

**Copyright 2004, Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás - IBP**

Este Trabalho Técnico Científico foi preparado para apresentação no 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás, a ser realizado no período de 2 a 5 de outubro de 2005, em Salvador. Este Trabalho Técnico Científico foi selecionado e/ou revisado pela Comissão Científica, para apresentação no Evento. O conteúdo do Trabalho, como apresentado, não foi revisado pelo IBP. Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente refletirá as opiniões do Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás, Sócios e Representantes. É de conhecimento e aprovação do(s) autor(es) que este Trabalho será publicado nos Anais do 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás

## **BIOESTRATIGRAFIA (FORAMINIFERIDA) DO NEOGENO DA PLATAFORMA DE FLORIANÓPOLIS, BACIA DE PELOTAS, BRASIL**

Geise de Santana dos Anjos-Zerfass<sup>1</sup>, Ana Luisa Carreño<sup>2</sup>, João Carlos Coimbra<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-graduação em Geociências, Instituto de Geociências, UFRGS, Cx.P. 15001. Porto Alegre, RS, Brasil. CEP 91501-970, geise.anjos@ufrgs.br, joao.coimbra@ufrgs.br

<sup>2</sup> Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Delegación de Coyoacán, 04510 D. F. México.

**Resumo** – A análise dos foraminíferos planctônicos ao longo das sondagens 1-SCS-2 e 1-SCS-3B, efetuadas pela PETROBRAS na Plataforma de Florianópolis, revelou uma microfauna pobre, porém, bastante diversificada. O material estudado apresentou diferentes formas de preservação, atribuídas a processos eodiagenéticos. Foram identificados 86 táxons, pertencentes a 15 gêneros, cuja distribuição ao longo das sondagens indica idade eomiocênica a eopliocênica para a sucessão sedimentar estudada. O estudo desta assembléia possibilitou o reconhecimento de nove zonas de intervalo, definidas com base nos níveis de extinção das espécies-índice. No poço 1-SCS-2, foram identificadas quatro zonas na seção miocênica (*Catapsydrax dissimilis*, *Catapsydrax stainforthi*, *Globorotalia fohsi robusta* e *Globorotalia mayeri*) e duas subzonas na seção pliocênica (*Globorotalia margaritae evoluta* e *Globigerinoides trilobus fistulosus*). Na seção miocênica do poço 1-SCS-3B foram reconhecidas seis zonas (*Catapsydrax dissimilis*, *Catapsydrax stainforthi*, *Globorotalia fohsi fohsi*, *Globigerinoides ruber*, *Globorotalia mayeri* e *Globorotalia acostaensis/Globorotalia menardii*), e na seção pliocênica, duas subzonas (*Globorotalia margaritae evoluta* e *Globigerinoides trilobus fistulosus*). Foram identificados quatro hiatus importantes situados no limite Mioceno-Oligoceno, no Mioceno inferior, no limite Mioceno inferior-Mioceno médio e aquele que marca o limite Mioceno-Plioceno. Correlações com os zoneamentos prévios evidenciaram que biozoneamento aqui estabelecido implica na redução da seção sedimentar neogênica nas referidas sondagens.

**Palavras-Chave:** bioestratigrafia, foraminíferos, Mioceno, Plioceno, Bacia de Pelotas

**Abstract** – Analysis of the planktonic foraminifera recovered from 1-SCS-2 and 1-SCS-3B drill-holes, Florianópolis Platform, Brazil, revealed a diversified, although poor, microfauna. The tests presented different type of preservation, which were attributed to early diagenetic process. The assemblage is composed of 86 taxa belonging to 15 genera, indicating ages from early Miocene to early Pliocene for this section. These microfauna allowed the recognition of nine interval zones, defined through the extinction level of the index species. In the 1-SCS-2 drill-hole, four zones were recognized in the Miocene section (*Catapsydrax dissimilis*, *Catapsydrax stainforthi*, *Globorotalia fohsi robusta* and *Globorotalia mayeri*) and two subzones in the Pliocene (*Globorotalia margaritae evoluta* and *Globigerinoides trilobus fistulosus*). In the 1-SCS-3B drill-hole, six zones were identified in the Miocene section (in stratigraphic order: *Catapsydrax dissimilis*, *Catapsydrax stainforthi*, *Globorotalia fohsi fohsi*, *Globigerinoides ruber*, *Globorotalia mayeri* and *Globorotalia acostaensis/Globorotalia menardii*) and two subzones in the Pliocene (*Globorotalia margaritae evoluta* and *Globigerinoides trilobus fistulosus*). Four important hiatuses were observed: at Oligocene-Miocene boundary, early Miocene, early Miocene-middle Miocene and Miocene-Pliocene boundary. Correlations with previous zonations in the area evidenced that the biozones here proposed implies in reduction of the neogenic sedimentary section in the studied drill-holes.

**Keywords:** biostratigraphy, foraminifera, Miocene, Pliocene, Pelotas basin

## 1. Introdução

Devido à sua potencialidade petrolífera, a seção cenozóica das bacias marginais brasileiras tem sido intensamente estudada em termos de bioestratigrafia. Entretanto, a Bacia de Pelotas, apesar dos importantes estudos geológicos publicados desde a segunda metade do século passado, ainda apresenta escassez de estudos bioestratigráficos. As principais pesquisas referentes ao tema foram baseadas em microfósseis recuperados dos poços perfurados na porção emersa da bacia pela Petrobrás (Closs, 1967, 1970; Sanguinetti, 1980; Carreño et al., 1997). Na Plataforma de Florianópolis, porção setentrional da Bacia de Pelotas, as pesquisas têm sido escassas e esparsas, com as contribuições até o momento de Koutsoukos (1982) e Gomide (1989), e mais recentemente Anjos e Carreño (2004). Assim, o propósito deste trabalho é apresentar uma contribuição à bioestratigrafia da seção neogênica da Plataforma de Florianópolis, com base na distribuição da assembléia de foraminíferos planctônicos recuperada de duas sondagens perfuradas em *offshore* pela Petrobrás. Pretende-se, também, caracterizar o estado de preservação do material analisado, considerando-se que a utilização de amostras de calha em estudos de cunho bioestratigráfico e paleoecológico requer uma avaliação criteriosa das formas “*in situ*”, o reconhecimento das formas retrabalhadas e de possíveis contaminações inerentes ao processo de aquisição das amostras.

## 2. Contexto Geológico

A Bacia de Pelotas compreende o trecho da margem continental sul-brasileira localizada entre o Alto de Florianópolis e a fronteira com o Uruguai (Figura 1). A continuidade ao sul desta bacia é conhecida como Bacia do Leste e se estende até o alto do embasamento de La Coronilla, em território uruguaio. A bacia tem direção geral NE-SW e ocupa uma área de 210.000 km<sup>2</sup> até a isóbata de 2.000 m.

Gonçalves et al. (1979) individualizaram a porção setentrional da Bacia de Pelotas, denominando-a Plataforma de Florianópolis. Esta teria se desenvolvido sobre uma antiga zona de fraqueza, provavelmente uma ramificação da Zona de Fratura de Rio Grande (Gamboa e Rabinovitz, 1981). As rochas que constituem o preenchimento sedimentar da Bacia de Pelotas e da Plataforma de Florianópolis sobrepõem-se diretamente ao embasamento ou, localmente, a rochas da Bacia do Paraná. O intervalo aqui estudado está inserido no contexto litoestratigráfico das formações Cideira e Imbé. A primeira corresponde a clásticos finos a grossos com idades entre o Turoniano e o Holoceno (Dias et al., 1994) provavelmente associados a ambientes transicionais. A Formação Imbé é constituída por depósitos pelíticos com raras intercalações de areias turbidíticas, depositados em ambiente marinho profundo, com idades entre o Turoniano e o Recente (Dias et al., 1994). A sucessão sedimentar neogênica tem caráter regressivo; tendo sido dividida em cinco seqüências deposicionais limitadas por superfícies erosivas (Koutsoukos, 1982; Fontana, 1996).

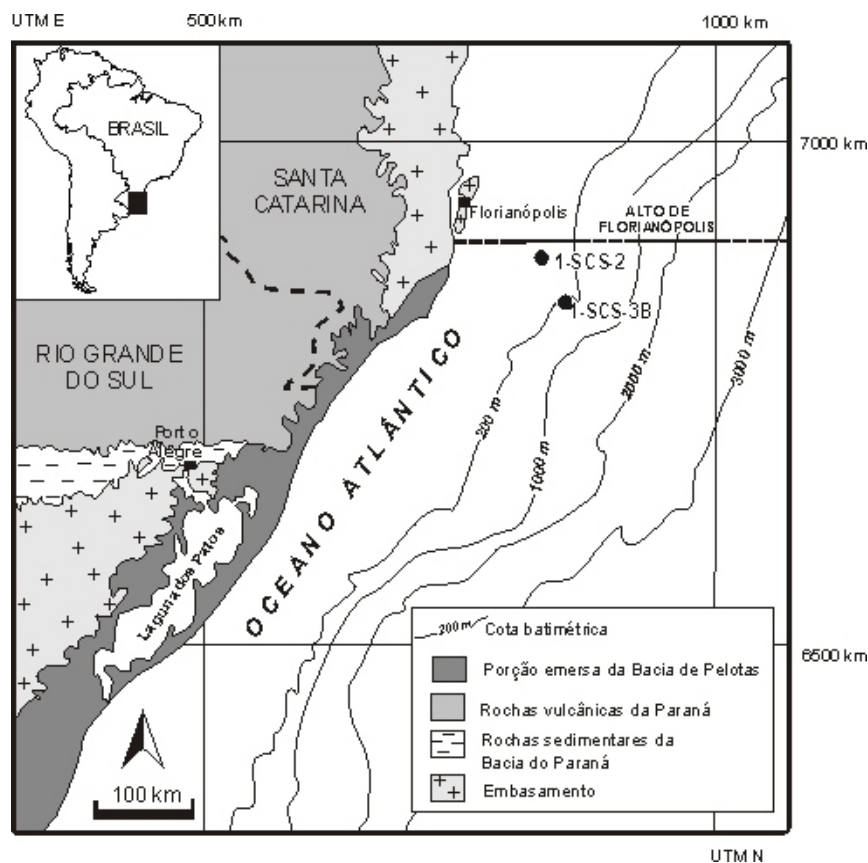


Figura 1. Mapa de localização da Bacia de Pelotas e situação dos poços estudados.

### 3. Material e Métodos

Foram analisadas 71 amostras de calha provenientes dos poços 1-SCS-2 e 1-SCS-3B perfurados na porção *offshore* da Bacia de Pelotas (Figura 1). As amostras foram coletadas sistematicamente a cada 15 m nos intervalos localizados entre 270 m e 1.350 m no poço 1-SCS-2 e de 360 m a 1.320 m no poço 1-SCS-3B.

A preparação das amostras seguiu as técnicas convencionais para a separação de microfósseis de parede calcária, tendo sido processadas 40 g de sedimentos de cada amostra. Foram examinadas as frações retidas nas peneiras de malha 60  $\mu$ m e 80  $\mu$ m para a recuperação da microfauna total de foraminíferos planctônicos.

A classificação taxonômica adotada neste trabalho foi baseada em Loeblich e Tappan (1988) até o nível genérico, enquanto em nível específico e subespecífico seguiu a proposta por Ellis e Messina (1995) e Bolli e Saunders (1985), bem como em literatura complementar. Espécimes representativos de espécies-guia empregadas no reconhecimento das biozonas foram fotografados em MEV JEOL JSM-5800 no Centro de Microscopia Eletrônica da UFRGS. Exemplares apresentando diferentes formas de preservação foram submetidos à análise de espectrometria por dispersão de energia (EDS).

### 4. Resultados e Discussão

#### 4.1. Preservação

Em ambas as sondagens estudadas a seção do Mioceno-Plioceno apresentou um escasso conteúdo microfossilífero, tendo sido identificados, no total, 4.763 espécimes de foraminíferos planctônicos.

Nas amostras entre 285-390 m e 690-930 m de profundidade da sondagem 1-SCS-2, a maioria dos espécimes se encontrava preenchida por pirita ou recoberta por uma crosta oxidada, e recrystalizados no intervalo abaixo de 600 m. Nos intervalos entre 345-360 m, 405-480 m, 525-540 m e 585-600 m de profundidade da referida sondagem não foram encontrados foraminíferos planctônicos. Nestas amostras verificou-se apenas a ocorrência de fragmentos de testas de foraminíferos bentônicos de impossível determinação taxonômica. A partir da profundidade de 945 m intercalam-se intervalos em que a maioria dos exemplares está recoberta por uma película oxidada, ou recrystalizados.

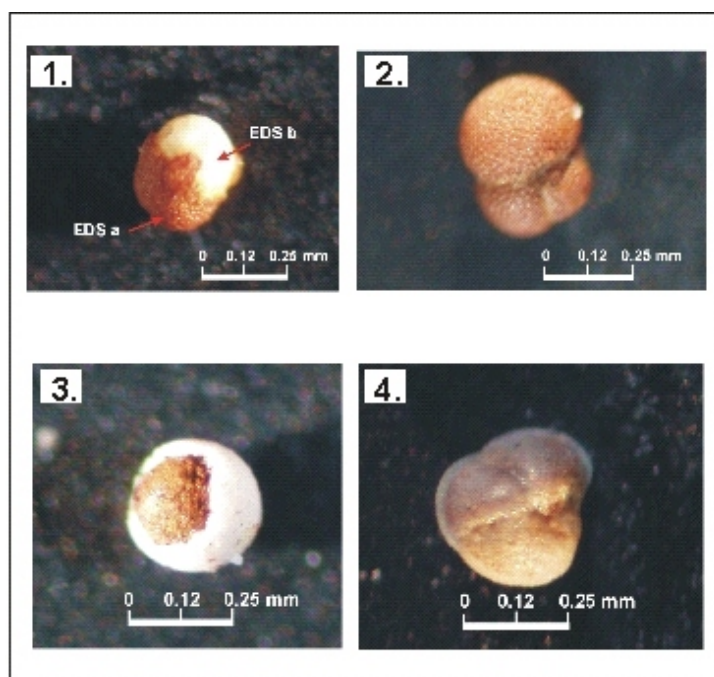


Figura 2. Exemplares representativos recuperados da sondagem 1-SCS-3B, entre 735 e 750 m. 1, 2 – espécimes recobertos por uma crosta de óxido de ferro. No espécime 1 a crosta foi parcialmente removida para a realização de análises de EDS. 3, 4 – espécimes preenchidos por pirita. Notar o excelente estado de preservação das testas.

Na sondagem 1-SCS-3B, do topo para a base, até a profundidade de 615 m as amostras apresentaram um conteúdo microfossilífero escasso, sendo marcante a ocorrência de níveis de testas bem preservadas, porém, recobertas por uma crosta de óxido facilmente removível (Figura 2). Nas amostras abaixo de 870 m de profundidade os espécimes estavam bem preservados, ainda que na sua maioria preenchidos por sedimentos recrystalizados, por vezes apresentando crescimentos de cristais de gipsita (Figura 3).

Em geral, as testas dos grupos preservacionais registrados não apresentaram sinais de transporte, o que representa um forte indício de que estas formas de preservação se devem à atuação de processos eodiagenéticos ocorridos em sedimento inconsolidado e não a redeposição de formas relictas.

Análises de EDS em testas recobertas por um filme oxidado mostraram que a composição das mesmas não foi alterada. Segundo Morad et al. (2000), tendo em vista que mudanças na composição da água intersticial promovem diversas reações diagenéticas, eventos regressivos podem expor áreas da plataforma, promovendo a incursão de águas meteóricas em direção à bacia. A distribuição bioestratigráfica ao longo da sucessão sedimentar, como será mostrada no item a seguir, corrobora a classificação das espécies identificadas como formas “*in situ*”.

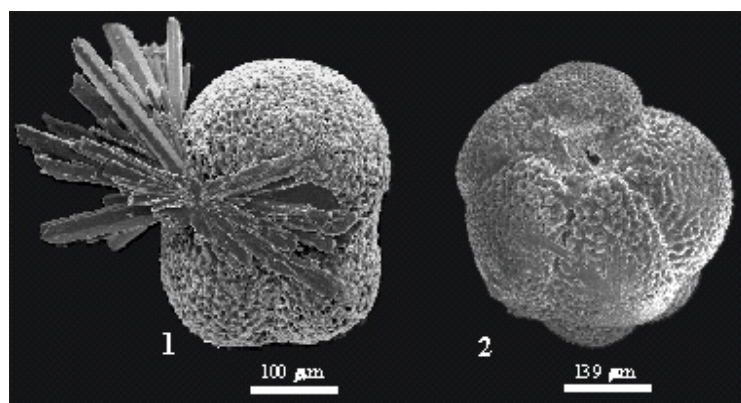


Figura 3. Espécimes bem preservados recuperados da seção miocênica do poço 1-SCS-3B. 1 – exemplar com crescimentos radiais de gipsita, 2 – espécime preenchido por sedimentos recristalizados.

#### 4.2. Bioestratigrafia

Os foraminíferos planctônicos da seção analisada nas sondagens 1-SCS-2 e 1-SCS-3B perfazem 86 táxons entre espécies e subespécies e uma forma, distribuídos em 15 gêneros e cinco famílias. Na sondagem 1-SCS-2 foram identificados 68 táxons entre espécies e subespécies e uma forma, e na sondagem 1-SCS-3B foram reconhecidas 61 espécies e subespécies e uma forma.

Optou-se pela aplicação do esquema bioestratigráfico para baixas latitudes de Bolli e Saunders (1985), sendo as zonas aqui apresentadas do tipo zona de intervalo. Como consequência da utilização de amostras de calha foram tomados bio-horizontes referentes a níveis de desaparecimento de táxons particulares no estabelecimento das zonas.

De acordo com a distribuição das espécies foraminíferos planctônicos, são aqui propostas seis zonas de intervalo para a sondagem 1-SCS-2, as quais, da base para o topo, são: *Catapsydrax dissimilis*, *Catapsydrax stainforthi*, *Globorotalia fohsi robusta*, *Globorotalia mayeri*, *Globorotalia margaritae evoluta* e *Globigerinoides trilobus fistulosus*.

O limite Oligoceno-Mioceno na sondagem 1-SCS-2 foi posicionado a 1.335 m de profundidade tendo este sido associado a um hiato que separa as zonas *Globorotalia kugleri* (neo-Oligoceno) e *Catapsydrax dissimilis* (eomioceno) definido pela ausência da zona *Globigerinoides primordius* (base do Mioceno). O eomioceno está representado apenas pela sua porção inferior, tendo sido reconhecidas somente as zonas *Catapsydrax dissimilis* e *Catapsydrax stainforthi* entre as quais foi caracterizado um hiato na profundidade de 1.095 m. A utilização de amostras de calha impossibilitou o reconhecimento do topo da zona *Catapsydrax dissimilis*, o qual corresponde ao *datum* de primeiro aparecimento de *Globigerinella insueta*, assim o elemento mais superior desta biozona observado no poço corresponde ao *datum* do último aparecimento de *Globigerina ciperoensis angustumilicata*.

Na sondagem supracitada, o limite eomioceno-mesomioceno foi caracterizado como um hiato localizado a 1.005m de profundidade, que separa as zonas *Catapsydrax stainforthi* e *Globorotalia fohsi robusta*, devido a não ocorrência entre estas das zonas *Globigerinella insueta*, *Praeorbulina glomerosa*, *Globorotalia fohsi fohsi* e *Globorotalia fohsi lobata* (*sensu* Bolli e Saunders, 1985). Outro hiato foi observado no mesomioceno, o qual marca o limite entre as zonas *Globorotalia fohsi robusta* e *Globorotalia mayeri* devido a ausência da zona *Globigerinoides ruber*.

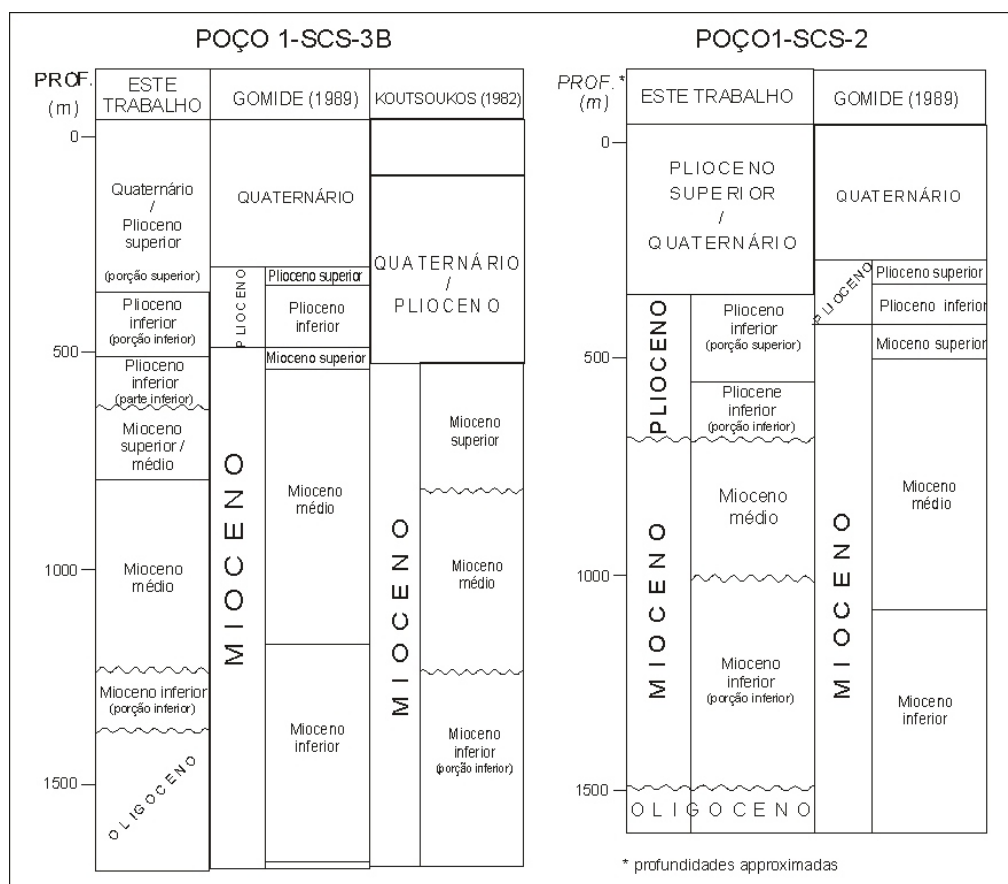
Na proposta bioestratigráfica aqui apresentada para a sondagem 1-SCS-2, não foi identificado o neomioceno, já que não foram encontrados elementos que caracterizem as zonas *Globorotalia menardii*, *Globorotalia acostaensis* e *Globorotalia humerosa* (eomioceno), bem como a base do eoplioceno, representado pela subzona *Globorotalia margaritae margaritae*. O hiato correspondente ocorre na profundidade de 615 m. A seção pliocênica do poço 1-SCS-2 foi representada pelas subzonas *Globorotalia margaritae evoluta* e *Globigerinoides trilobus fistulosus*. No presente trabalho não foi possível a caracterização, no poço 1-SCS-2, de depósitos do neomioceno e do Plioceno superior (*sensu* Berggren et al., 1995), sendo que no intervalo entre 315 m e 270 m de profundidade não foram encontradas formas diagnósticas que permitissem o reconhecimento de quaisquer das zonas bioestratigráficas do esquema de Bolli e Saunders (1985).

O biozoneamento aqui apresentado para Neogeno do poço 1-SCS-3B, consta de oito zonas do esquema de Bolli e Saunders (1985), as quais, designadas em ordem estratigráfica, são: *Catapsydrax dissimilis*, *Catapsydrax stainforthi*, *Globorotalia fohsi fohsi*, *Globigerinoides ruber*, *Globorotalia mayeri*, *Globorotalia acostaensis/Globorotalia menardii*, *Globorotalia margaritae evoluta* e *Globigerinoides trilobus fistulosus*.

Na sondagem 1-SCS-3B o eomioceno está representado apenas pela sua porção inferior. O limite entre o eomioceno e o neo-oligoceno foi aqui reconhecido como um hiato que separa as zonas *Catapsydrax dissimilis* e *Globorotalia opima opima* (*sensu* Bolli e Saunders, 1985), caracterizado pela ausência da zona de *Globigerina*.

*ciperoensis ciperoensis* (*sensu* Bolli e Saunders, 1985). Um hiato separa o eomioceno do mesomioceno, tendo este sido posicionado a 1.230 m de profundidade. Não foi possível separar o mesomioceno e o neomioceno no poço 1-SCS-3B, já que a microfauna não permitiu a individualização das biozonas *Globorotalia acostaensis* e *Globorotalia menardii* que, na presente proposta, constituem uma biozona composta. O limite entre o mesomioceno/neomioceno e o Plioceno, na referida sondagem, foi caracterizado como um hiato, devido à ausência da zona *Globorotalia humerosa* e da base da zona *Globorotalia margaritae*, representada pela subzona *Globorotalia margaritae margaritae* (*sensu* Bolli e Saunders, 1985). O topo do eoplioceno (*sensu* Berggren et al., 1995a,b), está representado pela subzona *Globigerinoides trilobus fistulosus*, que corresponde à base da zona *Globorotalia miocenica* (*sensu* Bolli e Saunders, 1985). O topo da subzona *Globigerinoides trilobus fistulosus* foi posicionado no datum de extinção de *Globorotalia bononiensis*, entretanto, como não havia amostras mais rasas disponíveis, não se pode afirmar a exata profundidade do topo desta zona, já que a profundidade do nível de último aparecimento da referida espécie pode estar mais acima na seção.

A comparação entre a cronoestratigrafia proposta neste trabalho e aquelas estabelecidas por Koutsoukos (1982) e Gomide (1989) para o poço 1-SCS-3B e Gomide (1989) para o poço 1-SCS-2, evidencia que o biozoneamento aqui apresentado implica em redução da seção sedimentar do Neogeno nas referidas sondagens (Figura 4). A figura 5, mostra a correlação bioestratigráfica entre os dois poços aqui analisados.



## 5. Considerações Finais

A análise da distribuição das espécies de foraminíferos planctônicos ao longo das sondagens 1-SCS-2 e 1-SCS-3B revelou uma microfauna pobre, porém, bastante diversificada, que possibilitou o posicionamento do Neogeno nos referidos poços entre 270-1.335 m e 1.320-360 m de profundidade, respectivamente.

A assembléia estudada apresentou testas em diferentes estados de preservação, os quais foram atribuídos a processos eodiagenéticos atuantes sobre as formas *in situ*. Foram identificados 86 táxons, distribuídos em 15 gêneros e cinco famílias, tendo sido reconhecidas 68 espécies e subespécies e uma forma na sondagem 1-SCS-2, e 61 espécies e subespécies e uma forma na sondagem 1-SCS-3B.

Com base no emprego dos critérios para o reconhecimento das diferentes biozonas que constituem o esquema padrão estabelecido para mares tropicais de Bolli e Saunders (1985), foram identificadas sete zonas e duas subzonas. Como consequência do biozoneamento foram caracterizados quatro hiatos situados no limite Mioceno-Oligoceno, eomioceno, limite eomioceno-mesomioceno e aquele que marca o limite Mioceno-Plioceno.

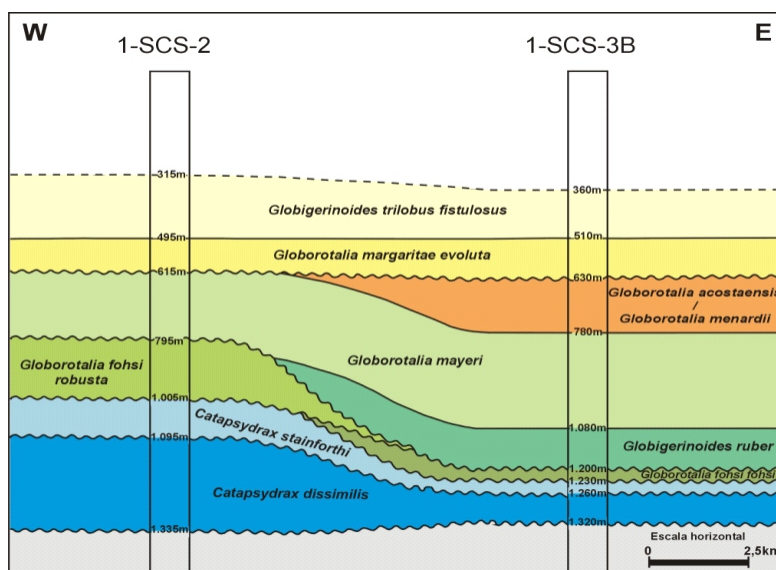


Figura 5. Correlação das biozonas reconhecidas nos poços 1-SCS-2 e 1-SCS-3B. Em cinza está representado o Oligoceno.

## 6. Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Federal do Rio Grande do Sul pelo suporte do Programa de Pós-Graduação em Geociências e do Centro de Microscopia Eletrônica. Aos professores P.A. Souza e L.F. De Ros (UFRGS) pelas construtivas discussões. G.S. Anjos-Zerfass agradece à Agência Nacional do Petróleo (ANP) pela concessão da bolsa de estudos.

## 7. Referências

- ANJOS, G. S., CARREÑO, A. L. Bioestratigrafia (Foraminifera) da sondagem 1-SCS-3B, Plataforma de Florianópolis, Bacia de Pelotas, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, v. 7, n. 2, p. 127-138, 2004.
- BERGGREN, W. A., HILGEN, F. J., LANGEREIS, C. G., KENT, D. V., OBRA DODICH, J. D., RAFFI, I., RAYMO, M. E., SHACKLETON, N. J. Late Neogene chronology: new perspectives in high-resolution stratigraphy. *Geological Society of America Bulletin*, v. 107, p. 1272-1287, 1995.
- BLOW, H. W. Late Middle Eocene to recent Planktonic Foraminiferal Biostratigraphy. In: Brönnimann, P. & Renz, H.H. (eds.). *1<sup>st</sup> International Conference on Planktonic Microfossils*, 1967. Proceedings, Geneva, v. 1, p. 199-422, 1969.
- BOLLI, H.M., Saunders, J.B. 1985. Oligocene to Holocene low latitude planktic foraminifera. In: Bolli, H.M.; Saunders, J.B. & Perch-Nielsen, K. 1985. *Plankton Stratigraphy*. Cambridge University Press. p. 155-262.
- CARREÑO, A. L., COIMBRA, J. C., CARMO, D. A. Biostratigraphy of the Late Neogene and Quaternary ostracodes in the Pelotas Basin, Southern Brazil. *Gaia*, v. 14, p. 33-43, 1997.
- CLOSS, D. Miocene planktonic foraminifera from southern Brazil. *Micropaleontology*, v. 13, n. 3, p. 337-344, 1967.
- CLOSS, D. Estratigrafia da Bacia de Pelotas, Rio Grande do Sul. *Iheringia* (Série Geologia), v. 3, p. 3-37, 1970.
- DIAS, J. L., S. A. D., A. R. E., FONTANA, R. L.; FEIJÓ, F. J. Bacia de Pelotas. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, v. 8, n. 1, p. 235-245, 1994.
- ELLIS, B. F., MESSINA, A. R. *Catalogue of Foraminifera*. Micropaleontology Press, American Museum of Natural History. 4 CD ROM's + suplementos, 1995.
- FONTANA, R. L. *Geotectônica e sismoestratigrafia da Bacia de Pelotas e Plataforma de Florianópolis*. Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Tese de Doutorado, 214 p., 1996.
- GAMBOA, L. A. P., RABINOWITZ, P. D. 1981. The Rio Grande fracture zone in the western South Atlantic and its tectonic implications. *Earth and Planetary Sciences Letters*, 52:410-418.
- GOMIDE, J. Bacia de Pelotas - Biocronoestratigrafia baseada em nanofósseis calcários. In: *11º Congresso Brasileiro de Paleontologia*, 1989. Anais, Curitiba, p. 338-351, 1989.
- GONÇALVES, A.; Oliveira, M. A. M.; Mota, S. O. M. Geologia da Bacia de Pelotas e da Plataforma de Florianópolis. *Boletim Técnico da PETROBRAS*, v. 22, n. 3, p. 155-226, 1979.
- KOUTSOUKOS, E. A. M. 1982. Geohistória e paleoecologia das bacias marginais de Florianópolis e Santos. In: *Congresso Brasileiro de Geologia*, 32, 1982. Anais, Salvador, SBG, v. 5, p. 2369-2382.
- LOEBLICH, A. R., TAPPAN, H. *Foraminiferal genera and their classification*. New York, Van Nostrand Reinhold Company, 1988.
- MORAD, S., KETZER, J. M., DE ROS, L. F. Spatial and temporal distribution of diagenetic alterations in siliciclastic rocks: implications for mass transfer in sedimentary basins. *Sedimentology*, v. 47, p. 95-120, 2000.
- SANGUINETTI, Y. T. Bioestratigrafia (ostracodes) do Mioceno da Bacia de Pelotas, Rio Grande do Sul. *Pesquisas*, v. 13, p. 7-34, 1980.