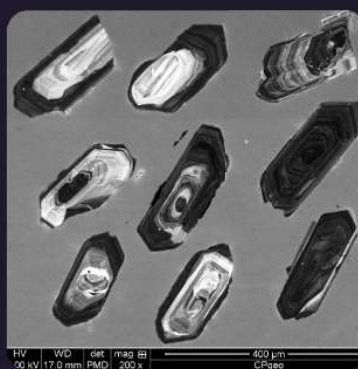


SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOLOGIA

# CONTRIBUIÇÕES À GEOLOGIA DO RIO GRANDE DO SUL E DE SANTA CATARINA

ANDRÉA RITTER JELINEK  
CARLOS AUGUSTO SOMMER





## IMAGENS DE CAPA E CONTRACAPA



Fotografia aérea do setor norte da Serra do Segredo, em Caçapava do Sul, RS, onde se destacam a Pedra do Segredo, em primeiro plano, e a Pedra da Abelha, logo à esquerda, geofomas esculpidas sobre conglomerados fluviais da Bacia do Camaquã. Ao fundo, alguns cerros formados por rochas metamórficas e o imponente alto de Caçapava, sobre granitoides diversos, rochas que registram diferentes momentos do Ciclo Brasileiro no sul do Brasil. A paisagem faz parte do Geoparque Caçapava Aspirante Unesco e é parcialmente inserida no Parque Natural Municipal da Pedra do Segredo. Imagem obtida por Felipe Guadagnin. Legenda de André Weissheimer de Borba e Felipe Guadagnin.



Contato entre rochas sedimentares da Bacia do Paraná e soleira de diabásio do Grupo Serra Geral. Pedreira Carollo, região de Montenegro, RS. Imagem e legenda de Carlos Augusto Sommer.

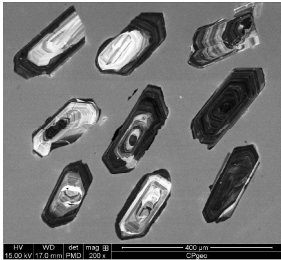


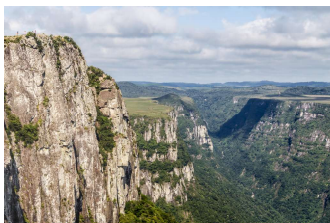
Imagem de catodoluminescência de cristais de zircão pertencentes ao Batólito de Florianópolis. Aumento de 200 vezes. Imagem e legenda de Andréa Ritter Jelinek.



Fotografia aérea oblíqua apresentando a morfologia da região correspondente ao extremo do Litoral Norte do RS, à direita observa-se a cidade de Torres/RS. Em primeiro plano observa-se a morfologia do campo de dunas localizado no Parque Estadual de Itapeva. Unidade essa localizada sobre o sistema Laguna-Barreira IV (holocênico). Logo após o baixio, na retaguarda do campo de dunas, ocorre a morfologia do sistema Laguna-Barreira III (pleistocênico). Ao fundo, com o relevo mais elevado, encontra-se a Formação Serra Geral pertencente à Bacia do Paraná. Imagem obtida por Eduardo H. R. Russo. Legenda de Eduardo Guimarães Barboza.



Minas do Camaquã, Mineração de cobre a céu aberto, Caçapava do Sul. Imagem e legenda de Carlos Augusto Sommer.



Derrames ácidos do Grupo Serra Geral, Bacia do Paraná, na região do Cânion Fortaleza, Parque Nacional da Serra Geral, Cambará do Sul, RS. Imagem licenciada de Depositphotos. Legenda de Carlos Augusto Sommer.



PUBLICAÇÃO ESPECIAL DO NÚCLEO RS/SC DA  
SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOLOGIA

**CONTRIBUIÇÕES À GEOLOGIA  
DO RIO GRANDE DO SUL E  
DE SANTA CATARINA**

**Editores**

Andréa Ritter Jelinek  
Carlos Augusto Sommer



Porto Alegre, RS, 2021.

É proibida a reprodução total ou parcial desta obra, sem autorização expressa dos autores ou da editora. A violação importará nas providências judiciais previstas no artigo 102, da Lei nº 9.610/1998, sem prejuízo da responsabilidade criminal. Os textos deste livro são de responsabilidade de seus autores.

ISBN E-book: 978-65-89013-03-7

Edição: 1ª

Ano: 2021

**Editora Compasso Lugar Cultura**

Responsável André Suertegaray Rossato

Porto Alegre - RS - Brasil

Telefones (51) 984269928

compassolugarcultura@gmail.com

www.compassolugarcultura.com

Editores:

Andréa Ritter Jelinek

Carlos Augusto Sommer

Diagramador: Gabriel Zambom

Revisão de Texto: Gustavo Saldivar

**Conselho Editorial Compasso Lugar Cultura**

Álvaro Heidrich

Carlos Henrique Aigner

Cláudia Luíza Zeferino Pires

Dakir Larara Machado da Silva

Dilermando Cattaneo da Silveira

Dirce Maria Antunes Suertegaray

Helena Copetti Callai

Jaeme Luiz Callai

João Osvaldo Rodrigues Nunes

Laurindo Antonio Guasselli

Maíra Suertegaray Rossato

Nelson Rego

Roberto Verdum

Rosa Maria Vieira Medeiros

Sinthia Batista

**Realização**

**Sociedade Brasileira de Geologia**

**Diretoria Núcleo RS/SC:**

Diretora Presidente: Andréa Ritter Jelinek

Diretor Vice-Presidente: Carlos Augusto Sommer

Diretor Secretário: Lucas Debatin Vieira

Diretor Financeiro: Breno Leitão Weichel

Diretora de Programação Técnico-Científica: Rosemary Hoff

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

J47c

Jelinek, Andréa Ritter.

Contribuições à Geologia do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina /Andréa Ritter Jelinek e Carlos Augusto Sommer, organização – Sociedade Brasileira de Geologia - Porto Alegre : Compasso Lugar-Cultura, 2021.

504 p., il. col.

ISBN E-book: 978-65-89013-03-7

<https://doi.org/10.29327/537860>

1. Geologia 2.Sociedade Brasileira de Geologia 3. Coletâneas de textos I. Jelinek, Andréa Ritter II. Sommer, Carlos Augusto III. Título

CDD 551

CDU 551.1/.4

Bibliotecária Responsável: Catarina Strapação Guedes Vianna CRB-10/2469

Índices para catálogo sistemático:

1. Geologia 551



# Contribuições palinológicas para a estratigrafia da porção brasileira da Bacia de Pelotas

Paulo Alves de **Souza**<sup>1,2\*</sup>, Wagner Guimarães da **Silva**<sup>1</sup>, Eduardo **Premaor**<sup>1</sup>, Tiago Vier **Fischer**<sup>1</sup>,  
Renato Backes **Macedo**<sup>1</sup>, Rodrigo Rodrigues **Cancelli**<sup>1</sup>, Lidia Aumond **Kuhn**<sup>1,2</sup>

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

<sup>2</sup> Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

\*autor correspondente: paulo.alves.souza@ufrgs.br

## 1 INTRODUÇÃO

Microfósseis têm sido amplamente utilizados como ferramentas estratigráficas nas bacias sedimentares brasileiras. Com relação àqueles de parede orgânica (palinomorfos), as contribuições de Regali *et al.* (1974a, 1974b), baseadas essencialmente na sucessão de esporos e de grãos de pólen para todas as bacias da margem costeira, excetuando a Bacia de Pelotas (BP), constituem um marco pioneiro para o arcabouço bioestratigráfico dos depósitos mesozoicos e cenozoicos do país. Somente nas últimas duas décadas, os dados sobre os palinomorfos da seção pré-quadernária desta bacia foram progressivamente revelados, a partir da descrição e das análises bioestratigráfica e paleoambiental das seções atravessadas por poços profundos, perfurados pela Petrobras. Por outro lado, a seção quadernária é conhecida, em termos palinológicos, por meio de perfurações rasas na área emersa da bacia, com trabalhos, versando sobre as dinâmicas da sedimentação costeira e da evolução da vegetação nesta porção do continente, com maior concentração de estudos no Rio Grande do Sul (RS). Anjos-Zerfass *et al.* (2008) realizaram a mais recente síntese sobre a importância bioestratigráfica de determinados microfósseis ocorrentes na BP. De forma complementar, este trabalho objetiva apresentar uma síntese das contribuições palinológicas disponíveis para a bacia, enfatizando: (i) a variedade dos palinomorfos registrados e os significados (ii) biocronoestratigráfico e (iii) paleoambiental das associações.

## 2 CONTEXTO GEOLÓGICO E AMOSTRAGEM PALINOLÓGICA

A porção brasileira da BP abrange áreas do RS e de SC, extremo sul do país, aproximadamente entre os paralelos 28°S e 34°S. Como um todo, a bacia se limita, a norte, com a Bacia de Santos, e se estende, em território uruguaio, até sua fronteira sul, com a Cuenca de Punta del Este no Cabo de Polônio. Em superfície, confronta-se com o embasamento cristalino do RS, em que dominam granitoides e cinturões paleoproterozoicos metamorfizados, além de algumas unidades pertencentes à Bacia do Paraná. A origem e a evolução desta bacia estão intimamente relacionadas ao rifteamento do Gondwana e à abertura e evolução do Oceano Atlântico, resultando em um preenchimento sedimentar-magmático, que pode chegar a cerca de 8 km de espessura, de idades entre o Cretáceo e o Holoceno, distribuído em uma área de aproximadamente 210.000 km<sup>2</sup>. O detalhamento estratigráfico mais completo da bacia foi apresentado em Gonçalves *et al.* (1979), em Dias *et al.* (1994) e em Fontana (1996), com base em dados litostratigráficos, de estratigrafia de sequências e de sismoestratigrafia, respectivamente. De acordo com a carta estratigráfica mais recente para a bacia (Bueno *et al.*, 2007), os depósitos basais correspondem às supersequências Rife e Pós-Rife (Cretáceo Inferior). A Supersequência Drifte é a mais expressiva, em termos de representação volumétrica, incluindo complexa heterogeneidade de fácies, distribuídas entre o Albiano e o Recente. A porção emersa da bacia é capeada por depósitos continentais litorâneos, em que se destaca o registro de, pelo menos, quatro sistemas laguna-barreiras, decorrentes de fases transgressivo-regressivas, ao longo dos últimos 400 ka (Villwock *et al.*, 1986; Villwock & Tomazelli, 1995; Tomazelli & Villwock, 2000). Embora a maioria das

perfurações realizadas na porção emersa seja restrita a depósitos de idade entre o Pleistoceno e o Holoceno, poços mais profundos têm alcançado idades miocênicas, datadas por métodos micropaleontológicos, conforme sintetizado em Anjos-Zerfass *et al.* (2008).

Na Figura 1 é apresentada a localização dos poços sobre os quais há informações palinológicas publicadas, incluindo as perfurações profundas na porção *offshore* e as perfurações rasas *onshore*. O detalhamento geográfico e os resultados geocronológicos de cada sítio constam na Tabela 1.

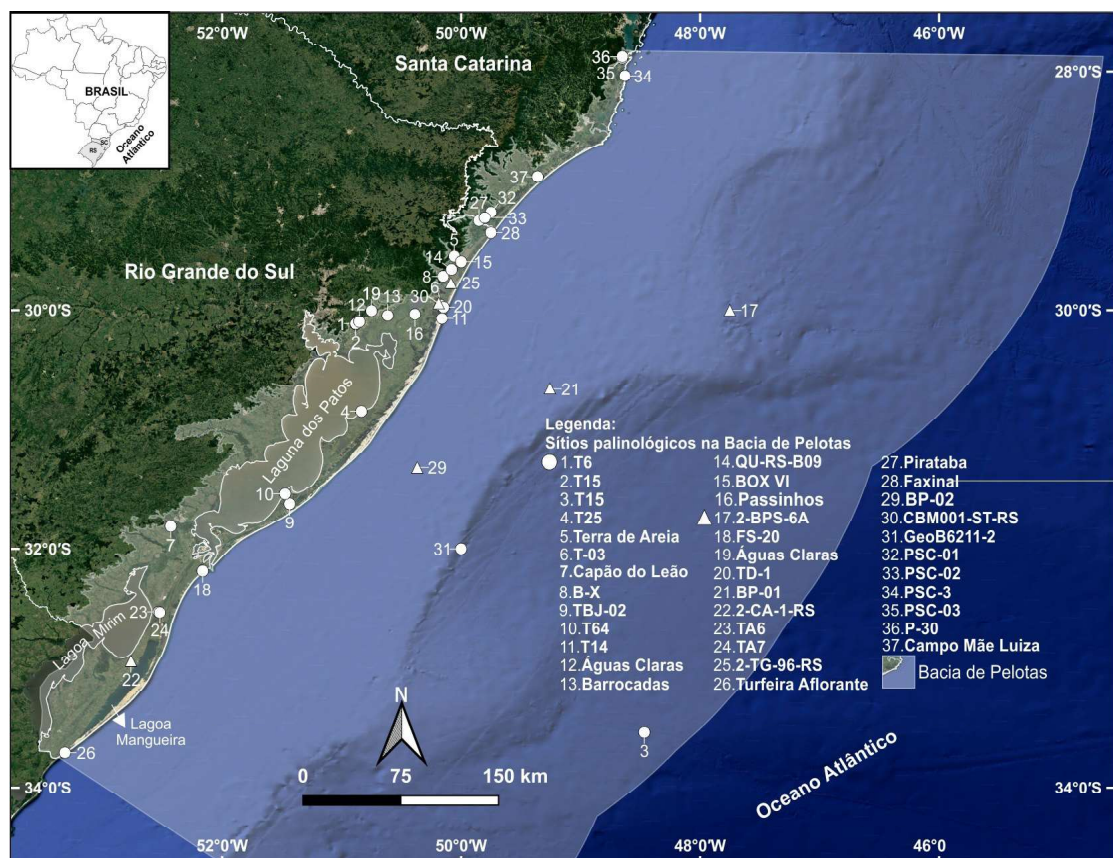
## 3 PALINOMORFOS

De modo geral, esporos, grãos de pólen e dinoflagelados (protistas aquáticos, principalmente, marinhos) são os palinomorfos comumente registrados nas bacias sedimentares mesozoicas e cenozoicas brasileiras. Esporos e hifas de fungos, palinoforaminíferos, cistos de algas das classes Prasinophyceae, Chlorophyceae e Zygnemaphyceae também podem ser encontrados, bem como acritarcos (vesículas de afinidade biológica incerta), representantes do microplâncton, ovos de copépodes, escolocodontes e tintinomorfos (assemelhados a restos orgânicos de protistas tintinídeos), geralmente, em quantidades subordinadas. A seguir, serão apresentadas as principais contribuições palinológicas para a BP, de acordo com os grupos de palinomorfos registrados.

### 3. 1 Grãos de pólen e esporos

Os dados mais robustos, registrados até o momento, sobre esporomorfos foram apresentados por Premaor (2016), envolvendo espesso pacote estratigráfico do Albiano ao Plioceno, ampliando os dados apresentados por Premaor *et al.* (2010), por





**Figura 1** – Localização da área de abrangência da Bacia de Pelotas e dos sítios amostrados, com informações palinológicas. Pontos representados por círculos: ocorrências quaternárias; por triângulos: ocorrências pré-quaternárias (detalhamento na Tabela 1).

Silva *et al.* (2011, 2015) e por Fischer *et al.* (2013). A partir da análise de 535 níveis dos poços BP-01 e BP-02, Premaor (2016) identificou 91 táxons de esporos e de grãos de pólen, incluindo cinco, relativos a briófitas, 27, a pteridófitas, 21, a gimnospermas e 38, a angiospermas.

Durante o Cretáceo, a associação de miósporos é diversificada, com destaque aos gêneros *Inaperturopollenites*, *Circulina*, *Clasopollis* e *Callialasporites*, representantes da flora gimnospérmica, além de *Exesipollenites*, de *Equisetosporites*, de *Gnetaceapollenites*, de *Steevesipollenites*, de *Anacolosidites* e de *Tricestecillus*. Entre os esporos, destacam-se os dos gêneros *Cicatricosisporites*, *Interulobites*, *Triporoletes* e *Foveosporites*. O registro de esporomorfos na seção paleogênica da bacia apresenta um decréscimo de representatividade, quando comparada aos estra-

tos do Cretáceo. Para o Paleoceno e para o Eoceno, são constatadas baixa frequência e riqueza, com registros dos gêneros angiospérmicos *Ulmoideipites*, *Tricolporites*, *Retitricolporites* e *Scabraperiporites*, além de *Podocarpidites* (Coniferophyta). A seção oligocena é caracterizada por expressiva contribuição de elementos continentais e por alta riqueza de grãos de pólen, destacando-se os gêneros *Ephedripites*, *Retitricolporites*, *Podocarpidites* e *Tricolporites*, enquanto grãos de pólen tricolporados e porados (*Perisyncolporites pokorny*) e espécimes dos gêneros *Scabraperiporites* e *Malvacipollis* passam a apresentar maiores riqueza e frequência. A recuperação na riqueza e na frequência, observada nos registros de miósporos, durante o Oligoceno, se mantém, a partir do Neógeno. Para o Mioceno, os gêneros *Podocarpidites*, *Retitricolporites*, *Araucariacites*,

*Tricolpites*, *Ephedripites*, *Psilaperiporites*, *Echiperiporites* e *Echitricolporites* são expressivos e, entre os esporos, destacam-se os dos gêneros *Verrucatosporites*, *Lycopodiumsporites*, *Laevigatosporites* e *Polypodia-ceoisporites*. A maioria dos táxons do neogênicos se mantém nos depósitos do Plioceno.

A flora continental em seções quaternárias é testemunhada, por meio de ampla riqueza palinológica, em sua maioria, relacionada às angiospermas. As associações de grãos de pólen e de esporos nas amostras sedimentares, concomitantemente à presença de outros elementos, revelam distintas fitofisionomias, como, por exemplo, comunidades higrófilas e halófitas, campos e matas. As seguintes famílias são representadas: Amaranthaceae, Anacardiaceae, Apiaceae, Aquifoliaceae, Apocynaceae, Arecaceae, Asteraceae (subfamílias Asteroideae e Cichorioideae), Boraginaceae, Bignoniaceae, Bromeliaceae, Cannabaceae, Caryophyllaceae, Combretaceae, Convolvulaceae, Cucurbitaceae, Cunoniaceae, Cyperaceae, Droseraceae, Ericaceae, Eriocaulaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Gunneraceae, Iridaceae, Lamiaceae, Lentibulariaceae, Liliaceae, Loranthaceae, Lythraceae, Malpighiaceae, Malvaceae, Melastomataceae, Meliaceae, Moraceae, Myrtaceae, Onagraceae, Passifloraceae, Poaceae, Polygalaceae, Polygonaceae, Portulacaceae, Plantaginaceae, Primulaceae, Proteaceae, Rhamnaceae, Rubiaceae, Sapindaceae, Scrophulariaceae, Smilacaceae, Typhaceae, Thymelaeaceae, Urticaceae, Valerianaceae, Verbenaceae e Winteraceae (angiospermas); Ephedraceae e Podocarpaceae (gimnospermas); Lycopodiaceae e Selaginellaceae (licófitas): Osmundaceae, Blechnaceae, Pteridaceae, Salviniaceae, Polypodiaceae, Cyatheaceae e Dryopteridaceae (monilófitas); e Notothyladaceae e Sphagnaceae (briófitas). É importante ressaltar que a riqueza palinológica, aqui mencionada, não se

compara ao registro botânico dos táxons modernos, conquanto há diversos processos tafonômicos, que resultam em uma enorme perda de informação ecológica.

### 3.2 Fungos

Nas associações palinológicas pré-quaternárias, fungos dispersos estão frequentemente representados em alguns intervalos do Cretáceo (Premaor *et al.*, 2010), do Paleógeno (Fischer *et al.*, 2013) e do Neógeno (Silva *et al.*, 2015). Entretanto, estes elementos ainda são pouco detalhados, do ponto de vista taxonômico, e praticamente subutilizados, como marcadores bioestratigráficos. O trabalho mais relevante, envolvendo as ocorrências destes organismos na BP, foi realizado por Premaor *et al.* (2018a), a partir de sedimentos marinhos miocênicos dos poços BP-01 e CBM001-STRS. Entre os 89 morfotipos de fungos documentados, destaca-se a presença de diversos exemplares dos grupos Amerosporae, Didymosporae, Phragmosporae e Microthyriales, alguns dos quais são utilizados como importantes fósseis-guia do Mioceno. A ocorrência destes táxons, em conjunto com esporos pteridófitos e com grãos de pólen, tem auxiliado nas inferências paleoambientais, reforçando a hipótese de condições de umidade em climas não tropicais, durante o Mioceno.

### 3.3 Dinoflagelados

Cistos de dinoflagelados têm sido abundantemente documentados em seções pré-quaternárias, principalmente, nos poços *offshore*. Na seção quaternária, ocorrem mais pontualmente em determinados intervalos. Os registros mais antigos destes microfósseis foram noticiados por Arai *et al.* (2006), os quais identificaram assembleias palinológicas aptianas em um intervalo do



**Tabela 1** – Relação dos sítios palinológicos na Bacia de Pelotas, localizados na Figura 1. Abreviações sobre a geocronologia: A) Bioestratigrafia com foraminíferos; B) Bioestratigrafia com palinomorfos; e C) Idades radiométricas.

Sítio	Localidade (Fig. 1)	Geocronologia	Referência
<b>Rio Grande do Sul</b>			
1	Águas Claras (T6)	Sem informação	Burjack & Marques-Toigo (1980)
2	Águas Claras (T15)	Sem informação	Burjack & Marques-Toigo (1980)
3	Cone do Rio Grande (T15)	Pleistoceno Superior-Holoceno <sup>(a)</sup>	Lorscheitter (1983, 1988, 1989), Lorscheitter & Romero (1985)
4	Laguna dos Patos (T25)	Holoceno Médio-Superior <sup>(c)</sup>	Cordeiro & Lorscheitter (1994)
5	Terra de Areia	Pleistoceno Superior-Holoceno Superior <sup>(c)</sup>	Neves & Lorscheitter (1992, 1995)
6	Laguna de Tramandaí (T-03)	Holoceno Médio-Superior <sup>(c)</sup>	Lorscheitter & Dillenburg (1998)
7	Capão do Leão	Holoceno Médio-Superior <sup>(c)</sup>	Neves (1998), Neves & Bauermann (2001)
8	Vale do Rio Maquiné (B-X)	Sem informação	Medeanic et al. (2000), Marques-Toigo et al. (2002)
9	Bojuru (TBJ-02)	Holoceno Médio <sup>(c)</sup>	Medeanic et al. (2001), Medeanic (2006)
10	Laguna dos Patos (T64)	Holoceno Médio <sup>(c)</sup>	Medeanic et al. (2001), Medeanic (2006)
11	Jardim do Éden (T14)	Holoceno Médio <sup>(c)</sup>	Medeanic et al. (2003), Medeanic (2006)
12	Águas Claras	Holoceno Inferior-Superior <sup>(c)</sup>	Bauermann (2003)
13	Barrocadas	Pleistoceno Superior-Holoceno Superior <sup>(c)</sup>	Bauermann (2003)
14	Lagoa dos Quadros (QU-RS-Bog)	Holoceno Médio-Superior <sup>(c)</sup>	Meyer et al. (2005a)
15	Lagoa Itapeva (BOX VI)	Holoceno Médio <sup>(c)</sup>	Meyer et al. (2005b)
16	Passinhos	Holoceno Inferior-Superior <sup>(c)</sup>	Macedo et al. (2007)
17	2-BPS-6A	Cretáceo <sup>(b)</sup>	Arai (2007)
18	Cassino (FS-20)	Holoceno Médio <sup>(c)</sup>	Medeanic et al. (2009)
19	Águas Claras	Pleistoceno Superior-Holoceno Superior <sup>(c)</sup>	Medeanic & Silva (2010)
20	Laguna de Tramandaí (TD-1)	Século XX <sup>(c)</sup>	Medeanic et al. (2010)
21	Plataforma Continental (BP-01)	Cretáceo-Plioceno <sup>(b)</sup>	Premaor et al. (2010, 2017, 2018a), Fischer et al. (2013), Menezes (2014), Premaor (2016)
22	Curral Alto (2-CA-1-RS)	Mioceno-Pleistoceno <sup>(b)</sup>	Silva et al. (2011)
23	Taim (TA6)	Pleistoceno Superior-Holoceno Médio <sup>(c)</sup>	Kley (2012)
24	Taim (TA7)	Pleistoceno Superior-Holoceno Médio <sup>(c)</sup>	Kley (2012)
25	Capão da Canoa (2-TG-96-RS)	Mioceno Superior-Plioceno Inferior <sup>(b)</sup>	Silva et al. (2015)
26	Hermenegildo (Turfeira Aflorante)	Holoceno Médio-Superior <sup>(c)</sup>	Masseto & Lorscheitter (2014, 2016, 2019)
27	Pirataba	Pleistoceno Superior-Holoceno Superior <sup>(c)</sup>	Roth & Lorscheitter (2016), Roth et al. (2020)
28	Torres (Faxinal)	Holoceno Médio-Superior <sup>(c)</sup>	Roth & Lorscheitter (2016), Roth et al. (2020)
29	Plataforma Continental (BP-02)	Cretáceo-Plioceno <sup>(b)</sup>	Premaor (2016), Premaor et al. (2017, 2018a)
30	Osório (CBM001-ST-RS)	Mioceno <sup>(b)</sup>	Premaor et al. (2018b, 2020)
31	Plataforma Continental (GeoB6211-2)	Pleistoceno Superior-Holoceno Superior <sup>(c)</sup>	Gu et al. (2018)
<b>Santa Catarina</b>			
32	Santa Rosa do Sul (PCSC-01)	Holoceno Médio-Superior <sup>(c)</sup>	Cancelli (2012), Cancelli et al. (2012a, 2012b)
33	São João do Sul (PCSC-02)	Holoceno Médio-Superior <sup>(c)</sup>	Cancelli (2012), Cancelli et al. (2012a, 2012b)
34	Garopaba (PCSC-3)	Holoceno Médio-Superior <sup>(c)</sup>	Kuhn et al. (2017)
35	Pinheira (PSC-03)	Holoceno Médio-Superior <sup>(c)</sup>	Silva et al. (2017), Silva & Souza (2019)
36	Pinheira (P-30)	Pleistoceno Superior <sup>(c)</sup>	Dillenburg et al. (2019)
37	Araranguá (Campo Mãe Luiza)	Holoceno Médio-Superior <sup>(c)</sup>	Val-Peón et al. (2019)

poço 2-BPS-6A. Posteriormente, novos achados foram realizados por Premaor et al. (2010) na seção cretácea, datada entre o Albiano e o Campaniano, advindas dos poços BP-01 e BP-02, enquanto Fischer et al.

(2013) divulgaram associações paleocênicas e eocênicas dos mesmos poços. Estudos de natureza paleoambiental com esses palinomorfos foram apresentados por Menezes (2014) e por Menezes et al. (2016), para in-

tervalos selecionados entre o Cretáceo e o Neógeno. Associações miocênicas, neogênicas e neogênicas-pleiocênicas foram recuperadas nos poços CBM001-ST-RS (Premaor *et al.*, 2021), 2-TG-96-RS (Silva *et al.*, 2015) e 2-CA-1-RS (Silva *et al.*, 2011), respectivamente.

O estudo mais relevante sobre cistos de dinoflagelados, em termos de abrangência estratigráfica, é o de Premaor (2016), com base na distribuição vertical das associações de cistos de dinoflagelados recuperadas de 535 níveis dos poços BP-01 e BP-02 em depósitos do Albiano ao Plioceno da porção *offshore*. Os resultados taxonômicos foram divulgados em Premaor *et al.* (2017, 2018b): entre os 214 táxons reconhecidos, quatro são referentes à Ordem Ptychodiscales, 139 são pertencentes à Ordem Gonyaulacales e 76 compreendem à Ordem Peridinales.

Nas seções quaternárias da bacia, cistos de dinoflagelados têm sido frequentemente identificados, em conjunto com outros elementos marinhos, representados por um número reduzido de táxons, geralmente, referidos como *Operculodinium* spp., *Operculodinium centrocarpum*, *Spiniferites* spp. e *Spiniferites mirabilis*. Além da baixa riqueza de gêneros identificados, a representação quantitativa de espécimes, em relação à assembleia palinológica, também é bastante reduzida: *ca.* 5% das associações (*e.g.* Macedo *et al.*, 2007; Kuhn *et al.*, 2017). Nesses estudos, a maior atenção foi empregada na identificação detalhada dos esporomorfos, a fim de obter resultados sobre a dinâmica da vegetação.

No trabalho desenvolvido na porção média do Cone do Rio Grande (Lorscheitter & Romero, 1985) (sítio 3 da Fig. 1), em determinadas amostras, cistos de dinoflagelados constituem, até, 99,8% da associação, assignados a *Operculodinium centrocarpum* e a *Spiniferites mirabilis*; os demais foram referidos como “cistos de dinoflagelados indetermina-

dos”. Em sedimentos marinhos da plataforma continental do RS (sítio 31 da Fig. 1), Gu *et al.* (2018) apresentaram uma lista mais numerosa de táxons cistos de dinoflagelados. Recentemente, Silva & Souza (2019) aplicaram técnicas de processamento diferenciadas em amostras da Planície Costeira de SC, visando à recuperação de cistos de dinoflagelados heterotróficos. Como resultado, além dos gêneros comumente registrados (*Operculodinium* e *Spiniferites*), foram constatados, pela primeira vez para depósitos da porção emersa da bacia, os táxons *Brigantedinium* spp., *Brigantedinium simplex*, *Lejeunecysta* spp., *Slenopemphix nephroides* e *Selenopemphix quanta*.

### 3.4 Palinoforaminíferos

Embora geralmente subordinados, quantitativamente, a outros palinomorfos, palinoforaminíferos têm sido recuperados com frequência nas seções cretácea (Premaor *et al.*, 2010; Premaor, 2016), paleógena (Fischer *et al.*, 2013) e neógena (Silva *et al.*, 2011, 2015; Premaor *et al.*, 2021). Depósitos quaternários, quando presentes, constituem elementos indicativos de influência marinha, juntamente aos cistos de dinoflagelados e aos acritarcos. Esforços têm sido realizados na comparação morfológica de espécies calcárias, ocorrentes em associação com os palinoforaminíferos, buscando maior acurácia nas suas identificações, com resultados ainda inéditos.

### 3.5 Acritarcos

Fischer *et al.* (2013) recuperaram acritarcos pertencentes à espécie *Baltisphaeridium angulosum* em associações, relacionadas à passagem Cretáceo-Paleógeno (poço BP-01), junto a cistos de dinoflagelados, a palinoforaminíferos, a ovos de copépodes e a grãos de pólen. Silva *et al.* (2011)



registraram acritarcos não determinados no topo de uma seção do poço 2-CA-1-RS, posicionada entre o Plioceno e o Quaternário, em associação com cistos de dinoflagelados, com foraminíferos e com ostracodes. Espécimes atribuídos à *Quadrina? condita* foram constatados na base de uma seção miocênica do poço 2-TG-96-RS, juntamente com cistos de dinoflagelados e com foraminíferos bentônicos e planctônicos. *Quadrina? condita* também foi documentada nos depósitos miocênicos do poço CBM001-ST-RS por Premaor et al. (2021). Em seções quaternárias da bacia, o gênero *Michrystridium* tem sido frequentemente recuperado, em níveis em que cistos de dinoflagelados e de palinoforaminíferos ocorrem, sempre associados a níveis com influência marinha (e.g. Cordeiro & Lorcheitter, 1994; Medeanic et al., 2001). Kuhn et al. (2017) identificaram dois espécimes de acritarcos (Acritarco sp. 1 e Acritarco sp. 2) e formas atribuíveis ao gênero *Michrystridium*. As duas primeiras são comparáveis a ocorrências na costa argentina, em níveis holocênicos, com influência marinha.

### 3.6 Tintinomorfos

A revisão realizada por Silva et al. (2017) constitui o primeiro esforço de descrição e de ilustração detalhada deste grupo na BP e, provavelmente, para a margem continental brasileira, incluindo seis tipos morfológicos, originalmente propostos por Van Waveren (1994), com base em material do Holoceno do Mar de Banda (Indonésia). Os autores trazem comparações das formas posicionadas neste grupo com outras ocorrências do sul do Brasil, do sul da América do Sul e de outras regiões do mundo. Ainda que de forma subordinada, estes ocorrem na BP, junto a outros palinomorfos de natureza marinha, tais como cistos de dinoflagelados, palinoforaminíferos, acritarcos e ovos de copodes.

## 4 BIOESTRATIGRAFIA

Anjos-Zerfass et al. (2008) realizaram a revisão mais completa sobre as propostas de zoneamento bioestratigráfico, com base em microfósseis calcários (foraminíferos, ostracodes, nanofósseis) registrados da bacia. Contudo, até aquele momento, os dados palinológicos correspondiam a estudos preliminares. Posteriormente, intervalos específicos dos poços BP-01, CBM-001-ST-RS, 2-CA-1-RS e 2-TG-96-RS foram detalhadamente estudados, revelando associações palinológicas do Campaniano (Premaor et al., 2010), da passagem Cretáceo-Paleógeno (Fischer et al., 2013), do Mioceno (Premaor et al., 2021) e do Mioceno-Plioceno (Silva et al., 2011, 2015).

A contribuição inédita de Premaor (2016) abordou um intervalo estratigráfico mais robusto, em termos de espessura e de representação temporal, incluindo amostras dos poços BP-01 e BP-02, de idades entre o Albiano e o Plioceno. Um total de 16 palinozonas foram discriminadas, com base nos níveis de desaparecimento de táxons de cistos de dinoflagelados, calibradas pelas zonas de nanofósseis calcários (Gomide, 1989). A integração dos dados palinoestratigráficos de tais poços é materializada na Figura 2, com tentativas de correlação lateral, a partir do reconhecimento de idades. O padrão de distribuição estratigráfica observado corrobora dados anteriores de microfósseis calcários, com representação de idades pré-miocênicas, restritas aos poços *offshore*, mais profundos; associações miocênicas a pliocênicas foram reconhecidas, de modo mais amplo, em toda a bacia.

## 5 EVOLUÇÃO PALEOAMBIENTAL

A maior completitude dos dados palinológicos pré-quaternários é advinda da análise dos poços BP-01 e BP-02. As associa-

ções registradas são numerosas e diversificadas, com o registro de representantes da palinoflora terrestre e de táxons de natureza marinha. Cistos e dinoflagelados, esporos (briófitas e pteridófitas) e grãos de pólen se destacam em frequência e em número de espécies. Os dados apresentados na Figura 3 têm base na riqueza de espécies destes táxons nos poços supramencionados, não refletindo, necessariamente, a participação relativa dos grupos.

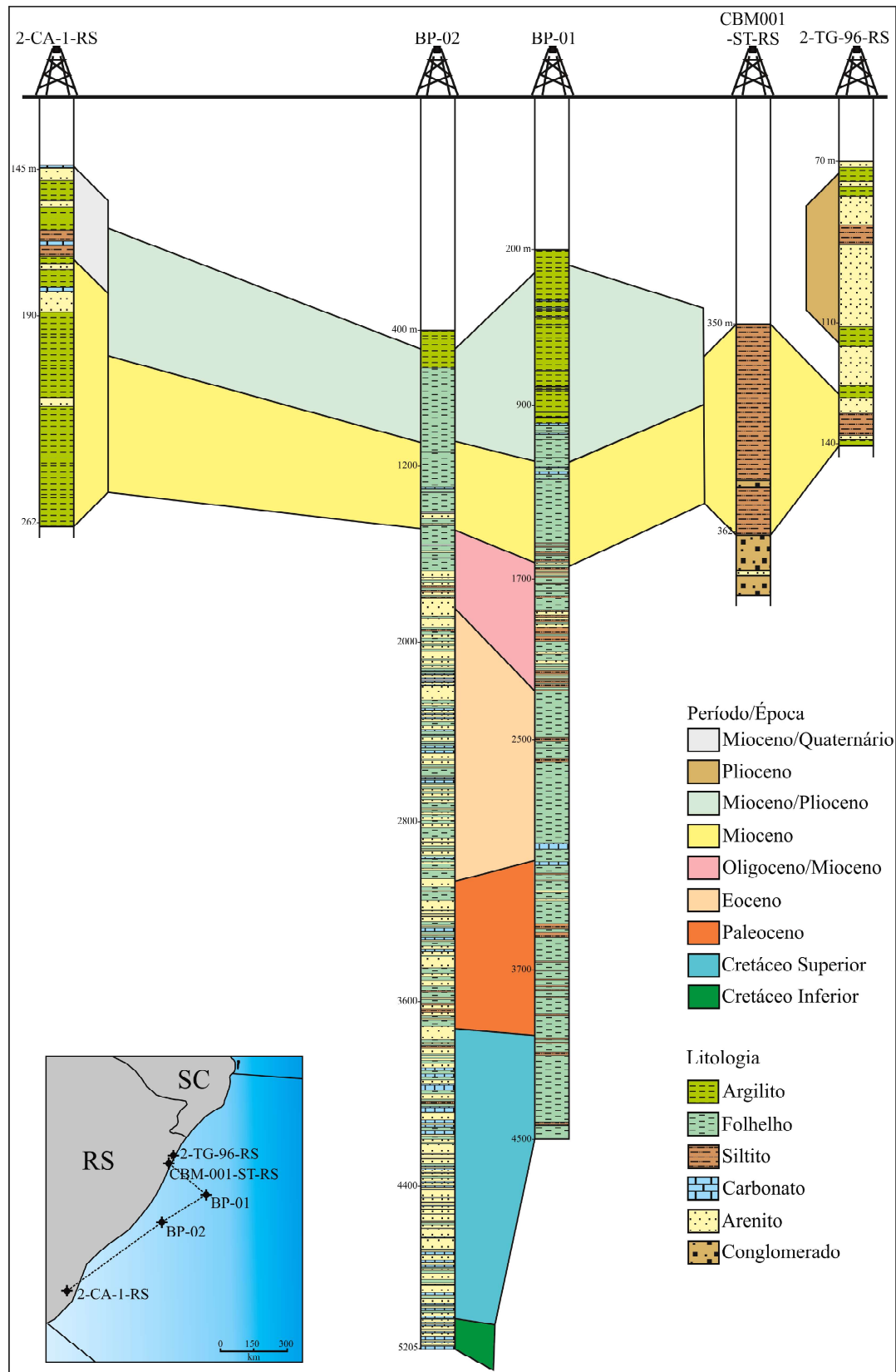
De forma geral, as associações do Cretáceo Inferior apresentam baixa riqueza específica, ao contrário dos conjuntos palinológicos verificados no Cretáceo Superior, em cujos depósitos é constatado aumento significativo do número de táxons. No Cretáceo Superior, cistos de dinoflagelados passam a ter maior representatividade de formas peridinioides e gonyaulacoides, seção também marcada por expressiva contribuição de elementos continentais. Nas associações paleocênicas, cistos de dinoflagelados de natureza mais cosmopolita foram verificados, tais como *Palaeoperidinium pyrophorum*, *Cerodinium striatum*, *Trithyrodinium evittii*, *Eisenackia reticulata* e *Disphaerogena carposphaeropsis*. Esporos e grãos de pólen mostram um decréscimo significativo da riqueza de espécies, representados, mais raramente, por *Ulmoideipites krempii*.

Expressivo número de elementos marinhos foi documentado nos intervalos eocênicos, com táxons de caráter endêmico de altas latitudes do Hemisfério Sul, tais como *Enneadocysta dictyostila*, *Deflandrea antarctica* e *Octodinium askiniae*; esporomorfo são menos numerosos, representados, mais localmente, por *Clovifera triplex* e por *Ulmoideipites krempii*. Nos intervalos correspondentes ao Oligoceno, ocorre um decréscimo significativo de riqueza específica dos cistos de dinoflagelados; esporos e grãos de pólen apresentam tendência de estabilidade em

número de espécies, em relação aos do Eoceno. Um incremento significativo de espécies de cistos de dinoflagelados ocorre no Mioceno, enquanto esporomorfo são menos abundantes. Para o Plioceno, esporos e grãos de pólen apresentam características similares às registradas para os do Mioceno, em número de espécies; já cistos de dinoflagelados demonstram decréscimo significativo.

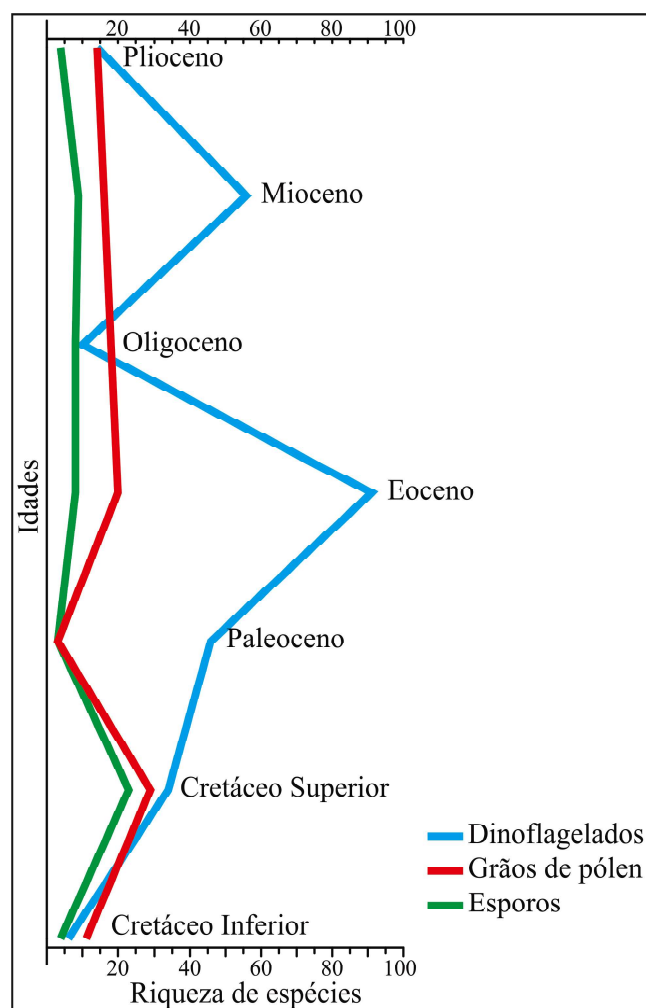
Para o Quaternário, os dados palinológicos dos poços perfurados na porção emersa da BP são mais robustos do que aqueles, advindos dos poços *offshore*. Os trabalhos relacionados objetivaram o estudo das oscilações do nível relativo do mar, bem como variações climáticas e dinâmicas de distribuição da vegetação, a maioria dos quais, com controle geocronológico de datações radiocarbônicas (Tabela 1). Na Figura 4, é apresentada uma síntese sobre os resultados obtidos, enfatizando a influência marinha nos diversos sítios palinológicos, denotada pelo reconhecimento de táxons de cistos de dinoflagelados, de palinoforaminíferos e de acritarcos. Para retratar os eventos paleoambientais entre o Pleistoceno Superior e o Recente da bacia, quatro fases são discriminadas aqui, com ênfase no significado das mudanças nos ecossistemas vegetais. A distribuição dos sítios em que ocorrem é representada na Figura 5, na qual os ambientes foram agrupados, a partir das interpretações paleoambientais, advindas dos trabalhos consultados, com registro de táxons da flora terrestre de distintos subambientes (campo, banhado, turfeira, pântano, mata de restinga, mata paludosa, laguna, lagoa, lago e estuário) e de táxons marcadores de influência marinha (cistos de dinoflagelados, acritarcos e palinoforaminíferos).

Na Fase I (41.000-11.000 anos AP), ocorre o domínio de formações campestres e raros táxons, correspondentes à vegetação arbóreo-arbustiva pioneira. Palinomorfo



**Figura 2** – Correlação estratigráfica dos poços, com informações palinoestratigráficas disponíveis para a seção do Albiano ao Plioceno da Bacia de Pelotas (Silva *et al.*, 2011, 2015; Premaor, 2016; Premaor *et al.*, 2020).



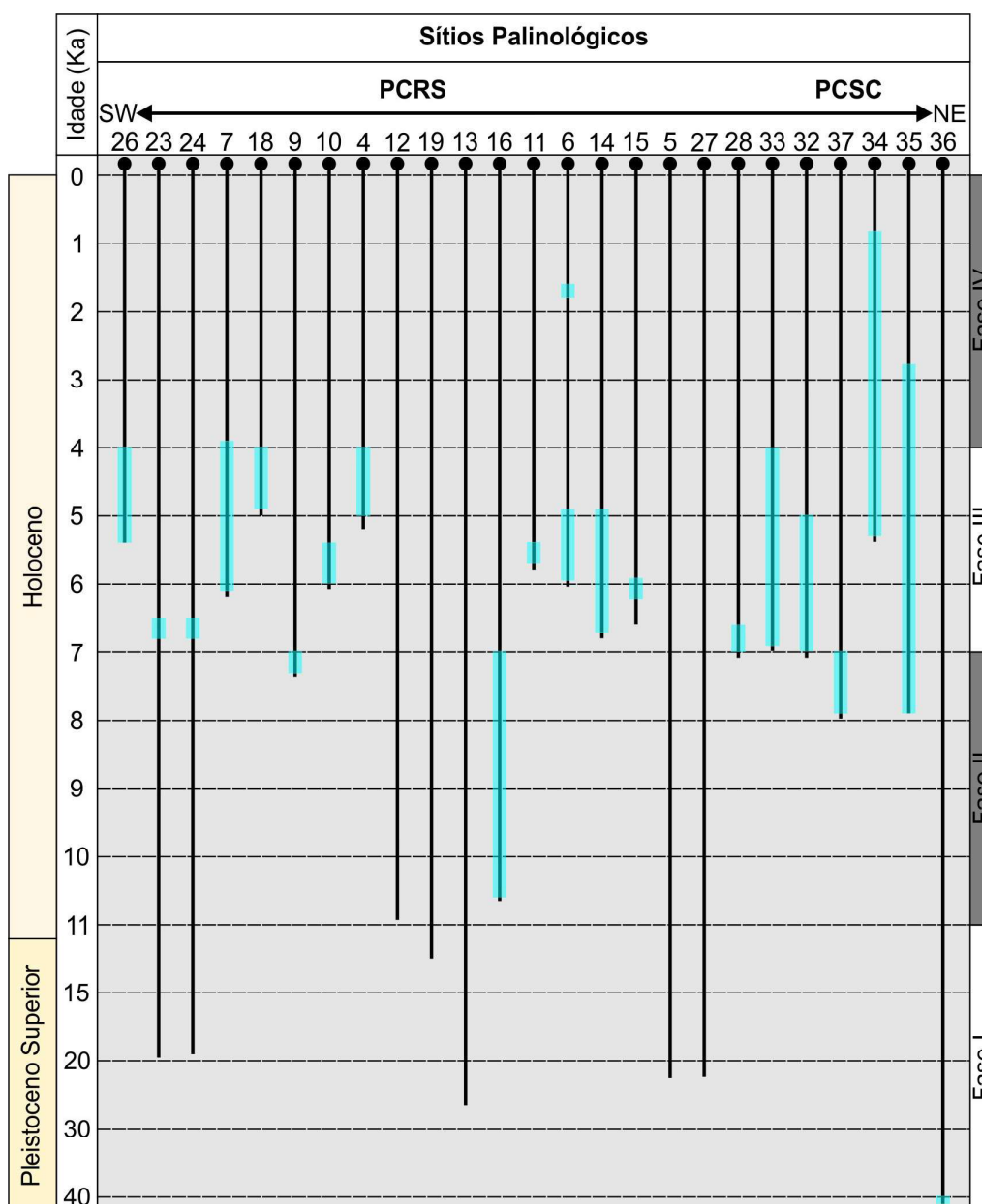


**Figura 3** – Gráfico de riqueza dos táxons de esporos, dos grãos de pólen e dos cistos de dinoflagelados, distribuídos nos poços BP-01 e BP-02, na porção *offshore* da Bacia de Pelotas (inédito de Premaor, 2016).

marinhos (cistos de dinoflagelados, palinoforaminíferos e acritarcos) foram registrados na base do testemunho do sítio 36 (ca. 41.000 anos AP). Na Fase II (11.000-7.000 anos AP), a fitofisionomia continua marcada pela vegetação campestre, porém a flora arbóreo-arbustiva pioneira recrudescer, em resposta ao clima mais quente do Holoceno. Neste contexto, a Mata Atlântica migrou gradualmente da região Sudeste para a região Sul. Nessa fase, já é possível identificar os efeitos da ingressão marinha sobre a planície costeira (sítios 9, 16, 35 e 37) (Fig. 4-5). Na Fase III (7.000-4.000 anos AP), a vegetação arbóreo-arbustiva nos campos litorâneos continua a se desenvolver, sobretudo, em áreas mais interiorizadas da planície costeira

(sítios 5, 12, 13, 19 e 27). Na maioria dos sítios (4, 6, 7, 9, 10, 11, 14, 15, 18, 23, 24, 26, 28, 32, 33, 34, 35 e 37), a ingressão marinha foi documentada, por meio do registro de cistos de dinoflagelados, de acritarcos e de palinoforaminíferos. Na Fase IV (4.000 anos AP-Recente), concomitantemente ao evento regressivo marinho, registra-se expansão da Mata Atlântica (de oeste para leste), configurando as distintas fitofisionomias arbóreo-arbustivas nos campos litorâneos, tais como as matas de restinga psamófilas e paludosas (*e.g.* Lorscheitter, 2003).

Embora a transgressão tenha sido generalizada, alguns sítios palinológicos (5, 12, 13, 19, 27) não documentam a influência marinha, o que pode ser resultante do grau

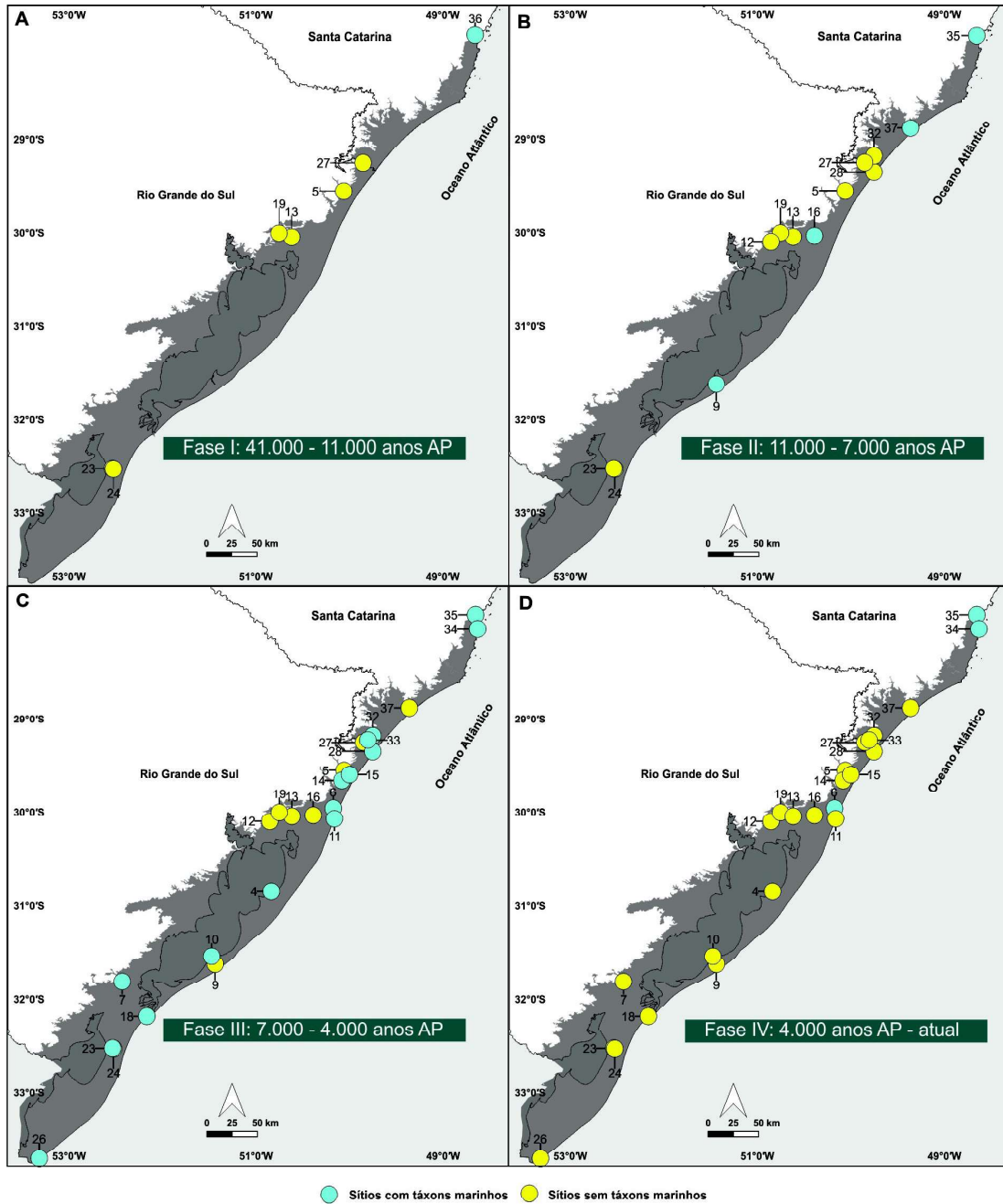


**Figura 4** – Fases ambientais reconhecidas nas perfurações, com informações palinológicas realizadas na Planície Costeira do Rio Grande do Sul (PCRS) e na Planície Costeira de Santa Catarina (PCSC), em um transecto sudoeste-nordeste. As seções hachuradas em azul indicam o registro da influência marinha nos sítios (detalhamento dos sítios na Tabela 1).

de isolamento e da distância que os distintos sítios deposicionais possuem, em relação à linha de costa (Figs. 4 e 5). As evidências palinológicas das oscilações marinhas estão de acordo com os resultados de importantes trabalhos, que versam sobre a evolução costeira do país (*e.g.* Tomazelli & Villwock, 1995; Angulo *et al.*, 2006; Dillenburger *et al.*, 2009).

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão do conhecimento palinológico da BP permite destacar alguns aspectos relevantes, com relação aos avanços e às perspectivas de estudos. O conhecimento palinológico da bacia foi expressivamente incrementado nas últimas duas décadas, advindo, exclusivamente, de perfurações, seja na por-



**Figura 5** – Sítios palinológicos perfurados, ao longo da Planície Costeira do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, com ou sem registro de táxons de influência marinha, organizados cronologicamente, conforme fases apresentadas no texto: A) Fase I: 41.000-11.000 anos AP; B) Fase II: 11.000-7.000 anos AP; C) Fase III: 7.000-4.000 anos AP; D) Fase IV: 4.000 anos AP-atual (a área em cinza escuro representa a porção emersa atual da Bacia de Pelotas).

ção *onshore*, com maior número de sítios, seja na porção *offshore*, a partir de pouco poços disponíveis. Contudo, a seção atravessada nos poços *offshore* corresponde ao trecho estratigráfico de maiores amplitude volumétrica e abrangência temporal (Cretáceo Inferior ao Recente). Estudos bioestratigráficos iné-

ditos apontam para a subdivisão dos depósitos cretáceos a pliocênicos em, pelo menos, 16 palinozonas, com atribuições de idades e de correlação entre os poços *offshore* e *onshore*, alguns dos quais com integração bicronoestratigráfica de nanofósseis e de foraminíferos calcários. Idades do Cretáceo



Inferior ao Plioceno têm sido verificadas nos poços profundos *offshore* e *onshore*; estes últimos, documentando depósitos de idade miocênica ao Recente. Em termos taxonômicos, destaca-se o aprofundamento na identificação de cistos de dinoflagelados das associações do Cretáceo ao Recente, com resultados descritivos publicados, colaborando no preenchimento desta lacuna de conhecimento para a margem costeira brasileira. Técnicas de recuperação e de análise têm sido particularmente empregadas para os materiais quaternários, resultando na recuperação de um número expressivo de determinados palinórfos, tais como de cistos de dinoflagelados desconhecidos, além do aprimoramento taxonômico dos tintinórfos, grupo, até então, com pouco aprofundamento sistemático.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPERGS, pelo subsídio a alguns dos trabalhos de conclusão de curso e de pós-graduação dos coautores (Processo 1012119). PAS e LAK são bolsistas do CNPq (processos 313340/2018-8 e 141324/2017-1, respectivamente).

## REFERÊNCIAS

- Angulo, R. J., Lessa, G. C. & Souza, M. C. 2006. A critical review of mid- to late-Holocene sea-level fluctuations on the eastern Brazilian coastline. *Quaternary Science Reviews*, 25(5-6): 486-506.
- 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-suplemento): 47-62.
- Arai, M., Masare, 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 e SIMPÓSIO DO TERCIÁRIO DO BRASIL*, 7., 2006, Rio Claro. *Boletim de Resumos*. Rio Claro, p. 12.
- Bauermann, S. G. 2003. *Análises palinológicas e mudanças paleovegetacionais nas turfeiras de Barrocadas e Águas Claras, Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil*. Porto Alegre, 139p. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Bueno, G. V., Zacharias, A. A., Oreiro, S. G., Cupertino, J. A., Falkenhein, F. U. H. & Martins Neto, M. A. 2007. Bacia de Pelotas. *Boletim de Geociências da Petrobras*, 15(2): 551-559.
- Burjack, M. I. A. & Marques-Toigo, M. M. 1980. Caracterização palinológica da turfeira da região de Águas Claras, município de Viamão - RS, Brasil. *Boletim IG-USP*, 11: 181-189.
- Cancelli, R. R. 2012. Evolução paleoambiental da Planície Costeira sul-catarinense (Lagoa do Sombrio) durante o Holoceno, com base em dados palinológicos. Porto Alegre, 159p. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Cancelli, R. R., Souza, P. A. & Neves, P. C. P. 2012a. Fungos, criptógamas e outros palinórfos holocênicos (7908±30 anos AP-atual) da Planície Costeira sul-catarinense, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 26(1): 20-37.
- Cancelli, R. R., Souza, P. A. & Neves, P. C. P. 2012b. Grãos de pólen de angiospermas do Holoceno (7908±30 anos AP-atual) da Planície Costeira sul-catarinense, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 26(4): 866-885.
- Cordeiro, S. H. & Lorscheitter, M. L. 1994. Palynology of Lagoa dos Patos sediments, Rio Grande do Sul, Brazil. *Journal of Paleolimnology*, 10: 35-42.
- Dias, J. L., Sad, A. R. E., Fontana, R. L. & Feijó,

- F. J. 1994. Bacia de Pelotas. *Boletim de Geociências da Petrobras*, 8(1): 235-245.
- Dillenburg, S. R., Barboza, E. G., Tomazelli, L. J., Ayup-Zouain, R. N., Hesp, P. A. & Clerot, L. C. P. 2009. The Holocene Coastal Barriers of Rio Grande do Sul. In: *Geology and Geomorphology of Holocene Coastal Barriers of Brazil*. Berlin, Heidelberg, Springer, p. 53-91. (Lecture Notes in Earth Sciences, v. 107)
- Dillenburg, S. R., Barboza, E. G., Rosa, M. L. C. C., Caron, F., Cancelli, R. R., Santos-Fischer, C. B., Lopes, R. P. & Ritter, M. N. 2019. Sedimentary records of Marine Isotopic Stage 3 (MIS 3) in southern Brazil. *Geo-Marine Letters*, 40: 1099-1108.
- Fischer, T. V., Souza, P. A., Helenes, J. & Arai, M. 2013. Associações palinológicas do Paleógeno da Bacia de Pelotas (Poço BP-1, Brasil) e seu significado estratigráfico. *Geociências*, 32(4): 677-695.
- Fontana, R. L. 1996. *Geotectônica e sismoestratigrafia da Bacia de Pelotas e Plataforma de Florianópolis*. Porto Alegre, 214p., 2 v. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Gomide, J. 1989. Bacia de Pelotas biocronoestratigrafia baseada em nanofósseis calcários. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, XI, 1989, Curitiba. *Anais*. . . Curitiba, p. 339-351.
- Gonçalves, A., Oliveira, M. A. M. & Motta, S. O. 1979. Geologia da Bacia de Pelotas e da Plataforma de Florianópolis. *Boletim Técnico da Petrobras*, 22(3): 157-174.
- Gu, F., Chiessi, C. M., Zonneveld, K. A. F. & Behling, H. 2018. Late Quaternary environmental dynamics inferred from marine sediment core GeoB6211-2 off southern Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 496: 48-61.
- Kley, A. S. 2012. *Reconstituição paleogeográfica e paleoambiental no Taim: estudo dos furos de sondagem TA6 e TA7, na porção sul da Planície Costeira do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, 83p. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Kuhn, L. A., Souza, P. A., Cancelli, R. R., Silva, W. G. & Macedo, R. B. 2017. Paleoenvironmental evolution of the coastal plain of Southern Brazil: palynological data from a Holocene core in Santa Catarina State. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 89: 2581-2595.
- Lorscheitter, M. L. 1983. Evidences of sea oscillations of the Late Quaternary in Rio Grande do Sul, Brazil, provided by palynological studies. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*, 53-61.
- Lorscheitter, M. L. 1988. Palinologia de Sedimentos Quaternários do Testemunho T15, Cone de Rio Grande, Atlântico Sul, Brasil. Descrições Taxonômicas. *Pesquisas em Geociências*, 21: 61-117.
- Lorscheitter, M. 1989. Palinologia de Sedimentos Quaternários do Testemunho T15, Cone de Rio Grande, Atlântico Sul, Brasil. Descrições Taxonômicas. Parte II. *Pesquisas em Geociências*, 22: 89-127.
- Lorscheitter, M. L. 2003. Contribution to the Holocene history of Atlantic rain forest in the Rio Grande do Sul state, southern Brazil. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, 5(2): 261-271.
- 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: 73-97.
- Lorscheitter, M. L. & Romero, E. J. 1985. Palynology of Quaternary sediments of the core T15, Rio Grande Cone, South Atlantic, Brazil. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*, 3(1): 55-92.
- Macedo, R. B., Cancelli, R. R., Bauermann, S.

- G., Bordignon, S. A. L. & Neves, P. C. P. 2007. Palinologia de níveis do Holoceno da Planície Costeira do Rio Grande do Sul (Localidade de Passinhos), Brasil. *Gaea*, 3: 68-74.
- Marques-Toigo, M., Medeanic, S. & Ashraf, A. R. 2002. Paleoenvironmental changes in the Maquiné River Valley, RS, Brazil, during the Holocene according to palynological data. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 3: 36-47.
- Masetto, E. & Lorscheitter, M. L. 2014. Palynomorphs in Holocene sediments from a paleolagoon in the coastal plain of extreme southern Brazil. *Acta Botanica Brasílica*, 28(2): 165-175.
- Masetto, E. & Lorscheitter, M. L. 2016. Gymnosperm and angiosperm pollen grains in Holocene sediments from a paleolagoon in the coastal plain of extreme southern Brazil. *Brazilian Journal of Botany*, 39: 709-720.
- Masetto, E. & Lorscheitter, M. L. 2019. Vegetation dynamics during the last 7500 years on the extreme southern Brazilian coastal plain. *Quaternary International*, 524: 48-56.
- Medeanic, S. 2006. Freshwater algal palynomorph records from Holocene deposits in the coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 141(1-2): 83-101.
- Medeanic, S. & Silva, M. B. 2010. Indicative value of non-pollen palynomorphs (NPPs) and palynofacies for palaeoreconstructions: Holocene Peat, Brazil. *International Journal of Coal Geology*, 84: 248-257
- Medeanic, S., Dillenburg, S. R. & Toldo Junior, E. E. 2001. Novos dados palinológicos da transgressão marinha pós-glacial em sedimentos da Laguna dos Patos, RS, Brasil. *Revista Geociências UNG*, 6(6): 64-76.
- Medeanic, S., Hirata, F. & Dillenburg, S. R. 2010. Algal Palynomorphs Response to Environmental Changes in the Tramandai Lagoon, Southern Brazil, and Climatic Oscillations in the 20th Century. *Journal of Coastal Research*, 26(4): 726-735.
- Medeanic, S., Jankovská, V. & Dillenburg, S. R. 2003. The implication of green algae (Chlorophyta) for palaeoecological reconstruction of the Holocene lagoon system in the Tramandaí Lagoon region, Rio Grande do Sul, Brazil. *Acta Palaeobotanica*, 43: 113-123.
- Medeanic, S., Marques-Toigo, M. & Ashraf, A. R. 2000. The use of fossil algae for the palaeoenvironmental reconstruction during the Late Holocene in the Maquiné River Valley, RS, Brazil. *Revista Universidade Guarulhos*, V(n. esp., Geociências): 168-172.
- Medeanic, S., Torgan, L., Clerot, L. & Bahi, C. S. 2009. Holocene Marine Transgression in the Coastal Plain of Rio Grande do Sul, Brazil: Palynomorph and Diatom Evidence. *Journal of Coastal Research*, 25: 224-233.
- Menezes, J. B. 2014. *Interpretação paleoambiental de intervalos selecionados, entre o Neocampaniano e o Oligoceno da Bacia de Pelotas, RS, Brasil, com base em palinofácies e palinomorfos*. Guarulhos, 127p. Dissertação de Mestrado, Centro de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão, Universidade de Guarulhos.
- Menezes, J. B., Garcia, M. J., Premaor, E., Oliveira, P. E., Arai, M., Bernardes-de-Oliveira, M. E. C., Kavali, P. S. & Shivanna, M. 2016. Similarities of the K/Pc dinoflagellates cyst associations between South Atlantic and Indian proto-oceans. *Geologia USP*, 16(4): 135-149. (Série Científica)
- Meyer, K. E. B., Mendonça Filho, J. G., Asharaf, A. R., Souza, P. A. & Reichhart, K. 2005a. Análise de palinofácies em sedimentos holocênicos da Lagoa dos Quadros, Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 8(1): 57-72.
- Meyer, K. E. B., Reichhart, K., Asharaf, A. R., Marques-Toigo, M. & Mosbrugger, V. 2005b. Holocene Evolution of Itapeva lake, Rio Grande do Sul, Brazil: Palynomorphs and Corg, N, S Records. *Journal of South American Earth Sciences*, 19(2): 181-192.
- Neves, P. C. P. 1998. *Palinologia de sedimentos*



- quaternários no estado do Rio Grande do Sul, Brasil: Guaíba e Capão do Leão. Porto Alegre, 513p. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Neves, P. C. P. & Bauermann, S. G. 2001. Feições de uma mata de restinga em Capão do Leão, planície costeira do sul, Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisas*, 51: 73-86. (Série Botânica)
- Neves, P. C. P. & Lorscheitter, M. L. 1992. Palinologia de sedimentos de uma mata tropical paludosa em Terra de Areia, Planície Costeira Norte, Rio Grande do Sul, Brasil. Descrições taxonômicas, parte I: Fungos, algas, briófitos, pteridófitos, palinómorfos outros e fragmentos de invertebrados. *Acta Geológica Leopoldensia*, 36(15): 83-114.
- 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.
- Premaor, E. 2016. *Bioestratigrafia das associações de cistos de dinoflagelados do Cretáceo Inferior (Albiano) ao Neogeno (Plioceno) da Bacia de Pelotas, Brasil*. Porto Alegre, 331p. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Premaor, E., Souza, P. A., Arai, M. & Helenes, J. 2010. Palinómorfos do Campaniano (Cretáceo Superior) da Bacia de Pelotas, Rio Grande do Sul: implicações bioestratigráficas e paleoambientais. *Pesquisas em Geociências*, 37(1): 63-79.
- Premaor, E., Souza, P. A., Ferreira, E. P., Guerslein, G. R. & Arai, M. 2017. Palinotaxonomia da seção cretácea a neogena da Bacia de Pelotas, Brasil: cistos de dinoflagelados da Ordem Peridinales. *Pesquisas em Geociências*, 44(3): 513-536.
- Premaor, E., Saxena, R. K., Souza, P. A. & Kalcreuth, W. 2018a. Fungal spores and fruiting bodies from Miocene deposits of the Pelotas Basin, Brazil. *Revue de Micropaléontologie*, 61: 255-270.
- Premaor, E., Souza, P. A., Ferreira, E. P., Guerslein, G. R. & Arai, M. 2018b. Palinotaxonomia da seção cretácea a neógena da Bacia de Pelotas, Brasil: cistos de dinoflagelados das ordens Ptychodiscales e Gonyaulacales. *Pesquisas em Geociências*, 45(1): 1-45.
- Premaor, E., Helenes, J., Souza, P. A. & Kalcreuth, W. 2021. Biostratigraphy and paleoenvironments of the Pelotas Basin, southernmost Brazil, using Miocene dinoflagellate cysts. *Marine Micropaleontology*, 163: 101958.
- Regali, M. S. P., Uesugui, N. & Santos, A. S. 1974a. Palinologia dos Sedimentos Mesozoóicos do Brasil (I). *Boletim Técnico da Petrobrás*, 17(3): 177-191.
- Regali, M. S. P., Uesugui, N. & Santos, A. S. 1974b. Palinologia dos Sedimentos Mesozoóicos do Brasil (II). *Boletim Técnico da Petrobrás*, 17(4): 263-301.
- Roth, L. & Lorscheitter, M. L. 2016. Fungi, algae, and other palynomorphs in sedimentary profiles collected from two forests in the northernmost coastal plain from Rio Grande do Sul, southern Brazil. *Brazilian Journal of Botany*, 39: 1135-1143.
- Roth, L., Lorscheitter, M. L. & Masetto, E. 2020. Paleoenvironments of the last 24,000 years on the extreme northern Rio Grande do Sul coastal plain, southern Brazil. *Quaternary International*, 571: 117-126.
- Silva, W. G. & Souza, P. A. 2019. Cistos de dinoflagelados do Holoceno da Planície Costeira de Santa Catarina (poço PSC-03): descrições taxonômicas e implicações paleoambientais. *Geociências*, 38(3): 795-812.
- Silva, W. G., Souza, P. A., Helenes, J. & Arai, M. 2011. Palinómorfos Neógenos do poço 2-CA-1-RS, Bacia de Pelotas, Brasil: significado bioestratigráfico e paleoecológico. *Geologia*

USP, Série Científica, 11(1): 149-169.

Silva, W. G., Souza, P. A. & Van Waveren, I. 2017. New insights on the systematic classification of certain palynological taxa (Tintinnomorphs) from holocene deposits of the coastal plain of Southern Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 20(3): 321-332.

Silva, W. G., Zerfass, G. S. A., Souza, P. A. & Helenes, J. 2015. Biochronostratigraphy and paleoenvironment analysis of Neogene deposits from the Pelotas Basin (well 2-TG-96-RS), Southernmost Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 87(3): 1565-1582.

Tomazelli, L. J. & Villwock, J. A. 2000. O cenozóico Costeiro do Rio Grande do Sul. In: Holz, M. & De Ros, L. F. (eds. ). *Geologia do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, CIGO/UFRGS, p. 375-406.

Val-Peón, C., Cancelli, R. R., Santos, L. & Soares, A. L. R. 2019. Prehistoric occupation and palaeoenvironmental changes along Santa Catarina's Coastal Plain, Brazil: An integrated approach based on palynological data. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 23: 983-992

Van Waveren, I. 1994. Tintinnomorphs from deep-sea sediments of the Banda Sea (Indonesia). *Scripta Geologica*, 105: 27-51.

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

Villwock, J. A., Tomazelli, L. J., Loss, E. L., Dehnhardt, E. A., Horn, N. O., Bachi, F. A. & Dehnhardt, B. A. 1986. Geology of the Rio Grande do Sul Coastal Province. In: Rabassa, J. (ed). *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*. Rotterdam, A. A. Balkema, 4: 79-97.