Pesquisas em Geociências

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias>

Palinomorfos do Campaniano (Cretáceo Superior) da Bacia de Pelotas, Rio Grande do Sul: implicações bioestratigráficas e paleoambientais

Eduardo Premaor, Paulo Alves de Souza, Mitsuru Arai, Javier Helenes

Pesquisas em Geociências, 37 (1): 63-79, set./dez., 2010.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/17723>

Publicado por

Instituto de Geociências

Portal de Periódicos
UFRGS

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Informações Adicionais

Email: pesquisas@ufrgs.br

Políticas: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/editorialPolicies#openAccessPolicy>

Submissão: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#onlineSubmissions>

Diretrizes: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#authorGuidelines>

Data de publicação - set./dez., 2010.

Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

Palinomorfos do Campaniano (Cretáceo Superior) da Bacia de Pelotas, Rio Grande do Sul: implicações bioestratigráficas e paleoambientais

Eduardo PREMAOR¹, Paulo Alves de SOUZA¹, Mitsuru ARAI² & Javier HELENES³

1. Laboratório de Palinologia Marleni Marques Toigo. Departamento de Paleontologia e Estratigrafia, UFRGS. Programa de Pós-graduação em Geociências. Av. Bento Gonçalves, 9500, CEP: 91.540-000, Porto Alegre, RS, Brasil.

E-mail: eduardopremaor@yahoo.com.br; paulo.alves.souza@ufrgs.br.

2. PETROBRAS/CENPES/PDEXP/BPA). Av. Horácio Macedo, 950, Ilha do Fundão, 21941-915, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

E-mail: arai@petrobras.com.br.

3. Departamento de Geología, CICESE. Carretera Ensenada-Tijuana No. 3918, Fracc. Zona Playitas, Ensenada, Baja California 22860, México. E-mail: jhelenes@cicese.mx.

Recebido em 05/2010. Aceito para publicação em 10/2010.

Versão online publicada em 11/11/2010 (www.pesquisasemgeociencias.ufrgs.br)

Resumo - Este trabalho apresenta os resultados da análise palinológica realizada em testemunhos de sondagem do poço BP-01 perfurado pela PETROBRAS na porção *offshore* da Bacia de Pelotas. Sete amostras entre 4.480 e 4.487 m de profundidade foram processadas, as quais revelaram uma associação palinológica bem preservada e diversificada. Os esporos, embora pouco diversificados, constituem o grupo de palinomorfos mais abundante, com destaque ao gênero *Cicatricosisporites*. Por outro lado, dinocistos, embora menos abundantes, apresentam maior diversidade, sendo representados por 34 táxons, incluindo o registro de 9 espécies inéditas para as bacias costeiras brasileiras. Palinoforaminíferos, ovos de copépodes, fungos e espécies de algas prasinofíceas são relativamente escassos. Em termos de idade, a análise da amplitude estratigráfica e dos níveis de extinção dos dinocistos registrados permitiu o posicionamento da seção no Campaniano (Cretáceo Superior). Os conjuntos palinológicos são indicativos de condições plataformais, em águas relativamente calmas. Contudo, a quantidade significativa de esporos, muitos dos quais em forma de tétrades, indica certa proximidade do continente. Além disso, é confirmado o padrão de ampla circulação oceânica instalado já no Campaniano na bacia, ligando águas setentrionais e austrais do Atlântico Sul, com base no registro de dinocistos com comportamento biogeográfico mais cosmopolita.

Palavras-chave: Bacia de Pelotas, Cretáceo, Campaniano, palinologia, dinocistos.

Abstract - CAMPANIAN PALYNOMORPHS (UPPER CRETACEOUS) FROM THE PELOTAS BASIN, RIO GRANDE DO SUL: BIOSTRATIGRAPHIC AND PALEOENVIRONMENTAL IMPLICATIONS. This paper presents results of the palynological analyses carried out on core samples from the BP-01 well, drilled by PETROBRAS, offshore portion of the Pelotas Basin. They include seven samples from 4,480 to 4,487 m depth, with well preserved and varied palynological assemblages. Although not diversified, spores are the most abundant palynomorphs, dominated by species of *Cicatricosisporites*. On the other hand, cysts of dinoflagellates are less abundant but constitute the most diversified group, with 34 taxa, including 9 species previously unknown in the Brazilian marginal basins. Scarce palynoforaminifers, fungi, copepod eggs and prasinophycean acritarchs were also recorded. Dinocysts allow to assign this section to the Campanian (Upper Cretaceous). The palynological assemblages suggest a neritic environment, with relatively calm waters. A significant amount of spores, including several tetrads, indicates proximity to the continent. Furthermore, the biogeographic characteristics of certain cosmopolitan species of dinocysts confirm the interpretation of an open oceanic circulation pattern in the basin, linking waters from the northern and southern parts of the South Atlantic.

Keywords: Pelotas Basin, Cretaceous, Campanian, palynology, dinocysts.

1. Introdução

A micropaleontologia constitui um dos alicerces da pesquisa exploratória das principais bacias petrolíferas do país. Aliada a outras ferramentas, tais como a estratigrafia de seqüências, oferece dados essenciais para o entendimento da história geológica e detalhamento do arcabouço estratigráfico das bacias, promovendo datações relativas, correlações, identificação de hiatos deposicionais e a caracterização dos ambientes deposicionais (Antunes & Melo, 2001).

Para a seção marinha cretácea da Bacia de Pelotas, os dados bioestratigráficos publicados são restritos a foraminíferos (Koutsoukos, 1982) e nanofósseis calcários (Gomide, 1989), conforme sintetizado em Anjos-Zerfass *et al.* (2008). Embora esses grupos de microfósseis calcários ofereçam alta resolução bioestratigráfica, palinórfos parecem ser mais precisos nas datações relativas em determinados intervalos, especialmente dinoflagelados nas seções do Cretáceo Superior (Arai & Lana, 2004). Contudo, os dados palinológicos da Bacia de Pelotas são relativamente escassos, ensejando o desenvolvimento de novas contribuições, com potencial demonstrado em trabalhos mais recentes.

Para as seções cretáceas e cenozóicas da bacia, foi iniciado um amplo projeto que visa ao estudo da sucessão palinológica de materiais inéditos, com a geração de diversos trabalhos preliminares. Este trabalho objetiva apresentar conjuntos

palinológicos inéditos recuperados de amostras de um intervalo estratigráfico do poço BP-01, localizado na porção *offshore* da bacia, na plataforma continental do mar territorial brasileiro ao largo do estado do Rio Grande do Sul. Os palinórfos identificados são fotodocumentados e permitem a análise do significado bioestratigráfico e paleoambiental, bem como comparações com outros arcabouços bioestratigráficos propostos para a seção na bacia.

2. Contexto Estratigráfico e Paleontológico

2.1. Estratigrafia

A Bacia de Pelotas situa-se no extremo sul da margem continental brasileira, entre os paralelos 28°S e 34°S (Fig. 1A), limitando-se ao norte com a Bacia de Santos, pelo Alto de Florianópolis, e ao sul com o Alto de Polônio, situado na plataforma continental uruguaia, onde passa a receber o nome de Cuenca del Este. Distribui-se por 210.000 km², alcançando a área até a lâmina d'água de 2.000 m, com cerca de 40.000 km² de área emersa. Na porção mais proximal, a bacia assenta-se sobre crosta continental e rochas basálticas extrudidas no início da fase rifte e, na sua porção mais distal, sobre o assoalho oceânico. No primeiro caso, o embasamento é referente ao Escudo Sul-rio-grandense e Uruguaio ou, localmente, rochas palaeozóicas e mesozóicas da Bacia do Paraná (Fontana, 1990; Villwock & Tomazelli, 1995).

Figura 1. (A) Mapa de localização da seção do poço estudado. (B) Perfil litológico simplificado de trecho do poço BP-01, com indicação das profundidades referentes a cada amostra estudada.

A origem e a evolução da bacia são semelhantes às das bacias do Sudeste (Santos e Campos), tendo início com o rifteamento do Gondwana. No entanto, difere destas por não apresentar uma fase evaporítica, com exceção da região norte da bacia onde foram registrados localmente depósitos evaporíticos (Pereira & Feijó, 1994). O conhecimento geológico da Bacia de Pelotas advém essencialmente de informações de poços perfurados pela PETROBRAS. O preenchimento da bacia teve início a partir do Eocretáceo, em decorrência dos movimentos tectônicos que culminaram com a abertura do Oceano Atlântico. Diversos trabalhos estratigráficos foram realizados no intervalo pré-quadernário da bacia, na tentativa de interpretar as relações entre as unidades, seja baseados em critérios puramente litoestratigráficos (e.g., Dias *et al.*, 1994), na estratigrafia de sequência (Gonçalves *et al.*, 1979) ou na sismoestratigrafia (Fontana, 1996).

A contribuição mais recente foi realizada por Bueno *et al.* (2007), que dividiram o pacote sedimentar em supersequências relacionadas aos seus estágios genéticos. De acordo com esses autores, os depósitos iniciais pertencem à Supersequência Rife (Cretáceo Inferior), subdividida em dois estágios: Rife I, representado pelos basaltos da Formação Imbituba, e Rife II, constituída pelas fácies siliciclásticas da Formação Cassino. A Supersequência Pós-Rife, posicionada no Cretáceo Inferior, equivale à suíte vulcânica da Formação Curumim. A Supersequência Drifte engloba três fases. A fase inicial é representada por depósitos albianos de plataforma rasa a intermediária (carbonatos e siliciclásticos da Formação Porto Belo e evaporitos mais localizados da Formação Ariri). A fase intermediária é representada por depósitos transgressivos que se estendem do Albiano ao Oligoceno, compreendendo os termos pelíticos da Formação Atlântida, que gradam para margas e siltitos, interdigitando-se com os arenitos da Formação Tramandaí. A fase final é representada por uma cunha clástica regressiva do Neógeno, compreendendo fácies das formações Cidreira e Imbé.

2.2. Paleontologia

A Bacia de Pelotas comporta uma ampla variedade de fósseis. Macrofósseis de vertebrados e icnofósseis são registrados em várias localidades da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, na porção quadernária da Bacia de Pelotas (e.g.,

Buchmann 1994, 2003). Contudo, os trabalhos envolvendo microfósseis são mais numerosos (vide síntese em Anjos-Zerfass *et al.*, 2008; Anjos-Zerfass, 2009), principalmente para os depósitos do intervalo entre o Mioceno e o Quadernário, incluindo estudos com foraminíferos (Closs, 1967; Koutsoukos, 1982; Anjos, 2004), ostracodes (e.g., Sanguinetti, 1980; Carreño *et al.*, 1997), nanofósseis calcários (Gonçalves & Dehnhardt, 1999) e braquiópodes (Simões *et al.*, 2008). Trabalhos com palinóforos são amplamente conhecidos para o Quadernário, entretanto, são restritos aos depósitos mais superficiais da Planície Costeira do Rio Grande do Sul (e.g., Neves & Lorscheitter, 1995; Lorscheitter & Dillenburg, 1998; Marques-Toigo *et al.*, 2002; Meyer, 2004), em sua maioria enfocando mudanças climáticas e ambientais. Estudos envolvendo diatomáceas são mais escassos (e.g., Callegaro & Lobo, 1990; Hermany, 2009).

O zoneamento bioestratigráfico mais completo para a bacia foi proposto por Gomide (1989), baseado na distribuição vertical de nanofósseis calcários recuperados em sete sondagens na porção *onshore* da bacia, e cinco na porção *offshore*. Um total de 29 biozonas foi identificado, envolvendo depósitos do Cretáceo ao Pleistoceno. Embora de caráter informal, é sem dúvida o esquema bioestratigráfico de maior operacionalidade, apresentando semelhança com o zoneamento de nanofósseis calcários da margem costeira brasileira.

Em termos de microfósseis de parede orgânica (palinologia), os estudos envolvendo depósitos pré-quadernários são relativamente mais escassos. A contribuição de Daemon *et al.* (1967, *apud* Anjos, 2004) é inédita e indisponível para consulta. Um total de 16 zonas bioestratigráficas foi estabelecido para as bacias de Pelotas, Santos, Campos e Espírito Santo por Arai & Botelho Neto (1996), com base na distribuição de dinoflagelados. Embora constitua uma apresentação dos dados acumulados pelos autores na aplicação dos dinoflagelados como fósseis-índices nas bacias marginais brasileira, trata-se de um zoneamento informal, tendo em vista a ausência de descrições das unidades.

Cistos de dinoflagelados cretáceos são potencialmente úteis também do ponto de vista paleogeográfico. Segundo Arai *et al.* (2000), as bacias da margem costeira brasileira das regiões sul e sudeste, incluindo a Bacia de Pelotas, apresentam assembléias de dinoflagelados distintas daquelas da margem das regiões nordeste e norte.

As bacias mais meridionais teriam afinidades austrais, sendo comparáveis à Província do Atlântico Tropical/Subtropical, diferentemente das mais setentrionais, de afinidade equatorial/atlântica, mais comparáveis com a Província Tetiana.

Um amplo estudo de cunho paleogeográfico com base em cistos de dinoflagelados foi realizado por Arai (2007), restrito ao Cretáceo das bacias marginais brasileiras. O trabalho enfatiza a importância desses organismos na formulação de modelos paleobiogeográficos e paleoceanográficos como parâmetros para a interpretação do Atlântico Sul primitivo. Para o autor, durante o Aptiano, o Atlântico Sul Meridional (margem sul do Brasil referente à Bacia de Pelotas), e o Atlântico Sul Setentrional (margens leste e sudeste do Brasil) não tinham conexão, estando separados pela barreira formada pelo Alto de Florianópolis e Dorsal de São Paulo. Associações de dinocistos austrais foram reconhecidas na Bacia de Pelotas enquanto a influência tetiana foi refletida nas demais bacias marginais brasileiras. Nessa idade, a bacia apresentava características de mar aberto, atestado pela alta diversidade destes elementos microplanctônicos. No final do Albiano, iniciou-se a mistura das águas austrais vindas do sul com aquelas tetianas, do Atlântico Central. Somente a partir do início do Senoniano o padrão de circulação oceânica deve ter adquirido uma feição similar à observada atualmente (Arai, 2007).

Mais recentemente, diversas contribuições palinológicas advindas de poços *onshore* e *offshore* da Bacia de Pelotas foram apresentadas, ainda que de forma preliminar. Da porção emersa, o poço 2-TG-96-RS (Capão da Canoa, RS) foi objeto de estudo de Kley (2007), que recuperou palinomorfos de origem continental e marinha de um intervalo posicionado no Mioceno, interpretando variações do nível do mar com base nas frequências relativas. Silva (2008) e Silva *et al.* (2008) estudaram as variações do nível relativo do mar registradas em um poço perfurado em Curral Alto, sul do estado, empregando a palinologia e as técnicas de palinofácies no intervalo Neógeno/Quaternário.

Da porção *offshore*, dados palinológicos são restritos a poucos poços profundos. Uma seção do poço 2-BPS-6A foi objeto de estudo de Arai *et al.* (2006), que registram assembleias palinológicas aptianas, com considerações paleoambientais. Fischer (2008) e Fischer *et al.* (2007, 2008a, 2008b, 2009), apresentaram contribuições bioes-

tratigráficas e interpretações paleoambientais com base nas associações de cistos de dinoflagelados e nas quantificações da matéria orgânica em um intervalo posicionado entre o Paleoceno superior e o Eoceno inferior. Associações palinológicas inéditas também foram apresentadas por Premao & Arai (2009), com base na análise de 38 amostras de calha datadas entre o Albiano e o Campaniano. A maioria destes trabalhos é recente e representa contribuições inéditas, refletindo o potencial da palinologia como ferramenta bioestratigráfica e paleoambiental na Bacia de Pelotas.

O estudo aqui apresentado é relativo ao intervalo estratigráfico entre 4.480,35 a 4.487,70 m do poço BP-01, destinando-se a aprimorar os dados previamente apresentados por Premao (2008) e Premao *et al.* (2007, 2008). Dessa forma, contribui dando continuidade ao reconhecimento das associações palinológicas da bacia, com relevância do ponto de vista bioestratigráfico e paleoambiental, e oferecendo novos subsídios para o entendimento de sua evolução geológica.

3. Materiais e Métodos

As amostras são provenientes de testemunhos de sondagem do poço BP-01 perfurado pela PETROBRAS na porção *offshore* da Bacia de Pelotas, no intervalo entre 4.480,35 e 4.487,70 m. Um total de sete amostras foi selecionado em um trecho com predomínio de folhelhos escuros e siltitos cinza (Fig. 1B). As amostras foram submetidas ao tratamento palinológico padrão para recuperação de palinomorfos no Laboratório de Palinologia Marleni Marques Toigo, Departamento de Paleontologia e Estratigrafia do Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. O tratamento consiste na eliminação da fração inorgânica e concentração da matéria orgânica particulada, por maceração com ácidos e peneiramento subsequente, conforme descrito em Wood *et al.* (1996). O resíduo final permitiu a confecção de 90 lâminas que se encontram depositadas na Palinoteca do citado Departamento, sob codificação MP-P: 5821 a 5910.

A análise palinológica foi efetuada com a utilização de microscópio óptico binocular Olympus BX61, em aumentos de 200 a 2000 vezes. Todos os espécimes estudados foram registrados com a utilização das coordenadas *England Finder*, incluindo aqueles selecionados para documenta-

ção fotomicrográfica, com o emprego de uma câmera digital (Olympus DP71). As identificações taxonômicas foram realizadas com base na descrição e comparação com materiais disponíveis na literatura afim, principalmente do exterior, uma vez que trabalhos publicados nacionais são mais escassos e carentes de descrições e ilustrações.

Para a quantificação, em cada nível amostrado todas as partículas relativas a palinomorfos, matéria orgânica amorfa e fitoclastos foram contadas até chegar-se ao total de 300 palinomorfos. A subdivisão adotada nesse trabalho para os grupos que constituem a matéria orgânica particulada inclui palinomorfos (esporomorfos: esporos e grãos de pólen; dinocistos; algas clorofíceas:

Botryococcus e *Pediastrum*; palinoforaminíferos; ovos de copépodes; peças maxilomandibulares de anelídeos: escolecodontes; fungos), fitoclastos (opacos e não opacos) e matéria orgânica amorfa.

4. Resultados

Palinomorfos foram recuperados nas sete amostras, totalizando 15 táxons de esporomorfos (11 de esporos, 4 de grãos de pólen), algas (34 de Dinophyceae, 1 de Prasinophyceae), além de palinoforaminíferos, ovos de copépodes, fungos indeterminados e peças maxilomandibulares de anelídeos (escolecodontes) (Tab. 1).

Tabela 1. Lista dos táxons identificados (* primeira citação para as bacias marginais costeiras brasileiras).

Palinomorfos	Figura
Esporos ("pteridófitas")	
<i>Cicatricosisporites</i> cf. <i>C. australiensis</i> (Cookson) Potonié 1956	3-D
<i>Cicatricosisporites</i> cf. <i>C. pseudotripartitus</i> (Bolkhovitina) Dettmann 1963	3-C
<i>Cicatricosisporites</i> sp.	
* <i>Foraminisporis asymmetricus</i> (Cookson & Dettmann) Dettmann 1963	3-F
* <i>Interulobites intraverrucatus</i> (Brenner) Panden Phillips & Felix 1972	3-A
<i>Lycopodiumsporites</i> sp.	3-B
<i>Plicatella</i> sp.	3-E
* <i>Taurocusporites segmentatus</i> Stover 1962	3-G
<i>Triporoletes</i> aff. <i>T. blanensis</i> (Pactov) Srivastava 1977	3-J
* <i>Triporoletes cenomanianus</i> (Agasie) Srivastava 1977	3-H
<i>Triporoletes reticulatus</i> (Pocock 1962) Playford 1971	3-I
Grãos de pólen (gymnospermas)	
<i>Equisetosporites albertensis</i> (Singh) Lima 1980	3-M
* <i>Gammerroites psilasaccus</i> (Archangelsky & Romero) Archangelsky 1988	3 K-L
<i>Gnetaceapollenites jansonii</i> (Pocock) Lima 1980	3-N
Grãos de pólen (angiospermas)	
<i>Proteacidites</i> sp.	3-O
Cistos de dinoflagelados	
<i>Achomosphaera</i> spp.	
<i>Alterbidinium</i> sp.	4-R
<i>Andalusiella</i> sp.	4-S
<i>Apteodinium</i> sp.	3-T
<i>Cerodinium</i> aff. <i>C. albertii</i> (Corradini) Lentin & Williams 1987	4-T
* <i>Cerodinium</i> aff. <i>C. pannuceum</i> (Stanley) Lentin & Williams 1987	5-A
* <i>Chatangiella? biapertura</i> Lentin & Williams 1976	5 B-C
<i>Chatangiella spectabilis</i> (Alberti) Lentin & Williams 1976	5 D-E
<i>Circulodinium</i> cf. <i>C. brevispinosum</i> (Pocock) Jansonius 1986	4 E-F
<i>Cordosphaeridium</i> sp.	
<i>Dinogymnium acuminatum</i> Evitt, Clarke & Verdier 1967	3-P
<i>Dinogymnium heterocostatum</i> (Deflandre) Evitt, Clarke & Verdier 1967	3-Q
<i>Exochosphaeridium</i> sp.	4-P
<i>Florentinia</i> aff. <i>F. cooksoniae</i> (Singh) Durbury 1980	3-R
<i>Heterosphaeridium heteracanthum</i> (Deflandre & Cookson) Eisenack & Kjellström 1971	4-Q
<i>Hystrichodinium pulchrum</i> Deflandre 1935	4-B
<i>Hystrichosphaeridium</i> sp.	4-O
<i>Impagidinium</i> sp.	3-S
<i>Isabelidinium cretaceum</i> (Cookson) Lentin & Williams 1977	5-F
<i>Isabelidinium</i> cf. <i>I. korojonense</i> (Cookson & Eisenack) Lentin & Williams 1977	5 G-H
<i>Isabelidinium pellucidum</i> (Deflandre & Cookson) Lentin & Williams 1977	5 I-J
* <i>Odontochitina indigena</i> Marshall 1988	4 J-K
<i>Odontochitina porifera</i> Cookson 1956	4 G-H
<i>Odontochitina</i> aff. <i>O. rhakodes</i> Bint 1986	4-I
* <i>Odontochitina spinosa</i> Wilson 1984	4-L
<i>Palaeocystodinium lidiae</i> (Gérka) Davey 1969	5 K-L
<i>Paleocystodinium</i> spp.	
<i>Phelodinium tricuspe</i> (O. Wetzel) Stover & Evitt 1978	5-M
<i>Phelodinium</i> sp.	5 N-O
<i>Pterodinium</i> sp.	3-T
<i>Spiniferites</i> sp.	4-A
<i>Trichodinium castanea</i> (Deflandre) Clarke & Verdier 1967	4 C-D
<i>Xenascus ceratioides</i> (Deflandre) Lentin & Williams 1973	4-N
<i>Xenascus</i> cf. <i>X. gochitii</i> (Corradini) Stover & Evitt 1978	4-M
Algas prasinofíceas	
<i>Pterospermella</i> sp.	5-Q
<i>Schizosporis</i> cf. <i>S. reticulatus</i> Cookson & Dettmann 1959 emend. Pierce 1976	5-P
Outros palinomorfos	
Palinoforaminíferos indeterminados	5-S
Ovo de Copépode	5-R
Peças maxilomandibulares de anelídeos (escolecodontes)	5-T
Fungos indeterminados	

Os conjuntos palinológicos são relativamente numerosos e têm grau de preservação variável. Dentre os esporomorfos, os esporos são os elementos mais abundantes, com destaque para o gênero *Cicatricosisporites*, predominante em todos os

níveis. A distribuição estratigráfica dos táxons reconhecidos é apresentada na tabela 2, enquanto o resultado da quantificação dos palinomorfos, fitoclastos e matéria orgânica amorfa é ilustrado na figura 2.

Tabela 2. Distribuição estratigráfica dos palinomorfos com indicação da abundância relativa (x- raro, xx- freqüente, xxx- abundante).

Táxons	Profundidade (m)	4.487,70	4.487,10	4.485,60	4.484,60	4.483,10	4.482,60	4.480,35
<i>Cicatricosisporites</i> cf. <i>C. australiensis</i>		xx						
<i>Cicatricosisporites</i> cf. <i>C. pseudotripartitus</i>				xx	x			x
<i>Cicatricosisporites</i> spp.		x	xxx	xx	xx	xx	xx	xx
<i>Foraminisporis asymmetricus</i>				x				
<i>Interulobites intraverrucatus</i>			x			x		
<i>Lycopodiumsporites</i> sp.								x
<i>Plicatella</i> sp.				x				x
<i>Taurocusporites segmentatus</i>								x
<i>Triporoletes</i> aff. <i>T. blanensis</i>							x	
<i>Triporoletes cenomanianus</i>								x
<i>Triporoletes reticulatus</i>					x			x
<i>Equisetosporites albertensis</i>							x	
<i>Gameroites psilasaccus</i>				x	x	x	x	x
<i>Gnetaceapollenites jansonii</i>								x
<i>Proteacidites</i> sp.					x			
<i>Achomosphaera</i> spp.		x					x	
<i>Alterbidinium</i> sp.							x	
<i>Andalusiella</i> sp.				x				
<i>Apteodinium</i> sp.					x			
<i>Cerodinium</i> aff. <i>C. albertii</i>								x
<i>Cerodinium</i> aff. <i>C. pannucea</i>			x					
<i>Chatangiella?</i> <i>biapertura</i>		xx	x		x		xx	
<i>Chatangiella spectabilis</i>							xx	
<i>Circulodinium</i> cf. <i>C. brevispinosum</i>				x			x	
<i>Cordosphaeridium</i> sp.		x						
<i>Dinogymnium acuminatum</i>				x				
<i>Dinogymnium heterocostatum</i>			x					
<i>Exochosphaeridium</i> spp.				x	x	x	x	x
<i>Florentinia</i> aff. <i>F. cooksoniae</i>							x	
<i>Heterosphaeridium heteracanthum</i>					x			
<i>Hystrichodinium pulchrum</i>				x			x	
<i>Hystrichosphaeridium</i> spp.		x			x	x	x	
<i>Impagidinium</i> sp.			x					
<i>Isabelidinium cretaceum</i>							x	x
<i>Isabelidinium</i> cf. <i>I. koronense</i>				x			xx	x
<i>Isabelidinium pellucidum</i>		x				x		x
<i>Odontochitina indigena</i>						x		
<i>Odontochitina porifera</i>			x					
<i>Odontochitina</i> aff. <i>O. rhakodes</i>						x		
<i>Odontochitina spinosa</i>		x			x	xx	x	
<i>Palaeocystodinium lidiae</i>								x
<i>Paleocystodinium</i> spp.				x			x	x
<i>Phelodinium tricuspe</i>			x					
<i>Phelodinium</i> spp.			x		x		x	
<i>Pterodinium</i> spp.		x	x			x		
<i>Spiniferites</i> spp.				x	x		x	
<i>Trichodinium castanea</i>		x	xx	xx	x		x	
<i>Xenascus ceratioides</i>				x				
<i>Xenascus</i> cf. <i>X. gochtii</i>		x						
Palinoforaminíferos			x		x		x	x
Ovos de Copépode		x			x	x		
Escolecodontes						x		x
Fungos indeterminados		x	x			x		x
<i>Schizosporis</i> cf. <i>S. reticulatus</i>							x	
<i>Pterospermella</i> spp.		x						x

A lista completa dos táxons identificados é apresentada na tabela 1, com indicação dos espécimes ilustrados nas figuras 3, 4 e 5. Dentre esses táxons, 9 são registrados pela primeira vez na margem costeira brasileira, referentes a 5 espécies de grãos de pólen e 4 de dinoflagelados, conforme detalhamento na tabela 3, que ressalta seus regis-

tros prévios internacionais, incluindo as idades relativas.

Além das espécies contemporâneas à época de sedimentação, táxons retrabalhados oriundos de estratos mais antigos foram reconhecidos, tais como *Emphanisporites rotatus* McGregor 1961 e *Punctatisporites* sp.

Figura 2. Quantificação dos componentes palinológicos registrados na seção estudada.

Tabela 3. Síntese das informações biocronoestratigráficas das espécies registradas pela primeira vez na margem costeira brasileira.

Táxons	Amplitude estratigráfica/Localidade	Referências
Esporomorfos		
<i>Foraminisporis asymmetricus</i>	Cretáceo Inferior da Argentina Barremiano ao Albiano do Canadá Aptiano ao Santoniano da Austrália Berriasiano ao Aptiano da China Albiano ao Cenomaniano da Nova Zelândia	Archangelsky & Seoane (1996) Burden & Hills (1989) Helby <i>et al.</i> (1987) Li (1984) Raine <i>et al.</i> (1981)
<i>Interulobites intraverrucatus</i>	Cretáceo da Argentina Barremiano da Inglaterra Barremiano ao Albiano do Canadá Albiano ao Turoniano da Austrália	Archangelsky <i>et al.</i> (1983) Batten (1996) Burden & Hills (1989) Helby <i>et al.</i> (1987)
<i>Taurosporites segmentatus</i>	Barremiano ao Albiano da Inglaterra Aptiano ao Maastrichtiano da África Cenomaniano dos EUA Cretáceo médio da Argentina	Kemp (1970) McLachlan & Pieterse (1978) Ravn & Witzke (1995) Volkheimer & Quattrocchio (1981)
<i>Triporoleites cenomanianus</i>	Cenomaniano dos EUA Cenomaniano do Canadá Maastrichtiano da Escócia	Ravn & Witzke (1995) Singh (1983) Srivastava (1975)
<i>Gameroites psilasaccus</i>	Maastrichtiano ao Paleoceno da Argentina	Ruiz & Quattrocchio 1997
Dinoflagelados		
<i>Cerodinium pannuceum</i>	Maastrichtiano ao Daniano da Tunísia Campaniano ao Maastrichtiano dos EUA Campaniano dos EUA Maastrichtiano do Canadá	Brinkhuis & Leereveld (1988) Habib & Miller (1989) Lentin & Williams (1980) Williams & Brideaux (1975)
<i>Chatangiella? biapertura</i>	Maastrichtiano do Ártico do Canadá Maastrichtiano inf. do Oceano Ártico Campaniano ao Maastrichtiano do Canadá Campaniano do Canadá	Doerenkamp <i>et al.</i> (1976) Firth & Clark (1998) McIntyre (1975) McIntyre (1999)
<i>Odontochitina indigena</i>	Santoniano da Austrália	Marshall (1988)
<i>Odontochitina spinosa</i>	Campaniano da Antártica Camp. ao Maastrichtiano da Antártica Maastrichtiano do Oceano Índico Camp. ao Maastrichtiano da Nova Zelândia	Askin (1988) Barnes & Riding (1994) Mao & Mohr (1992) Wilson (1984)

Figura 3. Fotomicrografias de palinormorfos seleccionados. **A.** *Interulobites intraverrucatus* (lâmina MP-P 5883, coordenada England Finder P36). **B.** *Lycopodiumsporites* sp. (MP-P 5885, T48-3). **C.** *Cicatricosisporites* cf. *C. pseudotripartitus* (MP-P 5874, M41-2). **D.** *Cicatricosisporites* cf. *C. australiensis* (MP-P 5910, W56-4). **E.** *Plicatella* sp. (MP-P 5842, N40-1). **F.** *Foraminisporis asymmetricus* (MP-P 5842, K31-2). **G.** *Taurocusporites segmentatus* (MP-P5883, P33-2). **H.** *Triporoletes cenomanianus* (MP-P 5875, C37-4). **I.** *Triporoletes reticulatus* (MP-P 5884, D37). **J.** *Triporoletes* aff. *T. blanensis* (MP-P 5889, V30-2). **K.** *Gamerroites psilasaccus* (MP-P 5834, K39-2). **L.** *G. psilasaccus* (MP-P 5847, G45-4). **M.** *Equisetosporites albertensis* (MP-P 5896, L39-4). **N.** *Gnetaceapollenites jansonii* (MP-P 5885, F31-4). **O.** *Proteacidites* sp. (MP-P 5853, K47-1). **P.** *Dinogymnium acuminatum* (MP-P 5842, K55-2). **Q.** *Dinogymnium heterocostatum* (MP-P 5831, T54-1). **R.** *Florentinia* aff. *F. cooksoniae* (MP-P 5897, G50-3). **S.** *Impagidinium* sp. (MP-P 5831, X37-2). **T.** *Pterodinium* sp. (MP-P 5871, L37). Escala gráfica equivalente a 20 μ m.

Figura 4. Fotomicrografias de palinórmofos selecionados. **A.** *Spiniferites* sp. (lâmina MP-P 5893, coordenada *England Finder* Y32-3). **B.** *Hystrichodinium pulchrum* (MP-P 5842, K32-1). **C.** *Trichodinium castanea* (MP-P 5872, G51-1). **D.** *T. Castanea* (MP-P 5824, T40). **E.** *Circulodinium* aff. *C. brevispinosum* (MP-P 5842, U54-2). **F.** *Circulodinium* aff. *C. brevispinosum* (MP-P 5888, P44-3). **G-H.** *Odontochitina porifera* (MP-P 5821, R38-4). **I.** *Odontochitina* aff. *O. rhakodes* (MP-P 5872, J48-2). **J-K.** *Odontochitina indigena* (MP-P 5871, F45-1). **L.** *Odontochitina spinosa* (MP-P 5869, T44). **M.** *Xenascus* aff. *X. gochtii* (MP-P 5901, R35-2). **N.** *Xenascus ceratioides* (MP-P 5842, V30). **O.** *Hystrichosphaeridium* sp. (MP-P 5846, T34-3). **P.** *Exochosphaeridium* sp. (MP-P 5842, D33-2). **Q.** *Heterosphaeridium heteracanthum* (MP-P 5848, M43-4). **R.** *Alterbinium* sp. (MP-P 5888, C35). **S.** *Andalusiella* sp. (MP-P 5842, N40-4). **T.** *Cerodinium* aff. *C. albertii* (MP-P 5882, L37). Escala gráfica equivalente a 20 μ m, exceto para H e K (equivalente a 10 μ m).

Figura 5. Fotomicrografias de palinormos selecionados. **A.** *Cerodinium* aff. *C. pannuceum* (lâmina MP-P 5823, coordenada *England Finner* W51). **B.** *Chatangiella?* *biapertura* (MP-P 5853, L43-2). **C.** *Chatangiella?* *biapertura* (MP-P 5825, Q50). **D.** *Chatangiella spectabilis* (MP-P 5897, W53-4). **E.** *Chatangiella* aff. *C. spectabilis* (MP-P 5895, Z49). **F.** *Isabelidinium cretaceum* (MP-P 5893, Y45-1). **G.** *Isabelidinium* cf. *I. korojonense* (MP-P 5842, U31). **H.** *Isabelidinium* cf. *I. korojonense* (MP-P 5891, K35-3). **I.** *Isabelidinium pellucidum* (MP-P 5910, G38-1). **J.** *Isabelidinium pellucidum* (MP-P 5903, T43-3). **K.** *Palaeocystodinium lidiae* (MP-P 5884, G46-4). **L.** *P. lidiae* (MP-P 5887, U41-4). **M.** *Phelodinium tricuspe* (MP-P 5823, W46-2). **N.** *Phelodinium* sp. (MP-P 5857, Q27-1). **O.** *Phelodinium* sp. (MP-P 5893, E26-2). **P.** *Schizosporis* cf. *S. reticulatus* (MP-P 5888, L38). **Q.** *Pterospermella* sp. (MP-P 5907, N31-4). **R.** Ovo de Copépode (MP-P 5875, H53-1). **S.** Palinoforaminífero espiralado (MP-P 5827, K38-3). **T.** Peça maxilomandibular de anelídeos (escolecodonte) (MP-P 5871, L54-3). Escala gráfica equivalente a 20 μ m.

5. Discussão dos resultados

5.1. Bioestratigrafia

Com base na presença e na distribuição dos táxons de dinocistos registrados (Tab. 2), procurou-se detectar espécies com valor biocrono-estratigráfico, apoiando-se na literatura de outras bacias, do exterior (*e.g.*, Williams & Bujak, 1985; Helby *et al.*, 1987; Costa & Davey, 1992) e do Brasil (*e.g.*, Arai & Botelho Neto, 1996; Lana *et al.*, 2002), uma vez que o único trabalho dessa natureza para as bacias marginais brasileiras é o de Arai (2007). As contribuições de Williams & Bujak (1985) e Costa & Davey (1992) tratam de bacias localizadas em várias regiões do planeta, sumarizando a amplitude estratigráfica dos dinocistos em nível mundial.

Nenhuma espécie reconhecida foi registrada como exclusiva do intervalo estudado. A demarcação da idade foi realizada a partir do reconhecimento de níveis de aparecimento e extinção de determinadas espécies, com base nas principais citações em nível nacional e em trabalhos de síntese das ocorrências mundiais (Fig. 6). *Trichodinium castanea* [amplitude global Barremiano ao Campaniano (144,2-71,3 Ma), até Maastrichtiano inferior (70,3 Ma) no hemisfério norte (Williams *et al.*, 2004)], *Odontochitina porifera* [amplitude global Santoniano ao Campaniano (85-71,3 Ma), ocorrendo no Maastrichtiano inferior (70,5 Ma) no hemisfério sul (Williams *et al.*, 2004)] e *Dinogymnium heterocostatum* [amplitude global do Turoniano ao Maastrichtiano (85-71,3 Ma), comum no Campaniano (71,3 Ma)] tem seu último aparecimento, ou LAD (*Last Appearance Datum*), no Campaniano (Williams & Bujak, 1985). *Xceratioides* é registrado por vários autores (*e.g.*, Williams & Bujak, 1985; Haq *et al.* 1987; Costa & Davey, 1992 e Arai, 2007) que colocam o LAD desta espécie no Maastrichtiano. Por sua vez, o aparecimento (FAD, *First Appearance Datum*) de *Chatangiella spectabilis* no hemisfério norte é na base do Campaniano (Costa & Davey, 1992), mas tem sido registrada desde o Turoniano até o Maastrichtiano (93,5-65 Ma), sendo mais comum a partir do Coniaciano (89 Ma). *Isabelidium pellucidum* tem sido registrada em estratos desde o Campaniano até o Paleógeno, embora Williams *et al.* (1993) tenham relatado que o gênero desaparece na base do Maastrichtiano (72 Ma). De acordo com Arai (2007), *I. pellucidum* se distribui, na Bacia

de Campos, até a base do Maastrichtiano. Para a Bacia de Pelotas, sua distribuição no Campaniano era desconhecida até o momento.

Arai (2007) não havia registrado *O. porifera* e *T. castanea* no Campaniano da Bacia de Pelotas por não ter analisado estratos mais novos que o Turoniano inferior. Sua ocorrência até o Campaniano é admitida com base em sua distribuição mundial (Williams & Bujak, 1985).

De acordo com o zoneamento de Gomide (1989), com base em nanofósseis calcários, as associações mais basais reconhecidas na Bacia de Pelotas datam do Cenomaniano/Albiano (N-250), identificadas nos poços 1-RSS-2, 1-SCS-3B e 1-SCS-2. Assembleias de nanofósseis calcários atribuídas ao Campaniano (zona N-265) foram reconhecidas por Gomide (1989) somente nos poços *offshore* mais ao norte da bacia, a saber, 1-SCS-3B e 1-SCS-2. Dessa forma, demonstra-se a ocorrência de depósitos campanianos para esse setor da bacia, delimitados com base na palinologia, os quais não foram identificados a partir de nanofósseis calcários.

5.2. Paleoambiente

Os conjuntos palinológicos recuperados nas amostras da seção analisada compreendem elementos representantes de ambientes variados, incluindo a vegetação continental (esporomorfos), representantes microplânctônicos marinhos e de água doce, além de fragmentos de metazoários. A participação percentual destes microfósseis ao longo da seção, apresentada nas contagens expressas na figura 2, aliadas às características texturais intrínsecas, que refletem por sua vez as condições tafonômicas, embasam as considerações que seguem.

A quantificação da assembleia palinológica revelou uma elevada frequência de esporos em todos os níveis, representantes da vegetação das áreas mais baixas e próximas ao sítio deposicional, indicativos de condições climáticas quentes e úmidas. Particularmente, a quantidade significativa de tétrades de esporos é indício de proximidade da terra emersa, habitat das plantas-mãe, genitoras de tais esporos, o que sugere transporte de pequena distância sob condições de baixa energia. Entretanto, pode refletir, por outro lado, processos de sedimentação rápida, sem prejuízo de preservação. A contribuição continental é ainda atestada pela quantidade significativa de fitoclastos em toda a seção.

Embora menos abundantes, cistos de dinoflagelados são os elementos mais diversificados dos conjuntos palinológicos, provavelmente relacionados a fácies marinhas plataformais, em ambientes costeiros. A distribuição destes microfósseis é muito homogênea ao longo do intervalo estudado.

Algas coloniais dos gêneros *Botryococcus* e *Pediastrum* são escassas, bem como palinoforaminíferos, ovos de copépodes, fungos, escolecodontes e outros elementos algáceos indeterminados, pouco significativos na análise paleoecológica, uma vez que ocorrem de modo subordinado. Contudo, deve ser ressaltado que os dois gêneros mencionados são indicadores de aporte de água continental, enquanto palinoforaminíferos reforçam o caráter marinho.

De modo geral, não há variação expressiva na participação quantitativa dos grupos analisados, com exceção da matéria orgânica amorfa, com maior abundância a partir da porção média do

intervalo (4.484,60 m ao topo). Esses dados indicam que o material continental (esporos mais bem preservados e em tétrades) possivelmente é proveniente de leques subaquosos, depositados na plataforma, retrabalhados em condições relativamente de menor energia e sob regime de pouca turbulência, acumulando-se em áreas mais afastadas e mais calmas (nerítico mais aberto), ainda que não tão distantes da costa.

Espécies retrabalhadas de sedimentos mais antigos, tais como *Emphanisporites rotatus* (do Siluriano-Carbonífero inicial) ocorrem de forma rara e representam a natureza da área fonte do sítio deposicional. Provavelmente, durante o Campaniano, depósitos paleozóicos foram erodidos e transportados até a bacia. A origem mais provável é a Bacia do Paraná, considerando que os táxons identificados desta idade são comuns em unidades da bacia, tais como a Formação Ponta Grossa, como apresentado em Oliveira (1997) e Dino (1999).

Figura 6. Amplitude conhecida de espécies de dinoflagelados de valor bioestratigráfico, com base em registros da margem costeira brasileira e principais citações mundiais.

5.3. Paleogeografia

Dinoflagelados são organismos termófilos, globalmente ocupam uma ampla zona latitudinal, incluindo latitudes baixas, médias e altas (Taylor, 1987), onde podem ser distinguidas espécies cosmopolitas, temperadas, tropicais e intertropicais.

Arai (2007) demonstrou a importância desses microfósseis em estudos para as reconstruções paleobiogeográficas nas bacias marginais, reconhecendo barreiras fisiográficas que restringiam a livre mistura de águas oceânicas entre o Atlântico Sul e a porção norte, representadas pelas águas tetianas vindas do Atlântico Central. As associações reconhecidas do Albiano confirmam a persistência de elementos tetianos. A partir do Campaniano, em função da livre circulação oceânica, passam a predominar espécies cosmopolitas e semi-cosmopolitas.

Os dados aqui apresentados confirmam essa interpretação, pela presença de elementos com comportamento biogeográfico mais cosmopolita e semic cosmopolita, tais como *Xenascus ceratioides*, *Hystrichodinium pulchrum*, *Cerodinium* aff. *diebelii*, *Dinonymnium acuminatum* e *Heterosphaeridium heteracanthum*. Corroborar-se, assim, o padrão de ampla circulação oceânica instalado já no Campaniano na bacia, ligando águas setentrionais e austrais do Atlântico Sul, conforme preconizado por Arai *et al.* (2000) e Arai (2007).

A composição dos conjuntos de dinoflagelados sugere um regime misto de águas subtropicais e tropicais. A ligeira predominância de formas gonyaulacóides e a escassa presença do peridinioídeo *Andalusiella* indicam influência de águas tropicais (Mudie & Harland, 1996), enquanto a presença dos gêneros peridinioídeos *Chatangiella* e *Isabelidinium* indica que a zona esteve fora da faixa tropical no Campaniano (Lentin & Williams, 1980).

6. Conclusões

Este trabalho constitui contribuição inédita para o intervalo pré-quadernário da Bacia de Pelotas, com a apresentação das distribuições estratigráficas dos palinomorfs por nível e ilustrações dos táxons identificados. Embora restrito a uma curta seção de subsuperfície, as amostras analisadas permitiram o registro de 52 táxons relacionados a esporomorfos, dinocistos e prasinofíceas,

além de palinoforaminíferos, ovos de copépodes, fungos indeterminados e escolecodontes. Dentre os táxons identificados, 9 espécies são inéditas para as bacias brasileiras, refletindo desconhecimento e necessidade de estudos de detalhe.

Como resultado da análise das distribuições dos táxons selecionados, o posicionamento mais adequado para o intervalo estudado é no Campaniano, provavelmente Campaniano médio. Microfósseis dessa idade eram desconhecidos para esse setor da bacia até o momento, uma vez que a zona de nanofósseis calcários correspondente a essa idade (N-265) havia sido reconhecida somente em sua porção norte, no estado de Santa Catarina.

As diferenças verificadas nas amplitudes dos táxons selecionados como guias de outras bacias marginais do Brasil e do exterior devem ser decorrentes do resultado da aplicação, na Bacia de Pelotas, de zoneamentos realizados em outras regiões, implicando pequenas discrepâncias, ocasionadas por variações na distribuição biogeográfica de determinados táxons ao longo do tempo, além da ausência de trabalho de detalhe. Dessa forma, justifica-se a importância deste e de futuros trabalhos palinotaxonômicos, com implicação direta na análise bioestratigráfica e paleoecológica. Contudo, é demonstrado o potencial das correlações entre as zonas de dinocistos estabelecidas em nível mundial com as bacias brasileiras, com significativa convergência de resultados.

Com relação à caracterização paleoambiental, os dados revelam grande participação de elementos continentais (esporos, grãos de pólen, fitoclastos). Contudo, dinocistos são representados por um número expressivo de espécies. Este padrão de diversidade pode estar relacionado à livre circulação oceânica estabelecida na Bacia de Pelotas durante o Campaniano, ligando águas setentrionais e austrais do Atlântico Sul, com assembleia de comportamento biogeográfico mais cosmopolita e semi-cosmopolita, o que facilita as correlações em nível mundial.

Agradecimentos - Os autores agradecem ao Programa PRH12 da Agência Nacional do Petróleo (ANP) pela concessão de bolsa e apoio financeiro. Este trabalho faz parte da dissertação de mestrado do primeiro autor (bolsista CAPES) junto ao Programa de Pós-graduação em Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. PAS é bolsista de produtividade em pesquisa do CNPq.

Referências

- Anjos, G.S. 2004. *Bioestratigrafia (Foraminiferida) do Mioceno-Plioceno da Plataforma de Florianópolis, porção setentrional da Bacia de Pelotas*. Porto Alegre, 80p. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Anjos-Zerfass, G.S. 2009. *Estudos paleoambientais com base em isótopos de carbono, oxigênio e estrôncio em foraminíferos do Terciário da Bacia de Pelotas*. Porto Alegre, 217p. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Anjos-Zerfass, G.S., Souza, P.A. & Chemale Jr., F. 2008. Biocronoestratigrafia da Bacia de Pelotas: estado atual e aplicação na geologia do petróleo. *Revista Brasileira de Geociências*, 38(2): 47-62.
- Antunes, R.L. & Melo J.H.G. 2001. Micropaleontologia e estratigrafia de seqüências. In: H.J.P.S. Ribeiro (Ed.). *Estratigrafia de Sequências - fundamentos e aplicações*. São Leopoldo, Editora Unisinos, p. 137-218.
- Arai, M. 2007. *Sucessão das associações de dinoflagelados (Protista, Pyrrhophyta) ao longo das colunas estratigráficas do Cretáceo das bacias da margem continental brasileira: uma análise sob ponto de vista paleoceanográfico e paleobiogeográfico*. Porto Alegre, 241p. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Arai, M. & Botelho Neto, J. 1996. Biostratigraphy of the marine Cretaceous from Brazilian southern and southeastern marginal basins, based on fossil dinoflagellates. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39, Salvador, *Anais*, v. 7, p. 408-410.
- Arai, M. & Lana, C.C. 2004. Histórico do estudo de dinoflagelados fósseis no Brasil: sua relação com a evolução da exploração petrolífera no Cretáceo das bacias da margem continental. *Boletim de Geociências da Petrobras*, 12(1): 175-189.
- Arai, M., Botelho Neto, J., Lana, C.C. & Pedrão, E. 2000. Cretaceous dinoflagellate provincialism in Brazilian marginal basins. *Cretaceous Research*, 21: 351-366.
- Arai, M., Masure, E. & Lemos, V.B. 2006. Occurrence of a high-diversity Aptian microphytoplanktonic assemblage in Pelotas Basin (Southern Brazil): its implication for the Early Cretaceous history of the South Atlantic. In: SIMPÓSIO DO CRETÁCEO DO BRASIL, 7, E SIMPÓSIO DO TERCIÁRIO DO BRASIL. Serra Negra 1. *Boletim de resumos*, Rio Claro, UNESP, p. 12.
- Archangelsky, S. & Seoane, L.V. de, 1996. Estudios palinologicos de la Formacion Baquero (Cretacico), Provincia de Santa Cruz, Argentina. VII. *Ameghiniana*, 33: 307-313.
- Archangelsky, S., Baldoni, A., Gamero, J.C. & Seiler, J. 1983. Palinologia estratigrafica del Cretacico de Argentina Austral. II. Descripciones sistematicas. *Ameghiniana*, 20: 199-226.
- Askin, R.A. 1988. Campanian to Paleocene palynological succession of Seymour and adjacent islands, north-eastern Antarctic Peninsula. *Geological Society of America Memoir*, 169: 131-153.
- Barnes, R.P. & Riding, J.B. 1994. Angular unconformity between the López de Bertodano and La Meseta formations (Campanian-Maastrichtian and Eocene), Cockburn Island, northern Antarctic Peninsula, *Journal of South American Earth Sciences*, 7: 35-44.
- Batten, D.J. 1996. Upper Jurassic and Cretaceous miospores. In: Jansonius, J. & McGregor, D.C. (Eds). *Palynology: principles and applications*. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, p. 807-830.
- Brinkhuis, H. & Leereveld, H. 1988. Dinoflagellate cysts from the Cretaceous/Tertiary boundary sequence of El Kef, Northwest Tunisia. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 56: 5-19.
- Buchmann, F.S.C. 1994. Distribuição dos fósseis pleistocênicos na zona costeira e plataforma continental interna no Rio Grande do Sul. *Acta Geologica Leopoldensia*, 17(39/1): 355-364.
- Buchmann, F.S.C. 2003. Traços fósseis (paleotocas e crotovinas) da megafauna extinta no Rio Grande do Sul, Brasil. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 9, 2003. Recife, PE. *Livros de resumos* p. 300.
- Bueno, G.V., Zacharias, A.A., Oeiro, S.G., Cupertino, J.A., Falkenheim, F.U.H. & Martins Neto, M.A. 2007. Bacia de Pelotas. *Boletim de Geociências da Petrobras*, 15(2): 551-559.
- Burden, E.T. & Hills, L.V. 1989. Illustrated key to genera of Lower Cretaceous terrestrial palynomorphs (excluding megaspores) of western Canada. American Association of Stratigraphic Palynologists, *Contribution series*, 21: 1-145.
- Callegaro, V.L. & Lobo, E.A. 1990. Distribuição horizontal da comunidade de diatomáceas em turfeiras holocênicas da planície costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. *Caderno de Pesquisa, Série Botânica*, 2(1): 5-22.
- Carreño, A.L., Coimbra, J.C. & Do Carmo, D.A. 1997. Biostratigraphy of the Late Neogene and Quaternary ostracodes in the Pelotas Basin, Southern Brazil. *Gaia*, 14: 33-43.
- Closs, D. 1967. Miocene planktonic foraminifera from southern Brazil. *Micropaleontology*, 13(3): 337-344.

- Costa, L.I. & Davey, R.J. 1992. Dinoflagellate cysts of the Cretaceous System. In: Powell, A.J (ed.), *A Stratigraphic Index of Dinoflagellate Cysts*. Chapman & Hall, London, p. 99-155.
- Dias J.L., Silveira D.P., Sad A.R.E. & Latgé M.A.L. 1994. Bacia de Pelotas: Estágio atual do conhecimento geológico. *Boletim de Geociências da Petrobras*, 8(1): 235-245.
- Dino, R. 1999. Palynostratigraphy of the Silurian and Devonian Sequence of the Paraná Basin, Brazil. In: Rodrigues, M.A.C. & Pereira, E. (Eds.) *Ordovician-Devonian Palynostratigraphy in Western Gondwana: Update, Problems and Perspectives*. Rio de Janeiro, UERJ, Faculdade de Geologia, p.27-62.
- Doerenkamp, A., Jardiné, S. & Moreau, P. 1976. Cretaceous and Tertiary palynomorph assemblages from Banks Island and adjacent areas. *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*, 24(3):372-418.
- Firth, J.V. & Clark, D.L. 1998. An early Maastrichtian organic-walled phytoplankton cyst assemblage from an organic-rich black mud in Core FI-533, Alpha Ridge: evidence for upwelling conditions in the Cretaceous Arctic Ocean. *Marine Micropaleontology*, 34: 1-27.
- Fischer, T.V. 2008. *Posicionamento bioestratigráfico e paleoambientes de seção selecionada do Paleógeno Inferior da Bacia de Pelotas (RS), com base em palinologia*. Porto Alegre, 97p. Monografia de Conclusão de Curso, Curso de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Fischer, T.V., Premaor, E., Arai, M. & Souza, P.A. 2007. Palinologia da Bacia de Pelotas: dados preliminares sobre a seção paleocênica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 20, 2007, Búzios, *Anais...*, Búzios, SBP, p. 232.
- Fischer, T.V., Arai, M. & Souza, P.A. 2008a. Palinologia da Bacia de Pelotas: distribuição quantitativa da matéria orgânica particulada e paleoambientes da transição entre o Cretáceo e o Terciário do poço 2-RSS-1. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 44., 2008, Curitiba. *Anais...*, Curitiba, CBG, p. 798.
- Fischer, T.V., Arai, M. & Souza, P.A. 2008b. Bioestratigrafia com base em dinocistos (Divisão Dinoflagellata, Classe Dinophyceae) do Paleógeno do poço 2-RSS-1 (Bacia de Pelotas, RS). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PALEOBOTÂNICA E PALINOLOGIA, 12., 2008, Florianópolis. *Boletim de resumos...* Florianópolis, SBPP, p. 74.
- Fischer, T.V., Arai, M. & Helenes, J. 2009. Palinologia da Bacia de Pelotas: estudo bioestratigráfico paleoambiental de uma seção Paleogênica do poço 2-RSS-1. In: Simposio Argentino de Paleobotânica y Palinología, 14., 2009, Mar del Plata, *Resúmenes...* Mar Del Plata, SAPP, p.14.
- Fontana, R.L. 1990. Investigações geofísicas preliminares sobre o Cone do Rio Grande, Bacia de Pelotas, Brasil. *Acta Geológica Leopoldensia*, 13(6): 161-170.
- Fontana R.L. 1996. *Geotectônica e sismoestratigrafia da Bacia de Pelotas e Plataforma de Florianópolis*. Porto Alegre, 214p. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação de em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Gonçalves, A., Oliveira, M.A.M. & Motta, S.O. 1979. Geologia da Bacia de Pelotas e da Plataforma de Florianópolis. *Boletim Técnico da Petrobrás*, 22(3): 157-174.
- Gonçalves, H.M.S. & Dehnhardt, B.A. 1999. Interpretação do testemunho T-101, (32°05'S; 47°35'W) com base em nanofósseis calcários, Cone do Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, 29(4): 527-532.
- Gomide, J. 1989. Bacia de Pelotas – Biocronoestratigrafia baseada em nanofósseis calcários. In: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 11., 1989. Curitiba. *Anais...* Curitiba, SBG, p. 338-351.
- Habib, D. & Miller, J.A. 1989. Dinoflagellate species and organic facies evidence of marine transgression and regression in the Atlantic Coastal Plain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 74: 23-47.
- Haq, B.U., Hardenbol, J. & Vail, P.R. 1987. The chronology of fluctuating sea level since the Triassic. *Science*, 235: 1156-1167.
- Helby, R., Morgan, R. & Partridge, A.D. 1987. A palynological zonation of the Australian Mesozoic. In: JELL, P.A (Ed.). *Studies in Australian Mesozoic Palynology*. Sidney: AAP, p.1-94.
- Hermans, G. 2009. *Paleoecologia do sistema Pinguela-Palmital-Malvas, holoceno da Bacia de Pelotas, RS, Brasil: uma abordagem focada na utilização de diatomáceas (Bacillariophyta) como descritores paleoambientais*. Porto Alegre, 193p. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Kley, A.S. 2007. *Reconstituição paleoambiental e paleogeográfica do Cenozóico na Bacia de Pelotas: estudo do poço 2-TG-96-RS (Capão da Canoa, RS, Brasil)*. Porto Alegre, 27p. Monografia de Conclusão de Curso, Curso de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Kemp, E.M. 1970. Aptian and Albian miospores from southern England. *Palaeontographica, Abteilung B*, 131:73-143.
- Koutsoukos, E.A.M. 1982. Geohistória e paleoecologia das bacias marginais de Florianópolis e Santos. In:

- Congresso Brasileiro de Geologia, 32., 1982. Salvador. *Anais...* Salvador, SBG, 5: 2369-2382.
- Lana, C.C., Arai, M. & Roesner, E.H. 2002. Dinoflagelados fósseis da seção cretácea marinha das bacias marginais brasileiras: um estudo comparativo entre as margens equatorial e sudeste. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 6., 2002. São Pedro, *Boletim...* Rio Claro, UNESP, p. 247-252.
- Li, W. 1984. Palynology of early Cretaceous of Jiaohe Basin, Jilin Province. *Memoirs of Nanjing Institute of Geology and Palaeontology*, 19:67-141.
- Lentin, J.K. & Williams, G.L. 1980. Dinoflagellate Provincialism. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, *Contribution Series*, 17: 1-47.
- Lorscheitter, M.L. & Dillenburg, S.R. 1998. Holocene paleoenvironments of the Northern Coastal Plain of Rio Grande do Sul, Brazil, reconstructed from palynology of Tramandaí Lagoon sediments. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*, 11(1): 75-99.
- Mao, S. & Mohr, B.A.R. 1992. Late Cretaceous dinoflagellate cysts (?Santonian-Maestrichtian) from the southern Indian Ocean (Hole 748C). *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results* 120: 307-341.
- Marques-Toigo, M., Medeanic, S., Mosbrugger, V. & Ashraf, A.R. 2002. Palaeoenvironmental changes in the Maquiné River Valley, RS, Brazil during Holocene according to palynological data. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 3: 36-47.
- Marshall, N.G. 1988. A Santonian dinoflagellate assemblage from the Gippsland Basin, southeastern Australia. In: Jell, P.A. & Playford, G. (editors), *Palynological and Palaeobotanical Studies in Honour of Basil E. Balme; Memoir of the Association of Australasian Palaeontologists*, v.5, p.195-215.
- McIntyre, D.J. 1974. Palynology of an Upper Cretaceous section, Horton River, District of MacKenzie, N. W. T. *Geological Survey of Canada*, 74: 1-57.
- McIntyre, D.J., 1975. Morphologic changes in *Deflandrea* from a Campanian section, District of Mackenzie, N.W.T., Canada. *Geoscience and Man*, 11: 61-76.
- McIntyre, D.J. 1999. Campanian to Paleocene dinoflagellate assemblages from the Turtle Mountain core hole, Manitoba, western Canada. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 36: 769-774.
- McLachlan, I.R. & Pieterse, E. 1978. Preliminary palynological results: Site 361, Leg 40, *Deep Sea Drilling Project*, 40: 857-881.
- Meyer, K.E.B. 2004. *Mudanças ambientais nas Lagoas dos Quadros e Itapeva, Planície Costeira do Rio Grande do Sul, com base em análise de palinofácies e dados palinológicos*. Porto Alegre, 191p. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Mudie, P.J. & Harland, R. 1996. Aquatic Quaternary. In: Jansonius, J. & McGregor, D.C. (Eds.), *Palynology: Principles and Applications*. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, 2: 843-877.
- Neves, P.C.P. & Lorscheitter, M. L. 1995. Upper Quaternary palaeoenvironments in the Northern Coastal Plain of Rio Grande do Sul, Brazil. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*, 9: 39-67.
- Oliveira, S.F. 1997. *Palinologia da seqüência devoniana da Bacia do Paraná no Brasil, Paraguai e Uruguai: implicações biocronoestratigráficas, paleoambientais e paleogeográficas*. São Paulo, 188 p. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Geologia Sedimentar, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- Pereira, M.J. & Feijó, F.J. 1994. Bacia de Santos. *Boletim de Geociências Petrobras*, 8: 219-234.
- Premaor, E. 2008. *Palinologia da Bacia de Pelotas (RS): bioestratigrafia e paleoambientes da seção campaniana no poço 2-RSS-1*. Porto Alegre, 123p. Monografia de Conclusão de Curso, Curso de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Premaor, E., Fischer, T.V., Arai, M. & Souza, P.A. 2007. Palinologia da Bacia de Pelotas: dados preliminares da seção cretácea. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 20., 2007. Búzios. *Anais...* Búzios, SBP, p. 231.
- Premaor, E. & Arai, M. 2009. Associações palinológicas do Cretáceo do poço 1-RSS-2 (Bacia de Pelotas, RS, Brasil): resultados paleoambientais e bioestratigráficos. In: SIMPOSIO ARGENTINO DE PALEOBOTÂNICA Y PALINOLOGÍA, 14., 2009, Mar Del Plata. *Resúmenes...* Mar Del Plata, SAPP p. 45-46.
- Premaor, E., Arai, M. & Souza, P.A. 2008. Considerações paleoambientais sobre as associações de cistos de dinoflagelados do Neocretáceo do Poço 2-RSS-1, Bacia de Pelotas, RS, Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PALEOBOTÂNICA E PALINOLOGIA, 12., 2008, Florianópolis. *Boletim de Resumos...* SBPP, p. 167.
- Raine, J.I. 1981. Palynological correlation of the Dunollie /Rewanui Member boundary in drillholes 621 and 622, Greymouth Coalfield. *Geological Survey report Pal.*, 47: 11.
- Ravn, R.L. & Witzke, B.J. 1995. The palynostratigraphy of the Dakota Formation (?Late Albian-Cenomanian) in its type area, northwestern Iowa and northeastern Nebraska, *Palaeontographica Abteilung B*, 234: 93-

- 171.
- Ruiz, L.C. & Quattrocchio, M.E. 1997. Estudio palinológico de la Formación Pedro Luro (?Maastrichtiano-Paleoceno) en la Cuenca del Colorado, República Argentina. Parte II: Turma Saccites, Plicates, Poroses e Incertae Sedis. *Revista Española de micropaleontología*, 29: 115-137.
- Sanguinetti, Y.T. 1980. Bioestratigrafia (Ostracodes do Mioceno da Bacia de Pelotas, Rio Grande do Sul). *Pesquisas*, 13: 7-34.
- Silva, W.G. 2008. *Bioestratigrafia e variações relativas do nível do mar na Planície Costeira do Rio Grande do Sul: estudo da seção neogênica/quaternária do poço 2-CA-1-RS com base em registros palinológicos*. Porto Alegre, 85p. Monografia de Conclusão de Curso, Curso de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Silva, W.G., Souza, P.A. & Arai, M. 2008. Palinologia do intervalo Neogênico do poço 2-CA-1-RS (Curral Alto, RS), Bacia de Pelotas. In: Simpósio Brasileiro de Paleobotânica e palinologia, 12., 2008, Florianópolis. *Boletim de resumos...SBPP*, p. 202.
- Simões, M.G., Silva, S.A.M., Rodrigues, S.C. & Coimbra, J.C. 2008. Braquiópodes (Rhynchonelliformea, Bouchardioidea) neógenos da Bacia de Pelotas (RS) e seu significado paleoambiental. *Revista Brasileira de Geociências*, 38(4): 676-685.
- Singh, C. 1983. Cenomanian microfloras of the Peace River area, northwestern Alberta. *Alberta Geological Survey Bulletin*, 44: 322.
- Srivastava, S.K. 1975. Maastrichtian microspore assemblages from the interbasaltic lignites of Mull, Scotland. *Palaeontographica Abteilung B*, 150: 125-156.
- Taylor, F.J.R. 1987. *The Biology of Dinoflagellates*. Botanical Monographs, Oxford, Blackwell Scientific Publications, p. 785.
- Villwock, J.A. & Tomazelli, L.J. 1995. Geologia Costeira do Rio Grande do Sul. *Notas Técnicas*, 8: 1-45.
- Volkheimer, W. & Quattrocchio, M.E. 1981. *Distribución estratigráfica de los palinomorfos Jurásicos y Cretácicos en la Faja Andina y áreas adyacentes de América del sur austral con especial consideración de la Cuenca Neuquina*. Comité Sudamericano del Jurásico y Cretácico: Cuencas sedimentarias del Jurásico y Cretácico de América del Sur, 2: 407-443.
- Williams, G.L. & Brideaux, W.W. 1975. Palynologic analyses of upper Mesozoic and Cenozoic rocks of the Grand Banks, Atlantic continental margin. *Geological Survey of Canada*, 236: 1-163.
- Williams, G.L. & Bujak, J.P. 1985. Mesozoic and Cenozoic dinoflagellates. In: Bolli, H.M., Saunders, J.B., Perch-nielsen, K. (eds.). *Plankton Stratigraphie*, Cambridge University Press, Cambridge, p. 847-1032.
- Williams, G.L., Stover, L.E. & Kidson, E.J. 1993. Morphology and stratigraphic ranges of selected Mesozoic-Cenozoic dinoflagellate taxa in the Northern Hemisphere. *Geological Survey of Canada*, 92-10, p.137.
- Williams, G.L., Brinkhuis, H., Pearce, M.A., Fensome, R.A. & Weegink, J.W. 2004. Southern ocean and global dinoflagellate cyst events compared: Index events for the Late Cretaceous-Neogene. *Proceedings of the ODP, Scientific Results*, 189: 1-98.
- Wilson, G.J. 1984. Some new dinoflagellate species from the New Zealand Haumurian and Piripauan stages (Santonian-Maastrichtian, Late Cretaceous). *New Zealand Journal of Botany*, 22: 549-556.
- Wood, G.D., Gabriel, A.M. & Lawson, J.C. 1996. Palynological techniques - processing and microscopy. In: Jansonius, J. & McGregor, D.C. (Ed.), *Palynology, principles and applications*. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, 1: 29-50.