossequência A (amarelo) foi atribuída a depósitos arenosos e a sismossequência B (verde) a depósitos lamosos.

alúvio-coluvial descrita na região Sudeste para o Holoceno inicial a médio (p.ex. Moura & Mello, 1991; Mello, 1992; Mello, 1997). A sedimentação argilo-siltosa definida pela sismossequência B teria se iniciado com a instalação do lago, devido à barragem do antigo “vale fluvial Juparanã”. A deposição destes sedimentos lacustres se deu sobre a superfície deposicional preservada no estágio anterior de sedimentação aluvial (superfície S2).

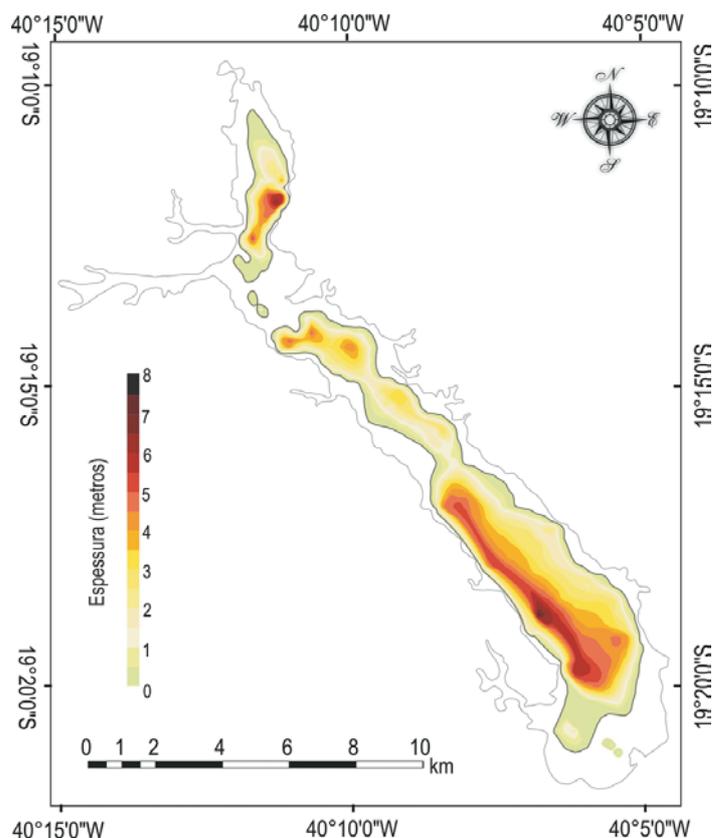
A superfície S2 ocorre de forma irregular ao longo de todo o lago Juparanã, controlando as variações de espessura dos depósitos argilo-siltosos, já que o preenchimento destes sedimentos lamosos ocorreu gradualmente com a subida do nível do lago, como indicado pelo *onlap* das sismofácies Sp sobre a superfície S2.

Anomalias morfológicas do lago Juparanã, como estrangulamentos do corpo lacustre e elevações da superfície S2, coincidem com destacáveis lineamentos estruturais do relevo na região. Em especial, as desembocaduras dos lagos internos apresentam um notável alinhamento NE-SW. Assim, mecanismos neotectônicos

podem ter atuado decisivamente na evolução do lago Juparanã e dos demais lagos internos.

No setor meridional do lago Juparanã, onde está situado o principal depocentro dos depósitos lacustres, observa-se a assimetria da superfície S2 próximo à borda oeste, alcançando profundidade de 22 metros abaixo do nível do lago. Em direção ao setor central do corpo lacustre, nota-se a brusca inversão de geometria desta paleossuperfície, apresentando profundidades menores (Fig. 9). O fato de a superfície S2 terminar contra uma superfície de elevada inclinação (S1), nas margens do lago, e o próprio contorno retilíneo do lago sugerem algum controle tectônico na instalação do paleovale Juparanã, no Pleistoceno, e/ou na sedimentação aluvial relacionada à superfície S2. A mudança na assimetria da superfície S2 pode estar relacionada a movimentações tectônicas controlando a inversão da borda de falha principal.

Os basculamentos observados no fundo lacustre próximo à região onde o lago Juparanã bifurca-se, nos arredores da ilha do

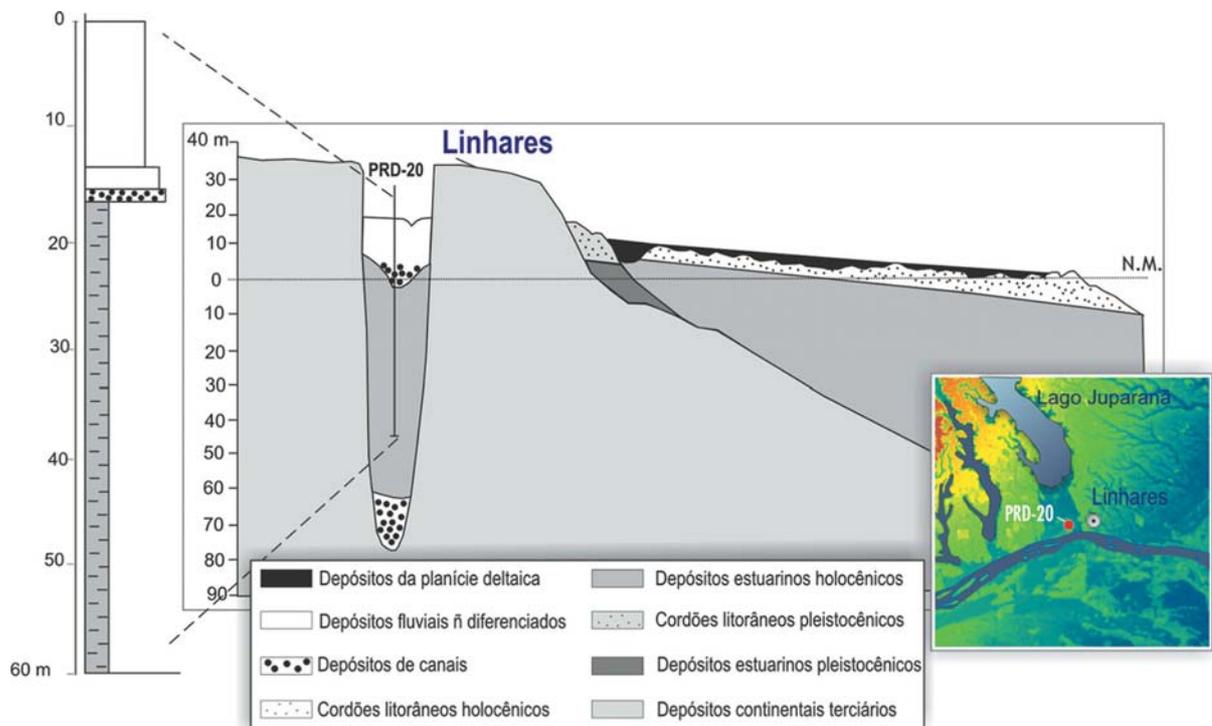


**Figura 7** – Mapa de isópacas da sismossequência B, indicando a espessura dos sedimentos lamosos. Observam-se três depocentros distintos no lago Juparanã, sendo o principal definido na porção meridional do corpo lacustre, próximo à borda oeste.

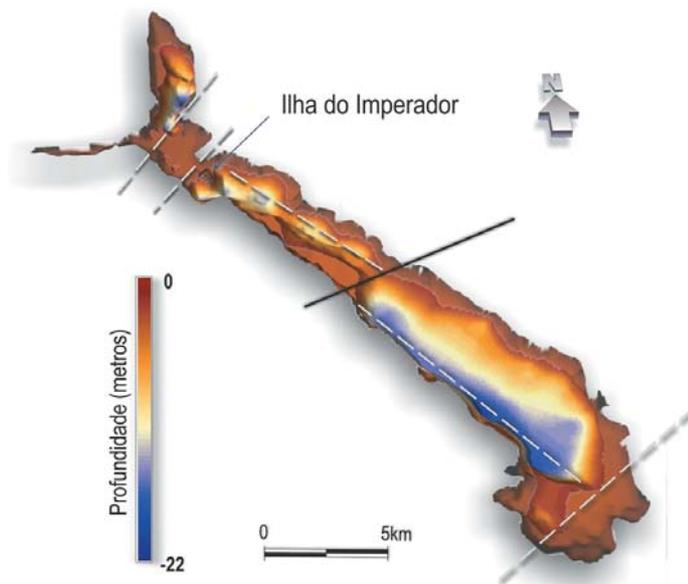
Imperador (Fig. 5), estão relacionados a um estrangulamento do lago neste setor, admitindo-se estarem condicionados por falhas normais posteriores à superfície S2 e provavelmente anteriores à sedimentação lacustre. Estas estruturas parecem ter controlado o notável depocentro próximo à cabeceira do lago, no qual a espessura de sedimentos lacustres alcança valores próximos aos encontrados no depocentro principal, no setor meridional do lago Juparanã. Sarges et al. (2001) e Sarges (2002), em estudo batimétrico realizado no lago Aguapé, na região do médio vale do rio Doce, em Minas Gerais, identificaram anomalias no leito deste lago próximo à sua cabeceira, onde o rápido aprofundamento do fundo lacustre estaria condicionado por falhas normais holocênicas, aflorantes na margem do lago. Estrutura tectônica notável foi observada nos estudos sismoestratigráficos realizados no lago Dom Helvécio, no mesmo sistema lacustre do médio vale do rio Doce (MG) – Mello (1997), Mello et al. (1999) – onde a atuação de falha normal NE-SW foi documentada como responsável pela barragem deste lago.

Considerando as falhas normais NE-SW afetando depósitos da Formação Barreiras descritas por Hatushika et al. (2005) e Hatushika (2005) em afloramento nas adjacências da desembocadura do lago Juparanã (campo de esforços distensionais NW-SE – Fig. 1), a diminuição brusca da profundidade de um refletor de alta amplitude na sua desembocadura, relacionado, neste trabalho, à superfície S2, pode também ter sido condicionada por atividade tectônica, contribuindo para a barragem deste corpo lacustre. Deve-se considerar, no entanto, que sedimentos advindos do rio Doce podem ter sido lançados em direção ao corpo lacustre nos períodos de cheia e, sendo assim, este refletor representaria o topo de depósitos aluviais mais recentes, e não a superfície S2.

Com relação aos bolsões de gás, encontrados em todos os perfis sísmicos, devem estar relacionados aos gases produzidos a partir da degradação da matéria orgânica presente nos sedimentos lamosos. Estes gases estão aprisionados em um horizonte bem marcado, entre 80 cm e 1 metro abaixo do fundo lacustre. Ocorrem apenas onde as espessuras dos depósitos de lama são



**Figura 8** – Sondagem PRD-20, na desembocadura do lago Juparanã (modificado de Suguio & Kohler, 1992). Paleocanal escavado nos depósitos terciários da Fm. Barreiras foi preenchido por sedimentos estuarinos durante a última transgressão holocênica, superpostos por depósitos aluviais.



**Figura 9** – Modelo digital 3D da superfície S2 (contorno estrutural): linha preta – estrutura supostamente responsável pela mudança na assimetria da superfície S2; linhas tracejadas – estruturas consideradas como responsáveis pelas irregularidades desta paleossuperfície, como altos estruturais próximo à cabeceira e à barragem do corpo lacustre.

maiores, em pequenos paleocanais ou calhas deposicionais antigas e ao longo das maiores profundidades da superfície S2, no setor meridional do lago, preferencialmente na borda oeste.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio do técnico agrícola Francisco de Paula Durão Costa nos trabalhos de campo e a colaboração do aluno de graduação em Geologia/UFRJ Rodrigo Vinagre Cintra da Costa na confecção do mapa de isópacas. Agradecemos ao CNPq pelo apoio financeiro sob a forma de taxa de bancada a pesquisador (processo nº 350569/2003-7) e bolsa de Iniciação Científica PIBIC/CNPq-UFRJ.

## REFERÊNCIAS

- BANDEIRA Jr AN, PETRI S & SUGUIO K. 1975. Projeto Rio Doce (Relatório final). CENPES, PETROBRAS, Rio de Janeiro, 144 p.: il, mapas.
- CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. 2001. Projeto GIS Brasil: Mapa do Brasil 1:2.500.000. Brasília. CD-ROM.
- HATUSHIKA RS. 2005. Investigação Sismoestratigráfica do Lago Juparanã – Baixo Curso do Rio Doce, Linhares (ES). Rio de Janeiro. 84p. (Monografia, Depto. de Geologia – IGEO/UFRJ).
- HATUSHIKA RS, MELLO CL & SILVA CG. 2005. Evidências de Atuação Neotectônica na Formação do Lago Juparanã – Linhares (ES). Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 10, Guarapari (ES), Resumos Expandidos, CD-ROM.
- MELLO CL. 1992. Fácies sedimentares, arquitetura deposicional e relações morfoestratigráficas em um sistema de leques aluviais holocênicos: Aloformação Manso-médio vale do rio Paraíba do Sul (SP/RJ). Rio de Janeiro. 188 p. (Tese de Mestrado, Depto. de Geologia – IGEO/UFRJ).
- MELLO CL. 1997. Sedimentação e Tectônica Cenozóicas no Médio Vale do Rio Doce (MG, Sudeste do Brasil) e suas Implicações na Evolução de um Sistema de Lagos. Tese de doutoramento, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências, 1997, 275 p.
- MELLO CL, METELO CMS, SUGUIO K & KOHLER HC. 1999. Quaternary sedimentation, neotectonics, and evolution of the Doce river middle valley lake system (southeastern Brazil). *Revista do Instituto Geológico, IG. São Paulo*, 20(1): 29–36.
- MELLO CL, RODRIGUES HB & HATUSHIKA RS. 2005a. Reativações Tectônicas Cenozóicas na Faixa de Lineamentos Colatina (ES). Anais do X Congresso do SNET/IV IST. CD-ROM.
- MELLO CL, RODRIGUES HB & HATUSHIKA RS. 2005b. Tectônica Quaternária e Anomalias de Drenagem na Região Centro-norte do Espírito Santo. Anais do X Congresso da ABEQUA. CD-ROM.
- MITCHUM Jr RM, VAIL PR & SANGREE JB. 1977. Seismic stratigraphy and global changes of sea level, part 6: stratigraphic interpretation of seismic reflection patterns in depositional sequences. In: PAYTON CE (Ed.). *Seismic Stratigraphy – applications to hydrocarbon exploration*. Tulsa, Am. Assoc. Petrol. Geol., Memoir 26: 117–133.
- MOURA JRS & MELLO CL. 1991. Classificação Aloestratigráfica do Quaternário Superior na região de Bananal (SP/RJ). *Rev. Bras. Geoc.*, 21(3): 236–254.
- SARGES RR. 2002. Morfologia de lagos da região médio vale do rio Doce, Minas Gerais, e sua relação com a tectônica quaternária. Rio de Janeiro. 188 p. (Tese de Mestrado, Depto. de Geologia – IGEO/UFRJ).
- SARGES RR, MELLO CL & SILVA CG. 2001. Estudo Batimétrico da lagoa Aguapé e sua relação com a tectônica quaternária na região do médio vale do rio Doce, MG. Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 8, Imbé (RS), Boletim de Resumos, 303–304.
- SUGUIO K & KOHLER HC. 1992. Quaternary Barred Lake Systems of the Doce River (Brazil). *An. Acad. Bras. Ciênc.*, 64(2): 183–191.

## NOTAS SOBRE OS AUTORES

**Raphael Siston Hatushika** é geólogo formado na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) desde 2005. Atualmente é mestrando na área de Geologia e Geofísica Marinha, no Departamento de Geologia/LAGEMAR – Universidade Federal Fluminense (UFF). Trabalha na exploração da Petrobras, no setor de Geologia Estrutural e Análise Tectônica (E&P-EXP/GEO/GEAT).

**Cleverson Guizan Silva** formou-se em Geologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) em 1982. Obteve o título de Mestre em Geologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) em 1987, e o título de Ph.D. em Geologia Marinha pela Universidade de Duke, EUA, em 1991. É professor adjunto do Departamento de Geologia/LAGEMAR – Universidade Federal Fluminense (UFF).

**Claudio Limeira Mello** é geólogo formado pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) em 1987, tendo obtido o título de Mestre em Geologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) em 1992 e o título de Doutor em Geologia Sedimentar pela Universidade de São Paulo (USP) em 1997. É professor adjunto do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).