

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL - UFRGS  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL – UERGS

PRISCILLA THAÍS HABLICH SCHNEIDER

**ANÁLISE PALEOPALINOLÓGICA DE SEDIMENTOS DO  
QUATERNÁRIO SUL-CATARINENSE**

IMBÉ  
2012

PRISCILLA THAÍS HABLICH SCHNEIDER

**ANÁLISE PALEOPALINOLÓGICA DE SEDIMENTOS DO  
QUATERNÁRIO SUL-CATARINENSE**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas com ênfase em Biologia Marinha e Costeira pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul em parceria com a Universidade Estadual do Rio Grande do Sul.

Orientador: Dr. Paulo Alves de Souza

Corientador: Dr. Eduardo Guimarães Barboza

IMBÉ

2012

5358a Schneider, Priscilla Thaís Hablich

Análise paleopalínológica de sedimentos do Quaternário sul-catarinense / Priscilla Thaís Hablich Schneider. -- 2012. 80 f.

Orientador: Paulo Alves de Souza.

Corientador: Eduardo Guimarães Barboza.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Biociências e Universidade Estadual do Rio Grande do Sul. Curso de Ciências Biológicas com ênfase em Biologia Marinha e Costeira, Imbé / Cidreira, BR-RS, 2012.

1. Palinologia. 2. Botânica 3. Micropaleontologia. 4. Evolução da planície costeira de Santa Catarina. I. Souza, Paulo Alves de, orient. II. Barboza, Eduardo Guimarães, corient. III. Título.

PRISCILLA THAÍS HABLICH SCHNEIDER

# ANÁLISE PALEOPALINOLÓGICA DE SEDIMENTOS DO QUATERNÁRIO SUL-CATARINENSE

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas com ênfase em Biologia Marinha e Costeira pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul em parceria com a Universidade Estadual do Rio Grande do Sul.

Aprovada em

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Ms. Wagner Guimarães da Silva  
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul(UERGS)

---

Prof<sup>a</sup>. Ms. Gabrielli Gadens Marcon  
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul  
(UERGS)

---

Cordenador da atividade  
Trabalho de Conclusão II – CBM

---

Prof. Dr. Eduardo Guimarães Barboza

*Dedico este trabalho à minha família.  
Vanderlei, Tânia, Pedro, Mel, Kali e Lucky.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todos que tornaram a realização deste trabalho possível, contribuindo para a minha formação, sobretudo à FAPERGS.

Ao laboratório de Palinologia Marleni Marques Toigo (LPMMT/IG/UFRGS) e ao Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica (CECO/IG/UFRGS) que, juntos, disponibilizaram os recursos necessários à realização deste estudo. Aos professores Paulo Alves, Eduardo Barboza e Sérgio Dillenburg pelas orientações, discussões e apoio financeiro para a realização das etapas de campo, processamento e datação das amostras. Agradeço aos colegas de laboratório Rodrigo, Renato, Wagner, Tiago, Rose, Ivan, Lidia, Fernando, Cris, Ana, Daia e todos que contribuíram para a minha formação acadêmica e dividiram comigo bons momentos durante este período.

“Seja a mudança que você quer ver no mundo.”

Dalai Lama

## RESUMO

O grau de preservação e a abundância dos palinomorfos registram informações locais e regionais relativas ao paleoambiente, permitindo a análise do comportamento da comunidade vegetal frente a modificações no ambiente, como oscilações no nível relativo do mar. Sendo assim, este trabalho visa o reconhecimento dos palinomorfos presentes no pacote sedimentar de dois testemunhos de sondagem coletados no litoral sul de Santa Catarina, a fim de investigar registros de regressões holocênicas. A área de estudo corresponde à porção norte da bacia sedimentar de Pelotas, sendo uma costa arenosa, aberta e dissipativa, onde estão presentes cordões litorâneos que permitem a formação de lagoas, entre elas a Lagoa do Sombrio. A coleta do material foi realizada no interior de uma mata paludial PCM-I (29°13'28.1" S - 49°40'54.5" W) e em depósito flúvio-lagunar PCM-II (29°17'43.2" S - 49°43'33.6" W), ambos próximos à margem leste da Lagoa do Sombrio. Os testemunhos foram coletados com aparelho *Russian Peat Borer* atingindo a profundidade 85 cm para PCM-I e 350 cm para PCM-II. O nível basal deste testemunho (PCM-II) foi datado pelo método radiocarbônico AMS (<sup>14</sup>C), apontando uma idade de 3.550 ± 30 anos AP, posicionando a amostra no Holoceno médio. Para recuperação do material palinológico, foi empregado o método tradicional no tratamento de rochas inconsolidadas aplicados aos sedimentos quaternários. O material foi incorporado à Palinoteca do Laboratório de Palinologia Marleni Marques Toigo (LPMM/IG/UFRGS). As identificações tornaram-se possíveis devido às comparações do material fóssil com seus equivalentes modernos disponíveis para consulta na palinoteca do mesmo laboratório, além de outras referências bibliográficas. Foram reconhecidos e descritos para ambos os testemunhos um total de 46 palinomorfos que representam diferentes hábitos e habitats, sendo: 6 fungos, 3 algas, 2 briófitos, 7 pteridófitos, 1 gimnosperma e 27 angiospermas (22 famílias). Fragmentos de animais, como mandíbulas e ovos de platelmintos também foram registrados nos dois testemunhos. Inicialmente foi detectada uma disparidade na abundância de material preservado entre os poços. Contudo, através de uma análise mais profunda percebe-se que a amostra PCM-I é correlacionável aos níveis mais superficiais de PCM-II. O estudo dos diagramas polínicos sugere uma divisão de PCM-II em três situações, sendo a terceira delas correlacionável a PCM-I. Por fim, não foram encontrados táxons que registrem influência marinha, o que, em conjunto com a idade radiocarbônica, demonstra que esta região estava no período de regressão marinha.

**Palavras-chave:** Palinologia, Quaternário, litoral sul, Santa Catarina.



## ABSTRACT

The degree of preservation and abundance of palynomorphs record information relating to local and regional paleoenvironment, allowing analysis of the behavior of the plant community in the face of changes in the environment, such as fluctuations in the relative level of the sea. Thus, this work aims at the recognition of palynomorphs present in sediments of two borehole collected in the Santa Catarina south coast, in order to investigate records of Holocene regression. The study area corresponds to the northern portion of the Pelotas sedimentary basin, with a sandy shore, open and dissipative, where there are beach ridges that allow the formation of lagoons, including the Lagoa do Sombrio. The collection of material was performed inside a forest paludial PCM-I (29 ° 13'28 .1 "S - 49 ° 40'54 .5" W) and deposited fluvial-lagoonal PCM-II (29 ° 17'43 .2 "S - 49 ° 43'33 .6 "W), both near Lagoa do Sombrio east bank. Cores were collected with appliance *Russian Peat Borer* reaching the depth of 85 cm for PCM-I and 350 cm for PCM-II. The basal level of the core (PCM-II) was dated by AMS radiocarbonic method ( $^{14}\text{C}$ ), indicating an age of  $3550 \pm 30$  yr BP, placing the sample in the middle Holocene. For recovery of palynologic material, the traditional method was used in the treatment of unconsolidated rocks applied to Quaternary sediments. The material was embodied to Laboratory of Palynology Marleni Marques Toigo Palinoteca (LPMM / IG / UFRGS). The identifications were made possible due to the comparisons of the fossil material with their modern equivalents available for consultation at the same laboratory, and other bibliography references. Were recognized and described for both cores a total of 46 palynomorphs representing different habits and habitats, as follows: 6 fungi, 3 algae, 2 bryophyta, 7 pteridophyta, a gymnosperm and 27 angiosperms (22 families). Fragments of animals such as platyhelminthes jaws and eggs were also recorded in the two cores. Initially detected a difference in the abundance of material preserved between the wells, however, by further analysis it can be seen in PCM-I levels are correlated superficial PCM-II. The study of pollen diagrams suggests a division of PCM-II in three situations, a third of them being correlated with the PCM-I. Finally, marine taxa were not found, which, together with age Radiocarbon shows that this region was the period of marine regression.

**Keywords:** Palynology, Quaternary, the southern coast, Santa Catarina.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	11
1.1 JUSTIFICATIVA.....	11
1.2 OBJETIVOS GERAIS.....	12
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	13
2.1 ASPECTOS GERAIS SOBRE O PERÍODO QUATERNÁRIO.....	13
2.2 OSCILAÇÕES DO NÍVEL DO MAR NO QUATERNÁRIO.....	15
2.3 OBJETIVOS DOS ESTUDOS DO QUATERNÁRIO.....	17
2.4 A PALINOLOGIA COMO FERRAMENTA DE ESTUDO.....	18
<b>2.4.1 Dispersão e transporte</b> .....	18
<b>2.4.2 Deposição dos palinomorfos</b> .....	19
<b>2.4.3 Constituição e preservação dos palinomorfos</b> .....	19
<b>2.4.5 Coleta e amostragem de sedimentos do Quaternário para a análise palinológica</b> .....	20
<b>2.4.6 Retirada das amostras em cilindros de sondagem para análise de palinomorfos</b> .....	20
<b>2.4.7 Preparação dos sedimentos para estudos palinológicos</b> .....	20
<b>2.4.8 Identificação dos palinomorfos</b> .....	20
<b>2.4.9 Construção de diagramas polínicos</b> .....	21
<b>3 ÁREA DE ESTUDO</b> .....	22
3.1 GEOLOGIA.....	23
3.2 HIDROGRAFIA.....	26
3.3 CLIMA.....	27
3.4 VEGETAÇÃO.....	27
<b>3.4.1 Marisma</b> .....	28
<b>3.4.2 Banhado</b> .....	29
<b>3.4.3 Restinga</b> .....	29
<b>3.4.4 Floresta Ombrófila Densa</b> .....	30
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	31
4.1 COLETA DO TESTEMUNHO.....	31
4.2 CONSTRUÇÃO DO PERFIL LITOLÓGICO E AMOSTRAGEM.....	32
4.3 RECUPERAÇÃO DE PÓLENS E ESPOROS EM SEDIMENTOS.....	33
<b>4.3.1 Remoção dos silicatos</b> .....	34

<b>4.3.2 Remoção dos carbonatos.....</b>	<b>34</b>
<b>4.3.3 Remoção dos ácidos húmicos.....</b>	<b>35</b>
<b>4.3.4 Desidratação das amostras.....</b>	<b>35</b>
<b>4.3.5 Remoção da celulose e conteúdo citoplasmático.....</b>	<b>36</b>
<b>4.3.6 Filtragem e tratamento final das amostras.....</b>	<b>36</b>
<b>4.4 MONTAGEM DAS LÂMINAS.....</b>	<b>36</b>
<b>4.5 ANÁLISE QUALITATIVA.....</b>	<b>37</b>
<b>4.6 DESCRIÇÕES DOS PALINOMORFOS E DADOS ECOLÓGICOS.....</b>	<b>37</b>
<b>4.7 FOTOMICROGRAFIAS.....</b>	<b>37</b>
<b>4.8 ANÁLISE QUANTITATIVA.....</b>	<b>38</b>
<b>4.8.1 Contagem dos grãos.....</b>	<b>38</b>
<b>4.8.2 Diagramas polínicos por porcentagem.....</b>	<b>38</b>
<b>4.9 DATAÇÃO RADIOCARBÔNICA.....</b>	<b>39</b>
<b>4.10 ANÁLISE DA MATÉRIA ORGÂNICA.....</b>	<b>39</b>
<b>5 RESULTADOS.....</b>	<b>40</b>
<b>5.1 ANÁLISE QUALITATIVA.....</b>	<b>40</b>
<b>5.2 DESCRIÇÕES DOS PALINOMORFOS E DADOS ECOLÓGICOS.....</b>	<b>40</b>
<b>5.3 FOTOMICROGRAFIAS E ESTAMPAS.....</b>	<b>51</b>
<b>5.4 DATAÇÃO RADIOCARBÔNICA.....</b>	<b>56</b>
<b>5.5 ANÁLISE DA QUEIMA DE MATÉRIA ORGÂNICA.....</b>	<b>56</b>
<b>5.6 ANÁLISE QUANTITATIVA.....</b>	<b>56</b>
<b>6 DISCUSSÃO.....</b>	<b>59</b>
<b>7 CONCLUSÃO.....</b>	<b>66</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>67</b>
<b>APÊNDICE 1.....</b>	<b>71</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A detecção de antigas oscilações no nível do mar é possível através de estudos utilizando tanto indicadores geológicos quanto biológicos. Terraços de construção e abrasão marinha estão entre os indicadores geológicos, enquanto os indicadores biológicos são representados pelos fósseis animais e vegetais.

Dentre os métodos utilizados nas pesquisas paleoclimáticas do Quaternário, a palinologia destaca-se como ferramenta bastante eficiente. O grau de preservação e a abundância desses microfósseis registram informações locais e regionais relativas ao paleoambiente.

Os palinomorfos compreendem, além dos pólenes de gimnospermas e angiospermas e dos esporos de briófitas e pteridófitas (denominados esporomorfos), também cistos de dinoflagelados, restos de algas, acritarcos, escolecodontes (restos animais), esporos de fungos, palinoforaminíferos (porção orgânica dos foraminíferos) e quitinozoários.

Diversos estudos micropaleontológicos foram realizados na Planície Costeira do Rio Grande do Sul (PCRS), como o de Hermany (2009), que utilizou diatomáceas fósseis como ferramenta para investigar os paleoníveis marinhos. Entre os estudos palinológicos desenvolvidos na PCRS, estão Lorscheitter e Dillenburg (1998), Medeanic, Dillenburg e Toldo-Junior (2001), dentre outros. Esses trabalhos buscam avaliar mudanças paleoambientais ocorridas entre a transgressão pós-glacial e a regressão durante o Holoceno. Os estudos baseiam-se na frequência relativa dos palinomorfos que podem ser de origem terrestre (grãos de pólen e esporos), dulcícola (clorofíceas) ou marinha (palinoforaminíferos e dinoflagelados) e revelam a evolução dos ambientes, mostrando taxas de sedimentação, formações vegetais e oscilações no nível do mar.

### 1.1 JUSTIFICATIVA

Estudos palinológicos no sul da planície costeira de Santa Catarina são escassos. Na região estão sendo desenvolvidos trabalhos paleontológicos apenas na margem oeste da Lagoa do Sombrio. Portanto, o presente trabalho vem complementar essa análise ambiental com dados obtidos a partir da margem leste do mesmo corpo lagunar, apresentando dados inéditos da região, obtidos através da análise palinológica de duas perfurações.

## 1.2 OBJETIVOS GERAIS

Interpretar a evolução paleovegetacional do ambiente através da análise dos palinomorfos presentes em dois testemunhos coletados no litoral sul de Santa Catarina.

## 1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Coletar e recuperar o material para análise palinológica;
- Reconhecer e descrever os táxons presentes o pacote sedimentar;
- Realizar uma interpretação paleovegetacional do ambiente;
- Verificar no registro palinológico evidências dos eventos de transgressão e regressão holocênica.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os ambientes sofrem constantes modificações ao longo do tempo. Durante o Quaternário ocorreram diversos ciclos climáticos e alterações ambientais que culminaram na configuração da paisagem atual. O registro fóssil auxilia na reconstituição dessas condições decorridas a milhares de anos atrás. A palinologia têm-se destacado como ferramenta eficiente nos estudos paleoclimáticos e paleoambientais do Quaternário.

Uma vez que os palinomorfos apresentam grande resistência à degradação e são abundantes, eles podem ser recorrentes em áreas deposicionais. Aliado a isso, pode-se inferir um paleoambiente/ambiente por meio da análise da diversidade morfológica.

### 2.1 ASPECTOS GERAIS SOBRE O PERÍODO QUATERNÁRIO

O Quaternário corresponde às seções sedimentares mais jovens da era Cenozóica, constituído por duas épocas de tamanho desigual. O Pleistoceno é a época mais antiga e duradoura, cuja idade basal atualmente está estimada em 2,58 Ma enquanto a época mais recente, o Holoceno, abrange apenas os últimos 11.000 da história geológica da Terra (INTERNATIONAL STRATIGRAPHY CHART, 2010) (Figura 1).

Embora o Holoceno represente apenas uma pequena parcela do tempo geológico, este andar é de extrema importância, visto que corresponde ao intervalo de tempo em que o homem passa a interferir no ambiente natural, modificando-o em vários aspectos ao longo dos anos (SALGADO-LABOURIAU, 2007). Indícios arqueológicos mostram que o gênero *Homo* teria abandonado o hábito de vida nômade, passando a levar uma vida sedentária, através da domesticação de animais e do cultivo de plantas utilizadas na sua alimentação (SUGUIO; SALLUN; SORAES, 2005).

O limite Pleistoceno-Holoceno é controverso, assim como o estabelecimento de uma idade basal para o início do Quaternário (SALGADO-LABOURIAU, 2007; SOUZA *et al.*, 2005; SUGUIO, 2010; SUGUIO; SALLUN; SORAES, 2005). Essas subdivisões do Quaternário, bem como seus limites, são definidas pela Comissão Internacional de Estratigrafia da União Internacional das Ciências Geológicas (IUGS), em colaboração com a Associação Internacional para Pesquisa do Quaternário (INQUA).

Éon	Era	Período	Época	Estágio	Idade Ma
Fanerozóico	Cenozóico parcial	Quaternário	Holoceno		0.0117
			Pleistoceno	Superior	0.126
				“loiano”	0.781
				Calabriano	1.806
				Gelasiano	2.588

Figura 1: Tabela do tempo geológico do período Quaternário. Fonte: Modificado de International Stratigraphy Chart, (2010)

Para o Pleistoceno, descrevem-se 16 ciclos climáticos em que uma fase fria e longa, com cerca de 100 mil anos, é sucedida por uma fase quente e curta, com cerca de 20 mil anos. Ou seja, durante a maior parte do Quaternário o planeta esteve sujeito a um clima frio e a glaciações (SALGADO-LABOURIAU, 2007).

No último milênio, oscilações menos intensas de temperatura foram registradas. Documentos relatam que o final da Idade Média foi um tempo muito quente, denominado “Período cálido medieval”. Entretanto, a partir do século XVI, foi documentada na Europa a “Pequena era do gelo” quando houve um abaixamento de temperatura e os invernos foram muito frios, com geleiras avançando sobre os vales e primaveras chuvosas. A fase estendeu-se até o século XIX. Contudo, os dados científicos obtidos até hoje são insuficientes para determinar se o Holoceno corresponde a outro intervalo interglacial, que será novamente seguido de uma glaciação, ou se trata de um novo período geológico quente e estável (SALGADO-LABOURIAU, 2007).

De qualquer forma, desde o início do Quaternário os continentes já estavam configurados de maneira semelhante à atual, embora essas flutuações climáticas tenham ocasionado mudanças ambientais (SALGADO-LABOURIAU, 2007), sendo o fator climático um importante agente transformador do ambiente neste período.

Segundo Suguio (2010), dentre as principais alterações ambientais, destacam-se: modificações nas zonações climáticas do planeta devido às alterações nas circulações atmosféricas e oceânicas; mudanças na precipitação atmosférica e na cobertura florística;

mudanças significativas na fauna; e, eventos de regressões e transgressões marinhas sobre os continentes.

Estudos palinológicos comparando os palinomorfos preservados nos sedimentos com grãos atuais demonstram que durante este período não houve significativas extinções vegetais. Sendo assim, os depósitos continentais quaternários são mais bem definidos por fósseis da extinta megafauna de mamíferos (SUGUIO, 2010). Entretanto, segundo Traverse (1988), para depósitos marinhos, os microfósseis calcários e silicosos representam eficientes ferramentas de estudo bioestratigráfico e fornecem dados para datação relativa e correlações de camadas sedimentares.

## 2.2 OSCILAÇÕES DO NÍVEL DO MAR NO QUATERNÁRIO

As flutuações do nível relativo do mar resultam das variações reais do nível marinho (eustasia) e das modificações do nível dos continentes (tectonismo e isostasia), como ilustra a Figura 2. Suguio *et al.* (1985) definem a tectônica de placas (tecto-eustasia), oscilações climáticas (glacioeustasia) e a deformação das superfícies oceânicas como os fatores controladores da variação do nível do mar. Essas oscilações marinhas foram de fundamental importância para a evolução das planícies costeiras do Brasil, como é o caso da Bacia de Pelotas. Assim, principalmente a partir de 1974, as flutuações do nível marinho durante os últimos 7.000 anos têm sido estudadas por pesquisadores de todo o país (SUGUIO *et al.*, 1985).

Através do estudo de registros geológicos e/ou biológicos é possível identificar e reconstruir antigas posições da linha de costa. Os indicadores geológicos podem ser representados por terraços de construção marinha, evidências de paleonível acima do atual ou terraços de abrasão marinha, os quais são indicadores de superfícies erosivas sustentadas por rochas mais antigas (embasamento). Por sua vez, os indicadores biológicos podem ser representados por restos de animais e/ou vegetais e outros organismos. Além disso, numerosos sambaquis construídos pelos antigos habitantes das zonas costeiras são encontrados nas planícies litorâneas brasileiras. A posição de alguns desses sambaquis pode ser explicada por uma extensão lagunar claramente superior à atual e, conseqüentemente, por um nível marinho superior ao atual (SUGUIO *et al.*, 1985).



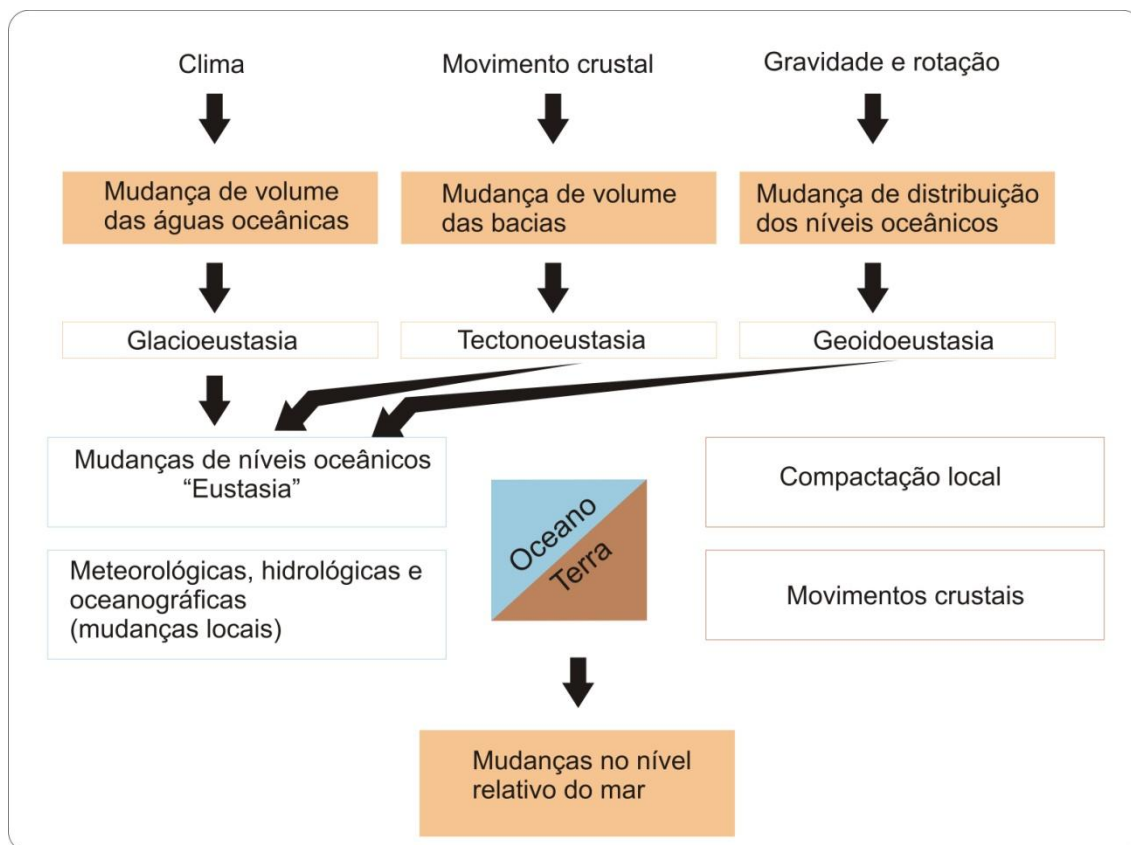


Figura 2: Principais fatores que influenciam nas variações do nível relativo do mar durante o Quaternário, evidenciando fatores globais, regionais e locais. Fonte: Modificado de Suguio *et al.* (1985).

Estudos indicam que durante o evento do “Máximo da Penúltima Transgressão”, há 120 mil anos AP, o nível do mar esteve aproximadamente a  $8 \pm 2$  m acima do atual. Tomazelli e Dillenburg (2007) relacionam este período ao sistema laguna-barreira III, descrito para a PCRS. O sistema laguna-barreira III também está presente no setor sul da PCSC.

Por outro lado, autores apontam três fases durante as quais as regiões sul e sudeste do país apresentariam paleoníveis marinhos mais baixos que o atual. A primeira fase se dá entre 17 e 16 mil anos AP, quando se estima que o nível do mar fosse entre 120 e 130 m abaixo do atual, apresentando uma velocidade de ascensão de 2 cm ao ano. A segunda fase corresponde ao período entre 16 e 11 mil anos AP quando a linha de costa situava-se de 60 a 70 m abaixo da atual. Durante este intervalo, a velocidade de ascensão registrada é de aproximadamente 0,6 cm/ano. Entre 11.000 e 6.500 anos AP a média de ascensão foi de 1,6 cm, quando houve duas fases de estabilização da linha de costa. A primeira fase entre 32 e 45 m abaixo do nível relativo atual e, posteriormente, uma fase de estabilização entre 25 e 20 m abaixo da atual (SOUZA *et al.*, 2005).

Segundo Villwock *et al.* (1986), um aumento do nível do mar é detectado entre 7.500 e 6.500 anos AP, o que corresponde ao evento do “Máximo da Última Transgressão”. A

representatividade deste evento é maior por volta de 5.500 anos AP, quando se iniciou a construção dos terraços marinhos holocênicos e o mar alcançou de 3 a 5 m acima do nível atual, configurando o sistema laguna-barreira III. Por consequência, formaram-se regiões de ambientes lagunares cuja posterior colmatação propiciou a implantação de matas paludosas.

Todavia, Angulo *et al.* (1999) registraram como nível mais alto, no sul de Santa Catarina, 2,1 m há 5.400 anos AP. Isto é, no mínimo, 1 metro mais baixo que o observado nos estados de São Paulo e Paraná e na porção norte de Santa Catarina. Ainda no mesmo trabalho, os autores indicam que o nível marinho manteve-se acima do atual durante os últimos 2 mil anos, discordando da curva de Suguio *et al.* (1985) para o trecho Itajaí - Laguna. Sendo assim, Vieira *et al.* (2009) interpretam que o nível relativo do mar, no sul da PCSC, sofreu um abaixamento lento e contínuo durante os últimos 5.400 anos AP.

### 2.3 OBJETIVOS DOS ESTUDOS DO QUATERNÁRIO

Ambientes formados por sedimentos inconsolidados, como é o caso da PCSC, configuram áreas muito suscetíveis a mudanças, sofrendo diversas alterações que podem ou não ser reversíveis (SUGUIO, 2010).

A alteração ambiental por fenômenos naturais é um processo normal e, por vezes, até mesmo frequente e previsível na natureza. O que transforma esses eventos em “desastres naturais” é a presença do Homem em locais propícios a esses eventos. Portanto, a maior dificuldade no enfrentamento dessas questões relaciona-se à ocupação indevida, o que envolve processos políticos, sociais e econômicos (SUGUIO, 2010).

Sendo assim, é necessário um planejamento que considere os impactos ambientais e o risco de uma ocupação antrópica em áreas litorâneas. Para tanto, estudos do Quaternário tem como objetivo compreender a evolução paleoambiental, paleoecológica e paleoclimática dessas regiões. As áreas do conhecimento consideradas essenciais pela Associação Internacional para Pesquisa do Quaternário (INQUA) são: Arqueologia, Climatologia, Ecologia, Geomorfologia, Geologia, Glaciologia, Limnologia, Paleontologia, Palinologia, Oceanografia, Pedologia e Vulcanologia.

Estudos do Quaternário são fundamentais para elaboração de planos eficientes de manejo e conservação, visto que conferem dados para criação de modelos da evolução do ambiente e permitem prognósticos de futuros eventos naturais que podem ou não ser catastróficos, apontando as áreas mais seguras para a ocupação antrópica.

Assim, é possível criar modelos e projeções das alterações futuras, contribuindo para elaboração e planos de manejo mais eficientes e a consequente conservação do ecossistema.

## 2.4 A PALINOLOGIA COMO FERRAMENTA DE ESTUDO

Características morfológicas dos palinomorfos, bem como a quantidade e sua dispersão é o que os torna eficientes nos estudos paleontológicos (SALGADO-LABOURIAU, 2007; TRAVERSE 1988). Em se tratando de sedimentos pré-quaternários, a palinologia é conveniente para a correlação de camadas estratigráficas, identificação de fósseis guia, consolidação de assembléias e interpretações paleoclimáticas e paleoambientais.

Contudo, quando consideramos as aplicações desta ciência no Quaternário, é imperativo destacar que ela possibilita a detecção de processos vegetais pretéritos como: migração, expansão, retração e consolidação das associações fossilíferas, visto que seus elementos são comparáveis aos atuais (SALGADO-LABOURIAU, 2007). O início da intervenção antrópica no ambiente natural, bem como reconstruções paleoecológicas e paleoclimáticas, também podem ser detectados através desta ferramenta (SALGADO-LABOURIAU, 2007; SUGUIO 2010; TRAVERSE, 1988).

Para tanto, algumas etapas para as pesquisas palinológicas quaternárias devem ser compreendidas e, para tanto, são comentadas a seguir.

### 2.4.1 Dispersão e transporte

Os grãos de pólen são agentes transportadores dos gametas masculinos de plantas superiores, como Gimnospermas e Angiospermas, enquanto os esporos são estruturas reprodutivas assexuadas de plantas vasculares inferiores, como as Pteridófitas. Essas microestruturas precisam ser transportadas da antera, onde são produzidos, até o estigma. A dispersão polínica se dá através de diferentes meios, pode ser anemófila, entomófila, ornitófila ou hidrófila. Entre todos os meios, os mais importantes para a palinologia são o anemófilo, ou seja, a “chuva polínica”, seguido do hidrófilo, visto que os organismos utilizadores dessas estratégias geralmente produzem uma quantidade elevada de grãos. Em contraponto, organismos que utilizam estratégias de dispersão envolvendo agentes bióticos na dispersão dos grãos, geralmente produzem uma quantidade menor de grãos, o que pode acarretar uma subestimativa no registro fóssil. Igualmente, existem as “plantas silenciosas” (*silent species*).

Essas são plantas autofecundantes que produzem poucos grãos que, dificilmente são depositados no solo (SALGADO-LABOURIAU, 2007).

#### **2.4.2 Deposição dos palinomorfos**

A produção, dispersão e deposição desses microfósseis são processos contínuos, formando estratos superpostos depositados no momento em que a força transportadora cessa. Ao mesmo tempo, partículas inorgânicas também são depositadas e essa acumulação forma estratos superpostos que refletem a composição vegetal daquele intervalo de tempo. Para uma preservação ideal, é imprescindível que o ambiente deposicional seja pobre em oxigênio, tenha pouca energia e pH baixo, como é o caso de fundo de lagos, terrenos alagadiços, deltas e turfeiras (SALGADO-LABOURIAU, 2007).

#### **2.4.3 Constituição e preservação dos palinomorfos**

Os pólenes são envolvidos por duas membranas, sendo a exina a externa e a intina a interna. A membrana interna é composta principalmente por celulose e não é preservada no sedimento. Por outro lado, a exina é composta por uma substância denominada esporopolenina que confere à membrana uma resistência química ímpar. Sua densidade varia conforme a espécie; esta substância pode sofrer pequenas modificações na estrutura química de sua molécula durante o processo de fossilização, mas essas modificações tornam-na ainda mais estável. Contudo, a morfologia da parede externa não é modificada, permitindo assim, a identificação do grão (BARTH, 2004; SALGADO-LABOURIAU, 2007).

Todavia, existem situações perante as quais a exina é degradada. As causas não são bem definidas, mas, em geral, depósitos redutores preservam melhor do que depósitos oxidantes e os processos de sedimentação são melhores em ambientes de baixa energia. A cor dos palinomorfos varia, tornando-se cada vez mais escuro com o passar do tempo, o que é chamado de carbonificação. Grãos amassados são frequentemente encontrados nos sedimentos, quando a frequência desses grãos é elevada, é necessário investigar e/ou propor uma causa. (SALGADO-LABOURIAU, 2007).

#### **2.4.5 Coleta e amostragem de sedimentos do Quaternário para a análise palinológica**

O método de coleta de material palinológico para reconstrução do ambiente depende do tipo de depósito e da acessibilidade aos diferentes estratos. Uma vez decidido qual será o método de coleta, é necessário retirar as amostras em sequência estratigráfica. Esta sequência é cronológica (Lei Fundamental da Superposição de Camadas). Para a retirada do material a ser analisado, é necessário transportar as seções coletadas até o laboratório a fim de evitar a contaminação das amostras. Assim, a melhor forma de embalagem consiste em um suporte de PVC que irá abrigar o cilindro (de sedimento) coletado. As seções são enroladas em plástico e devidamente identificadas com as marcações “Topo”, “Base” e o intervalo de profundidade.

#### **2.4.6 Retirada das amostras em cilindros de sondagem para análise de palinomorfos**

Cada amostra para análise palinológica deve ter 1 cm de profundidade, o que afasta a possibilidade de contaminação. O material retirado é armazenado em uma bolsa de plástico e rotulado. Existe um cuidado para que o papel alumínio não entre em contato com as amostras em nenhum momento, pois isso poderia desencadear uma reação química deletéria. Em casos onde, *a priori*, a concentração de grãos é alta (como em turfeiras) é indicada a coleta de 1 cm<sup>3</sup> de cada subamostra, com intervalos entre 3 e 6 cm (SALGADO-LABOURIAU, 2007).

#### **2.4.7 Preparação dos sedimentos para estudos palinológicos**

Devido à grande resistência da exina é possível aplicar técnicas aos sedimentos que eliminem elementos que não pertencem ao grupo dos palinomorfos. A técnica clássica e amplamente utilizada para os estudos do Quaternário é o método descrito por Faegri e Iversen (1989) que consiste na eliminação da matéria inorgânica através da ação de ácidos como HF e HCl.

#### **2.4.8 Identificação dos palinomorfos**

Para o estudo de grãos de pólen e esporos é necessário o estudo prévio das principais características morfológicas. Salgado-Labouriau (2007) destaca que diversos termos podem ser usados para o mesmo carácter, conforme a escola do autor. Sendo assim, Punt *et al.* (2007) elaboraram um glossário universal de palinologia. De qualquer forma, a determinação

taxonômica dos palinórfos só é possível através da comparação do material fóssil com grãos de pólen e esporos atuais e/ou com material de catálogos ilustrados. A construção de um laminário de referência se faz necessária, portanto, pois permite esta comparação entre o material fóssil e o atual. A relação é verificada através de semelhanças morfológicas.

#### **2.4.9 Construção de diagramas polínicos**

O diagrama polínico de porcentagem é uma técnica gráfica convencional que facilita a compreensão acerca dos dados de contagem obtidos, tornando possível comparar dados de diferentes autores. Esse recurso vem sendo otimizado ao longo do tempo, com a atualização dos softwares. Ferramentas como a separação entre elementos arbóreos e herbáceos tornaram-se possíveis nos últimos anos, facilitando ainda mais a visualização dos resultados. Assim, o diagrama tem como objetivo demonstrar cronologicamente e com maior clareza as mudanças ocorridas na seção estratigráfica.

### 3 ÁREA DE ESTUDO

A zona costeira de Santa Catarina é segmentada em cinco setores: Norte, Centro Norte, Central, Centro Sul e Sul, que juntos somam 564 km de linha de costa (ou 1.874 km, se contabilizadas baías e ilhas) (SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Diretoria de Desenvolvimento das cidades, 2009).

A região de estudo situa-se no setor Sul, o qual compreende os municípios de Araranguá, Balneário Arroio do Silva, Balneário Gaivota, Içara, Passo de Torres, Santa Rosa do Sul, São João do Sul e Sombrio. Esses abrangem aproximadamente 1.400 km<sup>2</sup>, e uma população superior a 150 mil habitantes, segundo os autores. Este trecho consiste numa costa arenosa, aberta e dissipativa, onde estão presentes cordões litorâneos que permitem a formação de lagoas – entre elas, a Lagoa do Sombrio e Lagoa do Caverá – terraços lagunares, pântanos, dunas fixas, semifixas e móveis, depósitos calcários, fragmentos de mata paludosa, restingas, além de praias arenosas de grandes extensões.

É possível observar uma importante mudança na orientação da linha de costa, quando comparada aos segmentos setentrionais do litoral catarinense (Figura 3). Essa orientação NE torna o setor suscetível a fenômenos meteorológicos de alta intensidade como passagem de frentes polares e incidência de tornados (SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Diretoria de Desenvolvimento das cidades, 2009).



Figura 3: Mapa de localização da área de estudo e representação fotográfica dos ambientes. A) Brasil, com Santa Catarina em evidência. B) Santa Catarina, com o litoral setor sul em evidência e com a área de estudo delimitada em vermelho. C) imagem de satélite da área de estudo, evidenciando os pontos de coleta PCM-I e PCM-II. D) ambiente de PCM-I (borda de uma mata paludosa). E) Ambiente de PCM-II (ambiente dominado por ervas, com uma árvore pioneira (*Cecropia pachystachya*) se desenvolvendo em meio ao campo). Fonte: Modificado de Google Earth, 2012.

### 3.1 GEOLOGIA

A região da Folha de Sombrio apresenta duas províncias geológicas: O embasamento e a planície costeira (MUDAT *et al*, 2006). O primeiro é representado pelas formações gonduânicas compostas por sequências sedimentares e vulcânicas da Bacia do Paraná. As



formações Rio do Rastro, Botucatu e Serra Geral constituem esta província e correspondem ao Permiano, Triássico e Juro-Cretáceo, respectivamente.

Unidades geológicas cenozóicas, agrupadas em sistemas deposicionais, correspondem à porção emersa da Bacia Sedimentar de Pelotas. A mesma é classificada por Weeks (1952, *apud* VILLWOCK ; TOMAZELLI, 1995) como uma bacia marginal aberta, do tipo costeira estável, cuja história geológica iniciou-se durante o processo de ruptura do Gondwana que culminou na separação da América do Sul e a África.

Os fenômenos de transgressão e regressão marinha, ocasionados por oscilações no nível relativo do mar, foram responsáveis pela configuração da zona costeira associados a outros fatores. A planície costeira, portanto, é composta por 5 sistemas deposicionais: Continental, Laguna-Barreira III, Laguna-Barreira IV, Antropogênico e Praial (MUDAT *et al.*, 2006).

O sistema deposicional Continental corresponde aos depósitos sedimentares eluviais, coluviais e aluviais situados próximo às encostas do embasamento. Seus sedimentos de origem fluvial, pluvial e gravitacional estão representados na forma de rampa coluvial e planície de inundação, constituídos por matacões, blocos e seixos imersos numa matriz argilo-arenosa.

Segundo Diehl e Horn Filho (1996), o sistema deposicional Laguna-Barreira III, presente na região de estudo, é correlacionado temporalmente aos depósitos acumulados na Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Esses depósitos correspondem ao evento de transgressão da Barreira III (VILLWOCK *et al.*, 1986), ocorrido no Pleistoceno superior, por volta de 120 mil anos AP.

As unidades litoestratigráficas que compõem a Barreira III são os depósitos lagunar e eólico (MUDAT *et al.*, 2006). O depósito lagunar apresenta-se sob forma de uma extensa planície (30 km) situada na porção centro/norte do Setor Sul. Exibe coloração avermelhada, sendo composto por areias semi-consolidadas e inconsolidadas, com presença de argila. Por outro lado, o depósito eólico apresenta-se na forma de paleodunas e colinas isoladas com topos ondulados, atingindo em média 25 m de altitude e 40 km de extensão, no sentido SW-NE. Constituído por sedimentos arenosos, quartzosos, com porcentagem maior que 15% de matriz síltico-argilosa e tonalidade avermelhado-amarronzada, este depósito exhibe laminações plano-paralelas, estratificações cruzadas e estruturas de dissipação (MUDAT *et al.*, 2006).

O sistema deposicional Laguna-Barreira IV desenvolveu-se durante o Holoceno e seus depósitos são, novamente, uma continuação dos processos detectados no litoral do Rio Grande do Sul, sendo correlacionáveis temporalmente à Transgressão da Barreira IV

(VILLWOCK *et al.*, 1986). Estão presentes, neste sistema, os depósitos flúvio-lagunar, lagunar, paludial, eólico, marinho praial e eólico recobrimo depósito marinho praial.

O sistema deposicional Antropogênico é representado pelos depósitos antropogênico (sambaquis) e tecnogênico (estradas e aglomerados urbanos).

O sistema deposicional Praial é formado conforme a dinâmica costeira, considerando a interação de processos meteorológicos (vento e pressão atmosférica) e oceanográficos (ondas, correntes litorâneas e marés). Estão presentes, neste sistema, o depósito marinho praial e o depósito eólico.

Na porção leste da área de estudo, sedimentos originados da deposição marinha, através da ação das ondas, marés e correntes litorâneas, acumulam-se na faixa de praia, constituindo o depósito marinho praial. Os sedimentos clásticos, finos e arenosos tem sua área fonte na plataforma continental e na planície costeira adjacente e depositam-se sobre o compartimento praial.

Todavia, o depósito eólico é formado por sedimentos situados na retaguarda do compartimento praial, na forma de dunas frontais e embrionárias, sendo compostos por sedimentos arenosos, na fração areia fina a muito fina, e quartzosos.

Esses depósitos são inter-relacionados. Contudo, destaca-se a importância do Sistema Laguna-Barreira para a conformação do ambiente, uma vez que este sistema demonstra a resposta do mesmo frente às variações do estoque sedimentar. Um mapa evidenciando os principais setores geológicos pode ser observado na Figura 4 (MUDAT *et al.*, 2006).

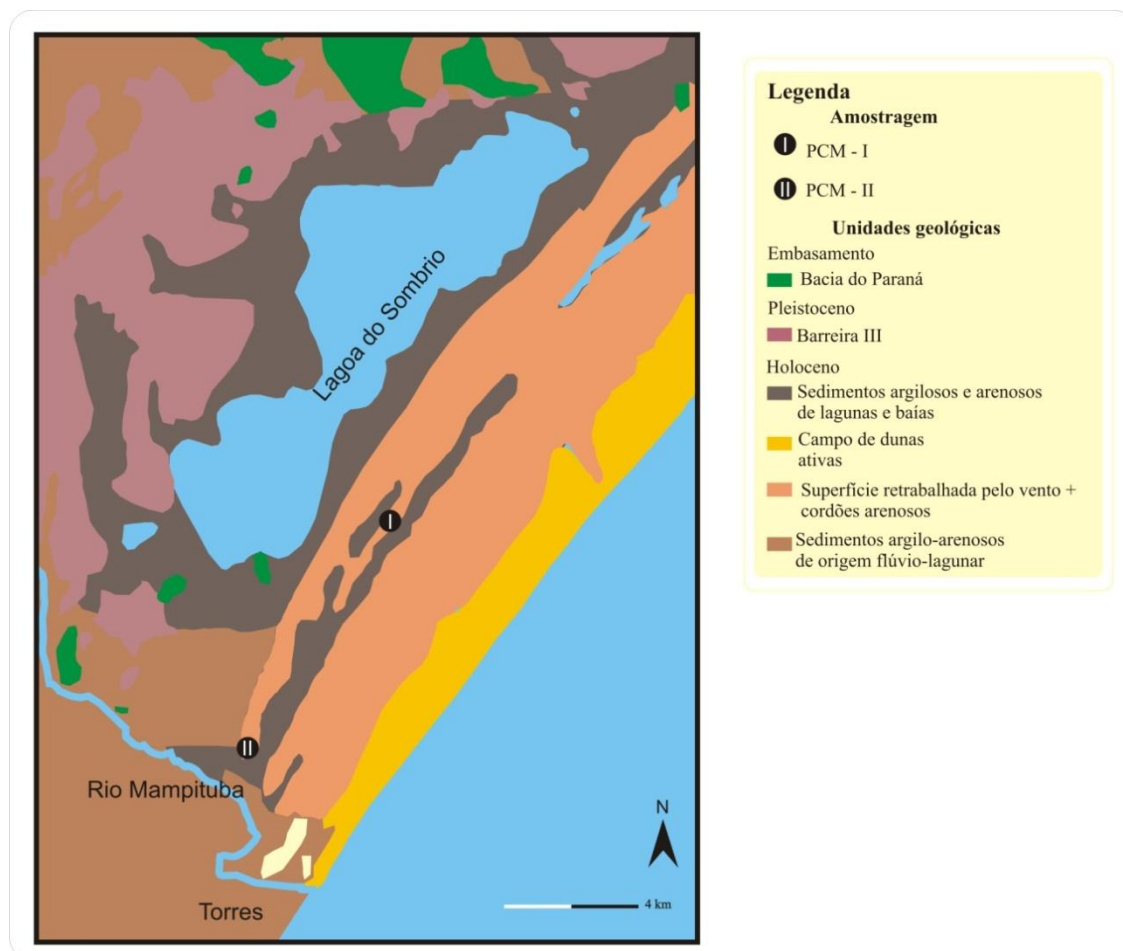


Figura 4: Mapa apresentando as principais feições geológicas da área de estudo, evidenciando os pontos de coleta PCM-I e PCM-II Fonte: Modificado de Silva (2011).

### 3.2 HIDROGRAFIA

A área de estudo está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Mampituba, onde deságua a Lagoa do Sombrio. Os principais rios desta bacia são o Rio Mampituba, que limita os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, além dos rios Sertão e Canoas, afluentes do Mampituba, entre outros.

Localizada no limite entre os estados do RS e SC, a Bacia Hidrográfica do Rio Mampituba abrange duas províncias geomorfológicas distintas o Planalto Meridional e a Planície Costeira, perfazendo uma área de drenagem de 703,23 km<sup>2</sup> (RIO GRANDE DO SUL. Secretaria do Meio Ambiente. Departamento de Recursos Hídricos, 2002).

Diversas lagoas costeiras constituem esta bacia, como a Lagoa do Sombrio, Lagoa do Caverá, Lagoa do Piritú, Lagoa de Fora, Lagoa do Rodrigues. Além disso, no município de São João do Sul, está localizada a única fonte hidrotermal salgada do Brasil. Esta fonte possui

uma classificação alcalino-terrosa, cálcio, magnésiana cloretada e sulfatada, e uma temperatura de 38°C, sendo indicada para tratamentos terapêuticos.

### 3.3 CLIMA

Segundo a classificação de Köppen (1948), a área de estudo em questão está inserida numa condição climática do tipo *Cfa* (Subtropical úmido). O clima *Cfa* apresenta as seguintes características: temperatura média do mês mais frio entre 18° e -3° C; temperatura do mês mais quente acima dos 10° C, estações bem definidas e chuvas bem distribuídas ao longo do ano (sem a ocorrência de uma estação seca).

### 3.4 VEGETAÇÃO

Segundo Klein (1978) existem seis formações vegetais distintas no Estado de Santa Catarina, sendo elas: (I) a Vegetação Litorânea, (II) a Floresta Pluvial, (III) a Floresta Nebular, (IV) a Floresta de Araucária, (V) os Campos e (VI) a Floresta Subtropical. Esquemáticamente, podem-se representar as formações vegetais da porção sul do Estado através do mapa elaborado por Klein (1978) (Figura 5).

A vegetação litorânea, presente na área de estudo, apresenta principalmente espécies herbáceas e arbustivas. Sua composição é influenciada, direta ou indiretamente, pelo solo e pelo oceano (KLEIN, 1978). Estas condições edáficas proporcionam o desenvolvimento de ambientes formadores de marisma, banhado, praia, duna, restinga e mangue. Este último está ausente no setor de estudo, pois têm seu limite de distribuição austral no município de Laguna (SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Diretoria de Desenvolvimento das cidades, 2009).

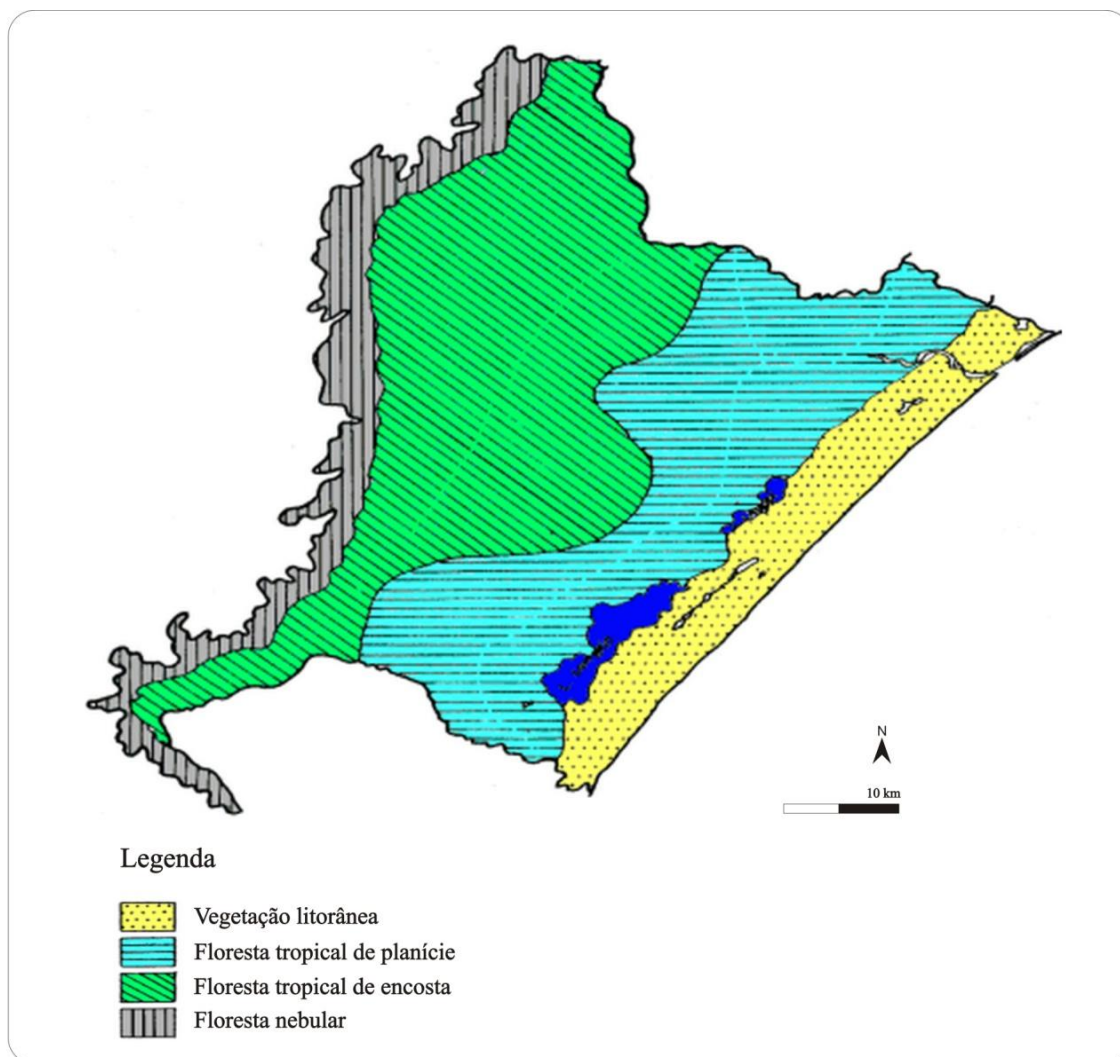


Figura 5: Mapa esquemático da distribuição vegetal no sul de Santa Catarina. Fonte: Klein (1978).

### 3.4.1 Marisma

Marisma é um ecossistema de solo lodoso composto principalmente por gramíneas, ciperáceas e juncáceas halófitas que ocorrem em solos planos com uma fina cobertura de água salgada ou salobra. Podendo ocorrer como formação pioneira ou como uma formação secundária, em áreas perturbadas. Em relação às formações vegetais de água doce, o marisma apresenta uma menor riqueza de espécies, devido a necessidade de adaptações específicas para resistência à variação salina. Extensas áreas de marismas podem ser observadas na Lagoa do Sombrio (SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Diretoria de Desenvolvimento das cidades, 2009).

### 3.4.2 Banhado

Ambiente em contato direto com a água doce (lagoas, beira de rios, etc.) composto por uma vegetação hidrófila. Esse ecossistema apresenta maior riqueza se comparado ao marisma, não apenas pela ausência do estresse osmótico, mas também porque este grupo está bastante adaptado a variações meteorológicas, especialmente pluviométricas. As espécies podem ser, portanto, flutuantes nos tempos de cheia e fixas nos tempos de seca (SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Diretoria de Desenvolvimento das cidades, 2009).

### 3.4.3 Restinga

O conjunto de ecossistemas situados em terreno arenoso, de origem marinha, fluvial, lagunar, eólica, de idade quaternária. Estas comunidades vegetais formam um complexo vegetal edáfico e pioneiro dependente principalmente da natureza do solo, encontrando-se em praias, cordões arenosos, dunas e depressões associadas, planícies e terraços (CONAMA, 1999). Constituída por uma vegetação halófito e psamófila, típica de praias oceânicas que auxilia na fixação das dunas. Dentre as espécies presentes no ambiente estão, batateira-da-praia (*Ipomoea pescaprae*), acariçoba (*Hydrocotyle bonariensis*), grama-da-praia (*Paspalum distichum*), capotiraguá (*Phyloxerus portulacoides*), marmeleiro-da-praia (*Dalbergia ecastophyllum*) e feijão-da-praia (*Sophora tomentosa*).

Outras espécies presentes sobre as dunas são: *Polygala cyparissias*, *Oxypetalum tomentosum*, *Plantago catharinae*, *Acicarpa spathulata* (roseta), *Gnaphalium purpureum*, *Vigna luteola*, *Diodia radula*, *Centella asiatica*, *Cenchrus pauciflorus*, *Vriesea friburgensi* e *Neoregelia laevis* (KLEIN, 1978).

Nas dunas semifixas dominam em geral, aroeira-vermelha (*Schinu sterebinthifolius*) e pau-de-bugre (*Lithraea brasiliensis*), acompanhados pela capororoca (*Rapanea parvifolia*), maria-mole (*Guapira opposita*), guamirim (*Gomidesia palustris*), caúna (*Ilex dumosa*), carne-de-vaca (*Psychotria alba*), butiazeiro (*Butia capitata*), bem como vassoura-vermelha (*Dononaea viscosa*) e vassoura-branca (*Eupatorium casarettoi*), muitas vezes presentes em locais que sofreram algum tipo de perturbação (KLEIN, 1978).

Os terrenos arenosos menos ondulados e mais firmes são predominantemente ocupados pelos guamirins (*Eugenia catharinae*, *E. umbelliflora* e *Gomidesia palustris*) e o cambuí (*Myrcia multiflora*), formando agrupamentos arbustivos, por vezes, também muito densos (KLEIN, 1978).

A oeste das dunas móveis é possível observar dunas completamente fixadas pela vegetação, onde as condições ecológicas são muito distintas do ambiente anteriormente descrito. Há uma maior quantidade de húmus e a areia fina torna o solo mais compacto, com mais argila. A umidade, o calor e a consequente evaporação são maiores do que na mata pluvial, por exemplo, pois o reduzido porte das plantas permite que os raios solares incidam diretamente no chão coberto de vegetação. Adaptações como o tamanho reduzido das folhas, presença de cutícula e a abundância de pelos protetores auxiliam a controlar o excesso de transpiração (SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Diretoria de Desenvolvimento das cidades, 2009).

#### **3.4.4 Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica)**

Floresta perene de encosta montanhosa que ocupa escarpas voltadas para o mar e cujo relevo serve de anteparo para os ventos provenientes do Atlântico, originando chuvas que contribuem para manter a alta umidade.

A altitude constitui o principal fator capaz de influenciar as composições vegetais deste ambiente. Sendo assim, nesta floresta é possível distinguir quatro níveis principais: Florestas Baixas, Florestas submontanas, Florestas montanas e Florestas alto montanas. Segundo Klein (1978), o Setor Sul pode ser dividido em duas subáreas: Florestas úmidas e Florestas de solos enxutos.

As Florestas de solos úmidos apresentam-se pouco desenvolvidas, exibindo caráter homogêneo devido à grande abundância de um pequeno grupo de árvores seletivas e exclusivas destas planícies úmidas, como o ipê-amarelo (*Tabebuia umbellata*), a figueira-de-folha-miúda (*Ficus organensis*), o gerivá (*Arecastrum romanzoffianum*), o araçazeiro (*Marlierea parviflora*) e os guamirins (*Myrcia dichrophylla* e *M. glabra*) (KLEIN, 1978).

Por outro lado, as florestas de solos enxutos são exuberantes, constituídas por árvores altas, dentre as quais se destacam o baguaçu (*Talauma ovata*) e aperoba-vermelha (*Aspidosperma olivaceum*). Além disso, estão presentes o palmitreiro (*Euterpe edulis*), a laranjeira-do-mato (*Actinostemum concolor*) e o bacupari (*Rheedia gardneriana*) (KLEIN, 1978).

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho pôde ser realizado através de atividades em campo e em laboratório. Os recursos necessários a coleta do material, bem como seu processamento e posterior análise foram disponibilizados pelo Laboratório de Palinologia Marleni Marques Toigo (Projeto FAPERGS 1012119) e pelo Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica (CECO/IG/UFRGS), ambos pertencentes ao Instituto de Geociências da UFRGS.

### 4.1 COLETA DO TESTEMUNHO

A coleta do material foi realizada no interior de uma mata paludial para a perfuração PCM-I (29°13'28.1" S - 49°40'54.5" W) e em depósito denominado flúvio-lagunar para PCM-II (29°17'43.2" S - 49°43'33.6" W), ambos próximos à margem leste da Lagoa do Sombrio.

Os testemunhos foram coletados com aparelho *Russian Peat Borer*, atingindo a profundidade 85 cm para PCM-I (mata paludosa) e 350 cm para PCM-II (depósitos flúvio-lagunares). Este coletor consiste numa cápsula tubular de 50 cm de comprimento e 5 cm de diâmetro. Hastes móveis são acopladas a esta cápsula que, através de movimentos rotacionais das hastes, retira e incorpora seções da profundidade desejada (Figura 6- A, B).

Cada seção da coleta foi transferida para um tubo de PVC cortado longitudinalmente e com as mesmas dimensões da cápsula. Nesses tubos marcaram-se o topo e a base, bem como a profundidade da seção (Figura 6- C, D). Posteriormente, os tubos foram embalados com filme plástico e papel alumínio para fins de transporte até o laboratório, onde foram mantidos a temperatura de 4°C até a retirada das amostras paleopalinológicas.

A fim de evitar a contaminação e a mistura dos materiais, o coletor foi cuidadosamente limpo ao fim de cada procedimento e as seções foram retiradas lado a lado, evitando o uso repetido das perfurações. Mais detalhes a respeito do coletor estão disponíveis no trabalho de Souza, Oliveira e Hartmann (2008).





Figura 6: Coleta utilizando o aparelho *Russian Peat Borer*. A coleta do testemunho é realizada em seções de 50 cm cada, até atingir a profundidade desejada (A, B) e é transferida para tubos de PVC que contém o registro da profundidade da seção (C, D).

#### 4.2 CONSTRUÇÃO DO PERFIL LITOLÓGICO E AMOSTRAGEM

No laboratório, as seções foram dispostas em ordem, no sentido do topo para a base. Assim, aspectos sedimentares foram observados, como coloração, granulometria e presença ou ausência de fósseis calcários. Com base nesta observação, foram construídos perfis esquemáticos através do software *Corel DRAW X3* (Figura 7).

Em seguida, utilizando-se êmbolos plásticos, foram coletadas quatro amostras com intervalos de aproximadamente 30 cm para PCM-I e oito amostras, com intervalos de aproximadamente 50 cm uma da outra para PCM-II. Cada unidade amostral foi armazenada em um pote plástico devidamente vedado e identificado.

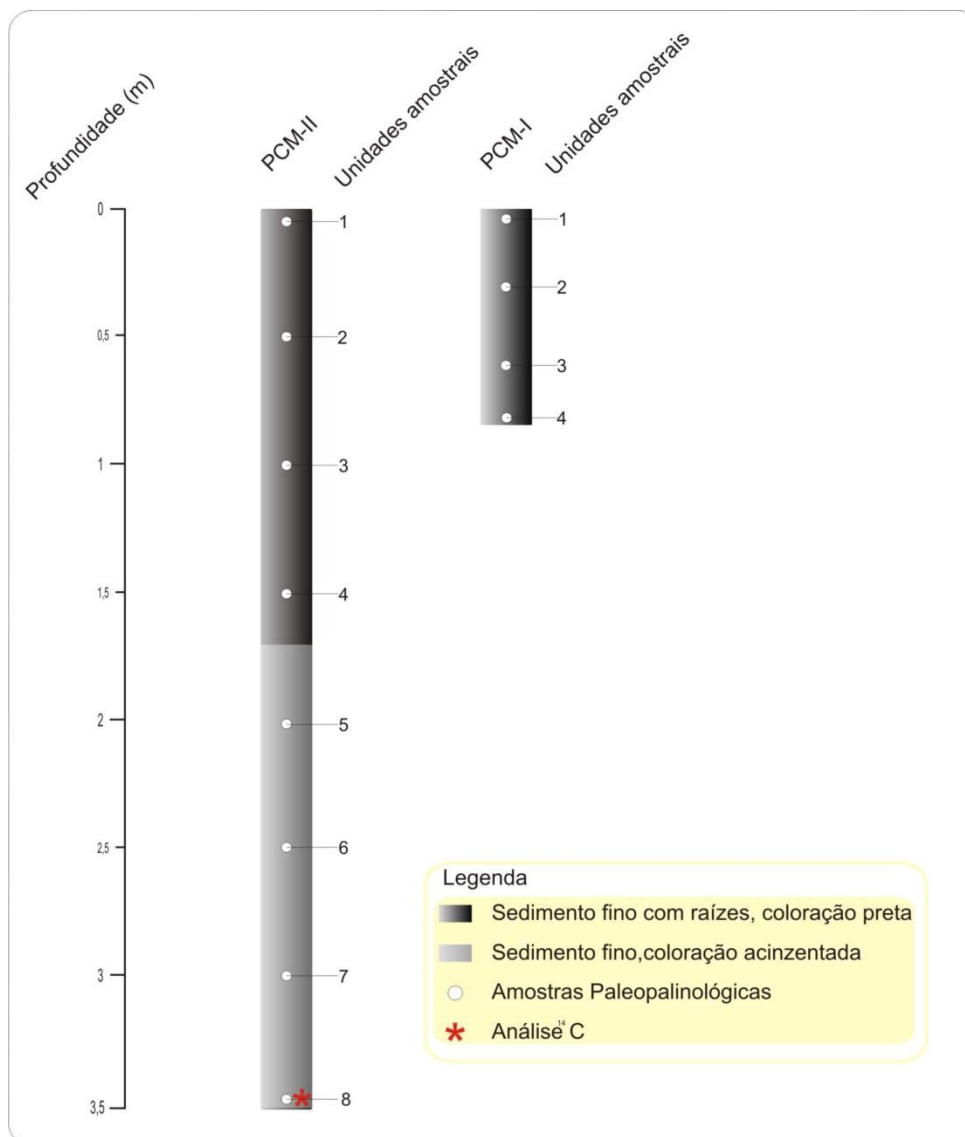


Figura 7: Perfis sedimentares dos testemunhos de sondagem PCM-I e PCM-II, coletados no litoral sul de Santa Catarina.

#### 4.3 RECUPERAÇÃO DOS GRÃOS DE PÓLEN E ESPOROS EM SEDIMENTOS

Para este trabalho, seguiu-se a técnica descrita por Faegri e Iversen (1989), conforme detalhado a seguir. Antes do processamento químico (Figuras 8 e 9), adicionou-se a cada unidade amostral um comprimido de carbonato de cálcio contendo um número conhecido ( $18.584 \pm 371$ ) de esporos de *Lycopodium clavatum* L. o que possibilita a análise das concentrações polínicas em cada amostra.

### 4.3.1 Remoção de silicatos

Em cada unidade amostral foram adicionados 15 mL de ácido fluorídrico (HF) concentrado a 50%. Após a adição do reagente, as amostras foram agitadas mecanicamente por, no mínimo, 8 horas (Figura 8). Em seguida, o material foi transferido para tubos de centrífuga e mantidos em banho-maria a 100°C durante 4 minutos (Figura 9 – A, B, C, D). O reagente ácido foi separado do conteúdo amostral através de diversas lavagens com centrifugações e descarte do sobrenadante.



Figura 8: Remoção dos silicatos. A) ácido fluorídrico. B) Adição de 15 mL de HF em cada amostra. C) Agitação das amostras.

### 4.3.2 Remoção dos carbonatos

Para a remoção dos carbonatos, acrescentou-se 10 mL de ácido clorídrico (HCl) concentrado a 10%. O conteúdo foi agitado mecanicamente por 4 minutos e, aquecidos em banho-maria a 60°C durante mais 4 minutos. Novamente os materiais foram lavados e centrifugados a fim de remover o reagente (Figura 9).

### 4.3.3 Remoção dos ácidos húmicos

Com a ação de 20 mL de hidróxido de potássio (KOH) concentrado a 10% eliminaram-se os ácidos húmicos, ligninas e outros restos orgânicos. Seguiram-se as etapas de agitação mecânica durante 4 minutos, sucedida pelo aquecimento em banho-maria a 100°C por mais 4 minutos e sucessivas lavagens com centrifugação para a separação da amostra e do reagente (Figura 9-F).



Figura 9: Processamento das amostras. A) centrifugação. B) descarte do sobrenadante. C) banho-maria. D-H) químicos utilizados no processamento. D) ácido clorídrico. E) hidróxido de potássio. F) ác. acético glacial. G) ác. sulfúrico. H) anidrido acético. I) filtração.

### 4.3.4 Desidratação das amostras

Esta etapa é fundamental, visto que a mistura de água (etapa anterior) com acetólise (etapa seguinte) provoca uma reação explosiva. Sendo assim, foi adicionado a cada amostra 10 mL de ácido acético glacial ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) a fim desidratá-las. Em seguida, as mesmas foram agitadas mecanicamente e de forma constante pelo período de 4 minutos. Após, procedeu-se a centrifugação com descarte do sobrenadante (Figura 9-G).

#### 4.3.5 Remoção da celulose e do conteúdo citoplasmático

Para a eliminação da celulose e do conteúdo citoplasmático dos grãos de pólen e esporos, foi adicionada a cada unidade amostral 10 mL de uma mistura, denominada acetólise, que consiste em nove partes de anidrido acético ( $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$ ) e uma parte de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). O material foi mais uma vez aquecido em banho-maria a  $100^\circ\text{C}$  durante 4 minutos, centrifugado e o sobrenadante descartado. Sucessivas lavagens e centrifugações foram realizadas (Figura 9-H).

#### 4.3.6 Filtragem e tratamento final das amostras

Após a acetólise, as mostras foram peneiradas em malha metálica de 250  $\mu\text{m}$ . Aos resíduos menores que 250  $\mu\text{m}$ , foram adicionados 10 mL de glicerol concentrado a 50%, deixando os mesmos emersos durante 30 minutos. Após ser centrifugado, o material ficou pronto para a montagem das lâminas palinológicas (Figura 9-I).

#### 4.4 MONTAGEM DAS LÂMINAS PALINOLÓGICAS

Para montagem das lâminas palinológicas, adicionou-se, em cima de cada lamínula uma gota do fixador Celosize<sup>®</sup> (Union Carbide) e, em seguida, algumas gotas do resíduo palinológico de cada nível de profundidade. Esse material foi misturado com auxílio de canudos plásticos. Posteriormente, as lamínulas foram dispostas sobre uma chapa quente mantida entre  $50^\circ$  e  $60^\circ$  C para que ocorresse a evaporação total da água. Enquanto as lamínulas passavam pela secagem, foi adicionada uma gota da cola Entellan<sup>®</sup> (Merck) em cada lâmina. A manipulação deste composto ocorreu na capela de fluxo laminar vertical, com a utilização de máscara e luvas, visto que o benzeno está presente na composição deste material, tornando-o tóxico. Foram confeccionadas 3 lâminas de cada unidade amostral para as análises paleopalínológicas, todas devidamente etiquetadas e incorporadas na Palinoteca do Laboratório de Palinologia Marleni Marques Toigo do IG/UFRGS, sob a codificação do prefixo “MP-P”, sob os números 8131 a 8166.

#### 4.5 ANÁLISE QUALITATIVA

A análise qualitativa visa à determinação taxonômica dos grãos de pólen, esporos e demais palinomorfos presentes no testemunho. Para isto, foi utilizado o microscópio óptico *Olympus* modelo CX-31 em aumentos de 400 e 1000 vezes. Para a identificação taxonômica foram feitas comparações entre o material fóssil e bibliografias, além de consultas a coleção de referência do LPMMT/IG.

Para grupos com semelhança morfológica, não sendo possível distingui-los, optou-se por utilizar a terminologia “tipo” precedida pelos nomes científicos, como proposto por Traverse (1988). Esse tipo de classificação permite que dentro de um “tipo polínico” possam estar incluídos mais de um táxon natural, não sendo possível um detalhamento taxonômico mais aprofundado e distinguível. Em casos onde os palinomorfos indeterminados, pertencentes a uma mesma categoria taxonômica, apresentam morfologias distintas, acrescentaram-se números após a nomenclatura. Organismos de afinidade biológica incerta foram tratados como “*incertae sedis*”.

#### 4.6 DESCRIÇÕES DOS PALINOMORFOS E DADOS ECOLÓGICOS

Com a descrição palinológica procurou-se ressaltar as características básicas e diagnósticas de cada táxon. Foram considerados aspectos como unidade polínica, classe de tamanho, polaridade, simetria, forma, âmbito, aberturas, estrutura da exina e ornamentação. Foram pesquisados os aspectos mais relevantes referentes à ecologia dos táxons presentes no testemunho, modo de vida e ambiente ideal para o desenvolvimento. As pesquisas sobre a ecologia dos táxons foram realizadas com base, principalmente nos trabalhos de Tryon e Tryon (1982), Irgang e Gastral (1996), Backes e Irgang (2002, 2004 a, 2004 b) e Joly (2002).

#### 4.7 FOTOMICROGRAFIAS

Foram selecionados os palinomorfos que melhor representam morfologicamente os táxons identificados e relacionados através de fotomicrografias. Obteve-se as imagens através da máquina digital acoplada ao microscópio *Olympus* CX-31, em aumento de 1000 vezes. A montagem das estampas seguiu a ordem sistemática. Para cada estampa foram confeccionadas legendas onde consta o nome dos táxons. Além disso, incluiu-se escalas de 20  $\mu\text{m}$  em cada

figura e assumiram-se terminologias como VP = Vista polar; VE= Vista equatorial para indicar a orientação do grão.

#### 4.8 ANÁLISE QUANTITATIVA

Nesta etapa foram realizadas contagens dos palinomorfos em cada nível e, posteriormente, esses dados foram passados para o software *Tilia* visando à construção dos diagramas polínicos.

##### 4.8.1 Contagem dos grãos

Em cada nível analisado do testemunho PCM-I foram convencionalmente contados 300 grãos de pólen. Já nos níveis do testemunho PCM-II foram contados apenas 100 grãos de pólen, devido à escassez de grãos e a curva de saturação das amostras. Em ambos os casos os outros palinomorfos foram contados à parte, bem como os esporos de *Lycopodium clavatum* (marcador exótico introduzido nas amostras). Após a contagem, os palinomorfos foram agrupados conforme aspectos ecológicos análogos.

As lâminas foram lidas através de transecções de cima para baixo e da esquerda para a direita, com espaço entre linhas de aproximadamente um campo visual, em aumento de 400 vezes, conforme sugerido por Salgado-Labouriau (2007).

##### 4.8.2 Diagramas polínicos por porcentagem

Para a elaboração deste gráfico, os dados de contagem são passados para o software *Tilia* e este gera o diagrama polínico **por porcentagem**.

As análises de porcentagem, valor relativo de cada palinomorfo, serão calculadas pela soma polínica total e a qual foi atribuída valor 100 (FAEGRI; IVERSEN, 1989). Serão incluídos na soma táxons representativos da flora regional (árvores, arbustos e ervas), enquanto os representantes da flora local (pteridófitas, briófitas, algas e fungos) e demais palinomorfos não serão considerados na soma. Para obtenção destes dados será utilizado o software *Tilia*, a partir da fórmula:

$$f = \frac{\beta \times 100}{\sum p}$$

Onde:

$f$  = porcentagem de um elemento

$\beta$  =  $\beta$  é o elemento

$\sum p$  = soma total de pólen

#### 4.9 DATAÇÃO RADIOCARBÔNICA

A datação radiocarbônica do nível basal de PCM-II foi obtida através do método Accelerator Mass Spectrometry (AMS), realizada no Center for Applied Isotope Studies (CAIS), University of Georgia, USA, que calibrou a idade do material em  $3.550 \pm 30$  anos AP.

#### 4.10 ANÁLISES DA MATÉRIA ORGÂNICA

Nas imediações do CECO/IG/UFRGS foi realizada a determinação da matéria orgânica em amostras que apresentaram percentual de finos para incineração visto que este diagnóstico é um bom indicativo do ambiente de deposição.

O sedimento lamoso (silte + argila) destas amostras foi submetido à queima em uma mufla, durante 4 horas em temperatura de  $550^{\circ}$  C, segundo método empregado por Wetzel (1975), verificando assim, o percentual de matéria orgânica em cada amostra.



## 5 RESULTADOS

Para melhor compreensão e organização dos resultados, este item será subdividido conforme as etapas apresentadas no item 4 (Materiais e Métodos) deste trabalho.

### 5.1 ANÁLISE QUALITATIVA

Para os níveis amostrados dos testemunhos PCM-I e PCM-II, foram detectados 46 diferentes táxons no total, que mostram evidências de mudanças paleovegetais ao longo o perfil, ocorridas ao longo do Holoceno na região. Sendo 6 fungos, 3 algas, 2 briófitas, 7 pteridófitas, 1 gimnosperma e 27 angiospermas.

### 5.2 DESCRIÇÕES DOS PALINOMORFOS E DADOS ECOLÓGICOS

Os táxons encontrados estão dispostos em ordem evolutiva e apresentando dados relevantes, como: Características ecológicas, descrição morfológica dos grãos, ocorrência e indicação da figura que o representa.

#### Fungos:

#### 1. Filo Ascomycota

Classe Ascomycetes

**Ordem** Dothideales

**Família** Mycrothyriaceae

*Microthyrium* Desm.

Estampa 1 - Figura 1

Descrição: Ascóporos discóides com coloração acastanhada mais escura no centro e mais clara na porção externa.

Dimensões: entre 45 - 65 µm.

Dados ecológicos: Epífitos em regiões tropicais.

Ocorrência: PCM-II.

#### 2. **Ordem** Helotiales

**Família** Helotiaceae

*Bryophytomyces sphagni* (Navashin) Cif.

Estampa 1 - Figura 2

Descrição: Esporos hialinos, esféricos, psilados com placas poligonais.

Dimensões: diâmetro de aprox. 40 µm.

Dados ecológicos: Parasita do gênero *Sphagnum*.

Ocorrência: PCM-II.

#### 3. **Ordem** Magnaporthales

**Família** Magnaporthaceae

tipo *Gaeumannomyces* J. Walker

Estampa 1 - Figura 3

Descrição: Esporângios em forma de disco, com superfície psilada e margens irregularmente lobadas. Apresenta um poro central e coloração acastanhada.

Dimensões: 20 µm

Dados ecológicos: Ocorre como parasita ou saprófila de caules e raízes de Poaceae.

Ocorrência: PCM-I e PCM-II.

4. Classe Deuteromycetes

**Ordem** Moniliales

**Família** Dematiaceae

*Tetraploa aristata* Berk. & Br.

Estampa 1 – Figura 4

Descrição: Conídeos, verrucosos, castanho escuro e com 4 apêndices alongados, septados e psilados. Dimensões da estrutura conídea: Eixo maior: 30 – 45 µm. Eixo menor: 17 – 25 µm.

Dados ecológicos: Segundo Van Geel (1978) é comumente encontrado em serapilheiras.

Ocorrência: PCM-I e PCM-II.

5. **Ordem** Moniliales

**Família** Dematiaceae

tipo *Nigrospora* Zimm.

Estampa 1 – Figura 5

Descrição: Conídeos elípticos, castanho escuros, com superfície psilada e um poro.

Dimensões: entre 10 – 17 µm.

Dados ecológicos: Esse grupo é relacionado a regiões quentes em

diferentes ambientes: arenosos, manguezais, florestas.

Ocorrência: PCM-I e PCM-II.

6. Filo Basidiomycota

Classe Basidiomycetes

**Ordem** Aphyllophorales

**Família** Corticiaceae

*Tipo Athelia* Pers.

Estampa 1 – Figura 6

Descrição: Estrutura circular composta por diversas células circulares pequenas e agrupadas. Dimensões: 35 – 45 µm. Dados ecológicos: Kirk *et al.* (2001), apontam esse grupo como patógeno de líquens e algas.

Ocorrência: PCM-I e PCM-II.

**Algas:**

1. Divisão Chlorophyta

Classe Chlorophyceae

**Ordem** Chlorococcales

**Família** Dycityosphaeriaceae

*Botryococcus* Kutzing

Estampa 2 – Figura 1

Descrição: Microalga colonial de tamanho variável. Suas colônias são irregularmente lobadas, formada por indivíduos unicelulares dispostos de maneira concêntrica. (MACEDO, SOUZA & BAUERMANN; 2009).

Dados ecológicos: Microalga dulcícola.

Ocorrência: PCM-II.

## 2. Classe Zygnematophyceae

**Ordem** Zygnematales

**Família** Zygnemataceae

*Spirogyra* Link

Estampa 2 – Figura 2

Descrição: Zigósporo elipsoidal, hialino ou amarelado. Parede celular lisa, envolvendo toda a superfície, ou reticulada.

Dimensões: Eixo maior: cerca de 70 µm.

Eixo menor: 20-45 µm.

Dados ecológicos: Está presente em ambientes de água doce e úmidos.

Ocorrência: PCM-II.

## 3. Alga incertae sedis

*Pseudosquizzia rubina* Rossignol ex Christopher

Estampa 2 – Figura 3

Descrição: Estruturas circulares, psiladas, hialinas, apresentando diversas estrias concêntricas e finas. Dimensões: 20 µm de diâmetro.

Dados ecológicos: Comumente encontradas em sedimentos palustres.

Segundo Leonhardt e Lorscheitter (2007), possivelmente originaram-se de algas dulcícolas.

Ocorrência: PCM-I.

**Briófitas:**

## 1. Ordem Anthocerotales

**Família** Anthocerotaceae

*Phaeoceros laevis* (L.) Prosk.

Estampa 2 – Figura 4

Descrição: Esporo trilete com bifurcações nas extremidades, grandes, heteropolares, radioassimétricos, circulares a

subtriangulares. Microequinado a psilado.

Dimensões: 40-55 µm.

Dados ecológicos: Presentes em solos úmidos e sombreados.

Ocorrência: PCM-I e PCM-II.

## 2. Ordem Anthocerotales

**Família** Anthocerotaceae

*Sphagnum* (Dill.) Hedw

Estampa 2 – Figura 5

Descrição: Esporo trilete com bifurcações nas extremidades, grandes, heteropolares, radioassimétricos, subtriangulares, hialinos, psilados. Exósporo com espessamento trilobado no pólo distal. Dimensões:

diâmetro equatorial entre 45-55 µm

Dados ecológicos: Este grupo vive como plantas emergentes e flutuantes em turfeiras (IRGANG & GASTRAL JR., 1996)

Ocorrência: PCM-I e PCM-II.

**Pteridófitas:**

## 1. Divisão Pteridophyta

**Ordem** Polypodiales

**Família** Dicksoniaceae

*Dicksonia sellowiana* Hook

Estampa 2 – Figura 6

Descrição: Esporo trilete, heteropolar, radiosimétrico, subtriangulares a triangulares (VP). Espessamento largo no pólo distal e psilado no pólo proximal.

Dimensões: 65-75 µm.

Dados ecológicos: Arborescente desenvolve-se em ambientes sombreados como matas úmidas e florestas nebulares (TRYON & TRYON, 1982).

Ocorrência: PCM-I e PCM-II.

## 2. Divisão Pteridophyta

### **Ordem** Polypodiales

#### **Família** Schizaeaceae

*Anemia phyllitidis* (L.) Sw.

Estampa 2 – Figura 7

Descrição: Esporo trilete, grande, heteropolar, subtriangulares (VP), exósporo apresentando estrias paralelas, baculado. Dimensões: entre 45 - 50 µm.

Dados ecológicos: Planta terrestre, ocorrendo preferencialmente em ambientes sombreados (LORSCHREITER et al., 1998).

Ocorrência: PCM-I e PCM-II

## 3. **Ordem** Polypodiales

### **Família** Cyatheaceae

Cyatheaceae

Estampa 2 – Figura 8

Descrição do grão: Esporo trilete, grande, heteropolar, subtriangular a triangular (VP), psilado. Dimensões: 30 - 40 µm.

Dados ecológicos: Arborescentes, ocorrendo em florestas tropicais de montanhas, florestas úmidas e nebulares (LORSCHREITER et al., 1999).

Ocorrência: PCM-II.

## 4. **Ordem** Polypodiales

### **Família** Blechnaceae

Tipo *Blechnum* L.

Estampa 2 – Figura 9

Descrição: Esporo monoete, grande, heteropolar, simetria bilateral, elíptico (VP) e planoconvexo (VE), amarelo claro, psilado. Dimensões: Eixo polar entre 30-45 µm, eixo equatorial entre 35-55 µm.

Dados ecológicos: Plantas terrestres, rupestres, ocorrendo em pântanos, interior de matas paludosas (TRYON & TRYON, 1982).

Ocorrência: PCM-I e PCM-II.

## 5. **Ordem** Polypodiales

### **Família** Polypodiaceae

*Polypodium* L.

Estampa 2 – Figura 10

Descrição: Esporo monoete, grande, heteropolar, simetria bilateral, elípticos (VP) e planoconvexo (VE) verrucado.

Dimensões: EP: 45-50 µm. EE : aprox. 55 µm.

Dados ecológicos: Plantas terrestres, rupestres ou epífitas.

Ocorrência: PCM-I e PCM-II.

#### 6. **Ordem** Polypodiales

**Família** Polypodiaceae

*Tipo* *Microgramma vacciniifolia* (Langst & Fisch.) Copel.

Estampa 2 – Figura 11

Descrição: Esporo monoete, grande, heteropolar, simetria bilateral, elíptico (VP) e planoconvexo (VE), verrucado.

Dimensões: eixo polar: 40-45 µm, eixo equatorial: 65-70 µm.

Dados ecológicos: Espécie epífita de butiazais, ocorrendo sem influencia direta de salinidade em ambientes sombreados (WAECHTER, 1990).

Ocorrência: PCM-I e PCM-II.

#### 7. **Ordem** Polypodiales

**Família** Dryopteridaceae

tipo *Dryopteris* Adans.

Estampa 2 – Figura 12

Descrição: esporos monoletes, médios a grandes, heteropolares, bilaterais.

Projeções irregularmente distribuídas pela superfície do exósporo. Dimensões:

Diâmetro equatorial: 45 µm. Diâmetro polar: 35 µm.

Dados ecológicos: Gênero registrado para o interior da Mata Atlântica e em locais úmidos.

Ocorrência: PCM-II.

### **Gimnospermas:**

#### 1. **Ordem** *Coniferales*

**Família** *Pinaceae*

*Pinus* L.

Estampa 2 – Figura 13

Descrição do grão: Grão de pólen mônade, bissacado, grande, heteropolar, simetria bilateral, corpo central esferoidal. Sacos aéreos reticulados. Dimensões: diâmetro total: 90 µm, diâmetro do corpo central: 60 µm, sacos aéreos medindo 40 µm de diâmetro.

Dados ecológicos: Árvores. Espécie exótica extensamente utilizada no sul do Brasil para reflorestamentos e produção de resina. Desenvolve-se em solos arenosos propagando-se a ponto de ser considerada uma espécie exótica invasora. (BACKES & IRGANG, 2004a).

Ocorrência; PCM-I e PCM-II.

### **Angiospermas:**

#### 1. **Ordem** *Arecales*

**Família** *Arecaceae*

*Arecaceae*

Estampa 2 – Figura 14

Descrição: Mônade, médio, heteropolar, simetria bilateral, elíptico (VP), com uma extremidade afilada, monossulcado e psilado a escabrado. Dimensões: EE maior entre 50-55 µm, EE menor aprox. 20 µm.

Dados ecológicos: Árvores popularmente conhecidas como palmeiras. Apresentam distribuição pantropical. No Brasil ocorrem 40 gêneros e aprox. 200 espécies (SOUZA & LORENZI, 2005).

Ocorrência: PCM-I e PCM-II

## 2. **Ordem** Poales

### **Família** Cyperaceae

Cyperaceae

Estampa 2 – Figura 15

Descrição: Mônade, médio, heteropolar, radioossimétrico, prolato-esferoidal, ornamentação granulada a escabrada. Pólo distal geralmente mais largo que pólo proximal. Dimensões: entre 30 – 40  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: Herbáceas. A maioria das espécies do gênero ocorre em terrenos brejosos e alagadiços (JOLY, 2002).

Ocorrência: PCM-I e PCM-II

## 3. **Ordem** Poales

### **Família** Poaceae

Poaceae

Estampa 2 – Figura 16

Descrição: Mônade, pequeno a médio, heteropolar, radioossimétrico, esferoidal, circular, monoporado, ornamentação psilada a levemente escabrada. Dimensões: 20 – 40  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: Herbáceas. Distribuição cosmopolita. Gêneros podem habitar diversos ambientes como campos secos,

úmidos, dunas, banhados e capões (JOLY, 2002).

Ocorrência: PCM-I e PCM-II

## 4. **Ordem** Poales

### **Família** Typhaceae

Tipo *Typha* L.

Estampa 3 – Figura 1

Descrição do grão: Triporado, pequeno, heteropolar, radioossimétrico circular a sub-triangular, ornamentação granulada a escabrada. Dimensões: aprox.. 20  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: Espécie comum em banhados e áreas alagadas, onde infesta rapidamente estes ambientes, transformando-os nos famosos "taboais", pode atingir uma porte relativamente grande, passando de 2m de altura.

Ocorrência: PCM-I e PCM-II

## 5. **Ordem** Malpighiales

### **Família** Euphorbiaceae

*Alchornea* Sw.

Estampa 3 – Figura 2

Descrição do grão: Mônade, médio, isopolar, radioossimétrico, prolato-esferoidal, subtriangular, tricolporado, psilado a escabrado. Dimensões: EP: aprox. 30  $\mu\text{m}$ . EE: aprox. 25  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: Árvores. Algumas espécies do gênero são classificadas como pioneiras, ocupando áreas abertas ou ambientes que sofreram algum distúrbio (BACKES & IRGANG, 2004b).

Ocorrência: PCM-II

## 6. **Ordem Malpighiales**

**Família** Euphorbiaceae

Euphorbiaceae

Estampa 3 – Figura 3

Descrição: Mônade, médio, isopolar, radioossimétrico, subesferoidal, tricolporado, ornamentação reticulada.

Dimensões: EP: aprox. 35 µm. EE: aprox. 25 µm.

Dados ecológicos: Podem ocorrer como árvores, arbustos ou ervas. Em SC habitam tanto solo seco quanto úmido, mas a maioria é indicada como bem adaptada a solos pobres e locais abertos.

Ocorrência: PCM-I e PCM-II

## 7. **Ordem Rosales**

**Família** Ulmaceae

*Celtis* L.

Estampa 3 – Figura 4

Descrição: Mônade, médio, isopolar, radioossimétrico, circular, triporado, psilado a levemente escabrado. Dimensões: EE: 30 – 35 µm.

Dados ecológicos: Árvores e arbustos. Representado por 70 espécies que habitam matas de restinga na Planície Costeira.

Ocorrência: PCM-II.

## 8. **Ordem Rosales**

**Família** Ulmaceae

*Trema micranta* (L.) Blume

Estampa 3 – Figura 5

Descrição: Mônade, pequeno, isopolar, simetria bilateral, oblato - esferoidal, biporado, psilado a levemente escabrado.

Dimensões: EP: entre 15 - 20 µm, EE: 17 - 22 µm.

Dados ecológicos: Árvores. Importante pioneira nas formações secundárias das florestas Semidecidual e Ombrófila Densa (BACKES & IRGANG, 2002).

Ocorrência: PCM-I e PCM-II

## 9. **Ordem Fagales**

**Família** Betulaceae

*Alnus* Mill.

Figura Estampa 3 – Figura 6; 7

Descrição: Mônade, médio, isopolar, radioossimétrico, sub-oblato, estefanoporado (cindo poros), psilado a levemente escabrado. Dimensões: EP: 25 µm. EE: 25 – 30 µm.

Dados ecológicos: Árvores. Gênero exótico, com distribuição Andina (JOLY, 2002). O grão de pólen está presente no sedimento provavelmente pela dispersão anemófila.

Ocorrência: PCM-I e PCM-II

## 10. **Ordem Myrtales**

**Família** Myrtaceae

Myrtaceae

Estampa 3 – Figura 8

Descrição: Mônade, médio, isopolar, radioossimétrico, triangular, tricolporado,

ornamentação psilada ou levemente escabrada. Dimensões entre 20 e 35  $\mu\text{m}$   
 Dados ecológicos: Gêneros citados para SC incluem árvores e arbustos. Dentre eles, *Campomanesia* sp. É referido com pioneiro secundário e habitante da Floresta Ombrófila Mista.

Ocorrência: PCM-I e PCM-II.

#### 11. **Ordem** Myrtales

##### **Família** Melastomataceae

Melastomataceae

Estampa 3 – Figura 9

Descrição: Mônade, médio, isopolar, radioossimétrico, subprolato, 5-colporado, psilado. Dimensões: aprox. 30  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: Gênero *Leandra* é frequentemente encontrado em bordas de mata em SC. Outro gênero significativaivo no estado é *Tibouchina*. A família inclui árvores, ervas e arbustos.

Ocorrência: PCM-I e PCM-II.

#### 12. **Ordem** Sapindales

##### **Família** Meliaceae

Meliaceae

Figura 3 – Figura 10

Descrição do grão: Mônade, médio, isopolar, radioossimétrico, prolato, tetracolporado, levemente reticulado.

Dimensões: EP: aprox. 35  $\mu\text{m}$ . EE: 20 – 25  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: Arbustos e árvores com distribuição pantropical.

Ocorrência: PCM-I e PCM-II.

#### 13. **Ordem** Sapindales

##### **Família** Sapindaceae

*Allophylus edulis* (St. Hil.) Radlk.

ExWarm.

Estampa 3 – Figura 11

Descrição: Mônade, médio, isopolar, radioossimétrico, triangular, tricolporado, reticulado. Dimensões: entre 17 e 23  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: Árvores. Espécie pioneira apresenta ampla distribuição (BACKES & IRGANG, 2002).

Ocorrência: PCM-I.

#### 14. **Ordem** Santalales

##### **Família** Loranthaceae

*Loranthaceae*

Estampa 3 – Figura 12

Descrição: Médio, isopolar, radioossimétrico, triangular (VP), tricolporado (colporos unidos nos pólos), psilado. Dimensões: 20 – 25  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: Hemiparasitas de plantas arbóreas (SCHULTZ, 1990). Na região de estudo está presente o gênero *Phrygilanthus*.

Ocorrência: PCM-I.

#### 15. **Ordem** Caryophyllales

##### **Família**

Amaranthaceae

Tipo *Amaranthus*

Estampa 3 – Figura 13



Descrição: Mônade, médio, apolar, radioossimétrico, esférico, pantoporados (poros próximos e numerosos), ornamentação granulada. Dimensões: aprox. 30  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: Representantes de *Amaranthus* são herbáceas que habitam terrenos alterados e ruderais. O gênero é composto por ervas e subarbustos, ruderais e algumas halófitas.

Ocorrência: PCM-I e PCM-II.

#### 16. **Ordem** Caryophyllales

##### **Família** Amaranthaceae

*Tipo Gomphrena* L.

Estampa 3 – Figura 14;15

Descrição: Mônade, pequeno, apolar, radioossimétrico, esférico, circular, pantoporado (cada poro no centro de um lúmen), fenestrado, reticulado. Retículos formando hexágonos. Diâmetro: entre 15 – 20  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: Ervas e subarbustos.

Ocorrência: PCM-I e PCM-II.

#### 17. **Ordem** Ericales

##### **Família** Myrsinaceae

*Myrsine* L.

Estampa 3 – Figura 16

Descrição: Mônade, pequeno, isopolar, radioossimétrico, irregularmente quadrangular, tetracolpado, psilado a levemente escabrado. Dimensões: aprox. 20  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: Árvores e arbustos. São espécies pioneiras que formam florestas onde antes era campo. Boa resiliência.

(BACKES & IRGANG, 2002).

Ocorrência: PCM-I.

#### 18. **Ordem** Gentianales

##### **Família** Rubiaceae

*Rubiaceae*

Estampa 4 – Figura 1;2

Descrição: Mônade, médio, isopolar, radioossimétrico, circular, estefanocolporado (aparentemente 9

colporos), reticulado. Dimensões: entre 30 – 45  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: Ervas características de formações campestres.

Ocorrência: PCM-I.

#### 19. **Ordem** Lamiales

##### **Família** Bignoniaceae

*Bignoniaceae*

Estampa 4 – Figura 3

Descrição: Médio, isopolar, radioossimétrico, circular a subtriangular (VP) com zonas interangulares levemente convexas. Tricolporado, reticulado. Entre 40 e 45  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: Plantas arbóreas e arbustivas, raramente herbáceas (JOLY, 2002).

Ocorrência: PCM-I.

#### 20. **Ordem** Lamiales

**Família** Plantaginaceae

Tipo *Plantago* L.

Estampa 4 – Figura 4

Descrição: Médio, apolar, radioossimétrico, esférico, pantoporado (poros distantes entre si), verrucado. Entre 25 – 30  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: Ervas cosmopolitas, podendo ocorrer tanto em ambientes secos quanto úmidos (JOLY, 200).

Ocorrência: PCM-II.

## 21. **Ordem** Lamiales

**Família** Scrophulariaceae

Scrophulariaceae

Estampa 4 – Figura 5

Descrição: Pequeno, isopolar, radioossimétrico, subprolato, tricolporado, psilado. Aproximadamente 9  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: Arbustos e ervas cosmopolitas (JOLY, 2002)

Ocorrência: PCM-I.

## 22. **Ordem** Aquifoliales

**Família** Aquifoliaceae

*Ilex* L.

Estampa 4 – Figura 6;7

Descrição: Mônade, médio, isopolar, radioossimétrico, prolato, circular a subtriangular, tricolporado, ornamentação clavada. Dimensões: EP: aprox. 35  $\mu\text{m}$ , EE: aprox. 20  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: Árvores. Ocorrem na Floresta Ombrófila Densa e nas matas de restinga (BACKES & IRGANG, 2004b).

Ocorrência: PCM-I.

## 23. **Ordem** Asterales

**Família** Asteraceae

tipo *Baccharis* L.

Estampa 4 – Figura 8

Descrição: Mônade, pequeno a médio, isopolar, radioossimétrico, prolato, tricolporado, equinado. Dimensões: EP entre 20 – 30  $\mu\text{m}$ . EE entre 15 – 20  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: Arbustos e ervas.

Ocorre tanto em campo quanto em pântanos e matas paludosas. Também é comum no ecótono entre esses ambientes, (JOLY, 2002).

Ocorrência: PCM-I e PCM-II.

## 24. **Ordem** Asterales

**Família** Asteraceae

Tipo *Vernonia* Schreb.

Estampa 4 – Figura 9

Descrição: Mônade, médio, isopolar, radioossimétrico, esférico, tricolporado e reticulado com muros altos sobre os quais estão presentes espinescências. Dimensões: 20 – 30  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: Herbáceas, arbustivas ou arbóreas. Ocorrem em diversos ambientes, campos, banhados, capoeiras, borda e interior de matas, e margens de rios (MATZENBACHER & MAFI OLETI, 1994).

Ocorrência: PCM-I e PCM-II.

25. **Ordem Asterales****Família Asteraceae**

Asteraceae

Estampa 4 – Figura 10

Descrição: Mônade, pequeno a médio, isopolar, radioossimétrico, prolato, tricolporado, equinado. Entre 15 e 25  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: Ervas e arbustos, raramente arbóreas. Indivíduos desta família podem ser encontrados em ambientes diversos, mas, sobretudo, em campos (CANCELLI *et al.* 2010)

Ocorrência: PCM-I e PCM-II.

tricolporado, psilado. Dimensões: EP: cerca de 50  $\mu\text{m}$ . EE: 20 – 25  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: Herbáceas. Indivíduos deste gênero estão presentes em ambientes como campos secos, pântanos, lagoas e turfeiras.

Ocorrência: PCM-II.

26. **Ordem Asterales****Família Menyanthaceae***Menyanthaceae*

Estampa 4 – Figura 11

Descrição: Mônade, médio, isopolar, radioossimétrico, triangular, tricolporado, ornamentação estriada a levemente escabrada. Dimensões: aprox. 35  $\mu\text{m}$ .

Dados ecológicos: Macrófita aquática. Na região está presente *Nymphoides indica* na beira das lagoas.

Ocorrência: PCM-I e PCM-II.

27. **Ordem Apiales****Família Apiaceae***Eryngium* L.

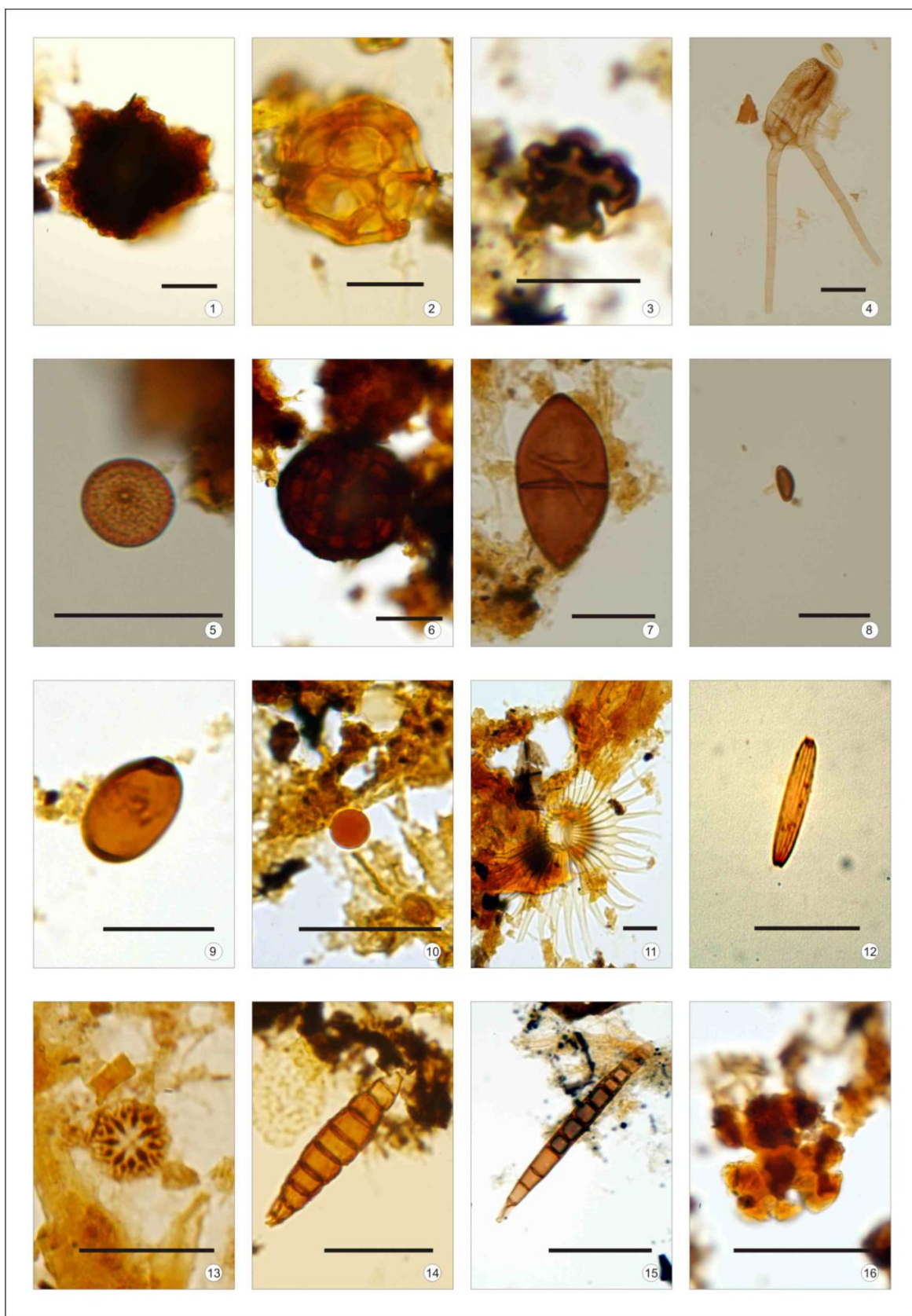
Estampa 4 – Figura 12

Descrição: Mônade, médio, isopolar, radioossimétrico, prolato e perprolato,

### 5.3 FOTOMICROGRAFIAS E ESTAMPAS

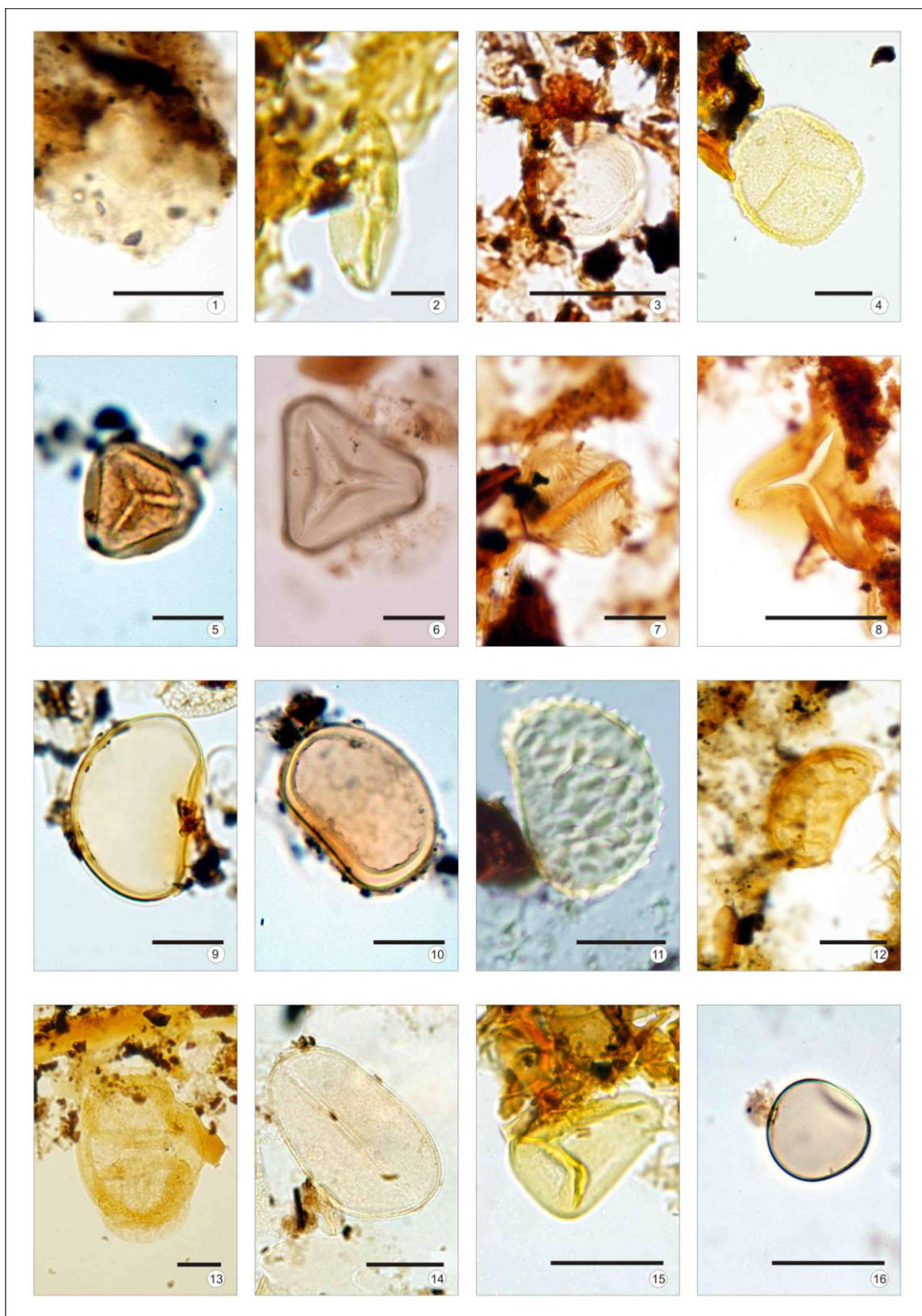
Após o reconhecimento dos palinomorfos presentes no pacote sedimentar, foram selecionados os indivíduos que melhor representam os táxons encontrados. Portanto, serão exibidos nas estampas a seguir.

## ESTAMPA 1



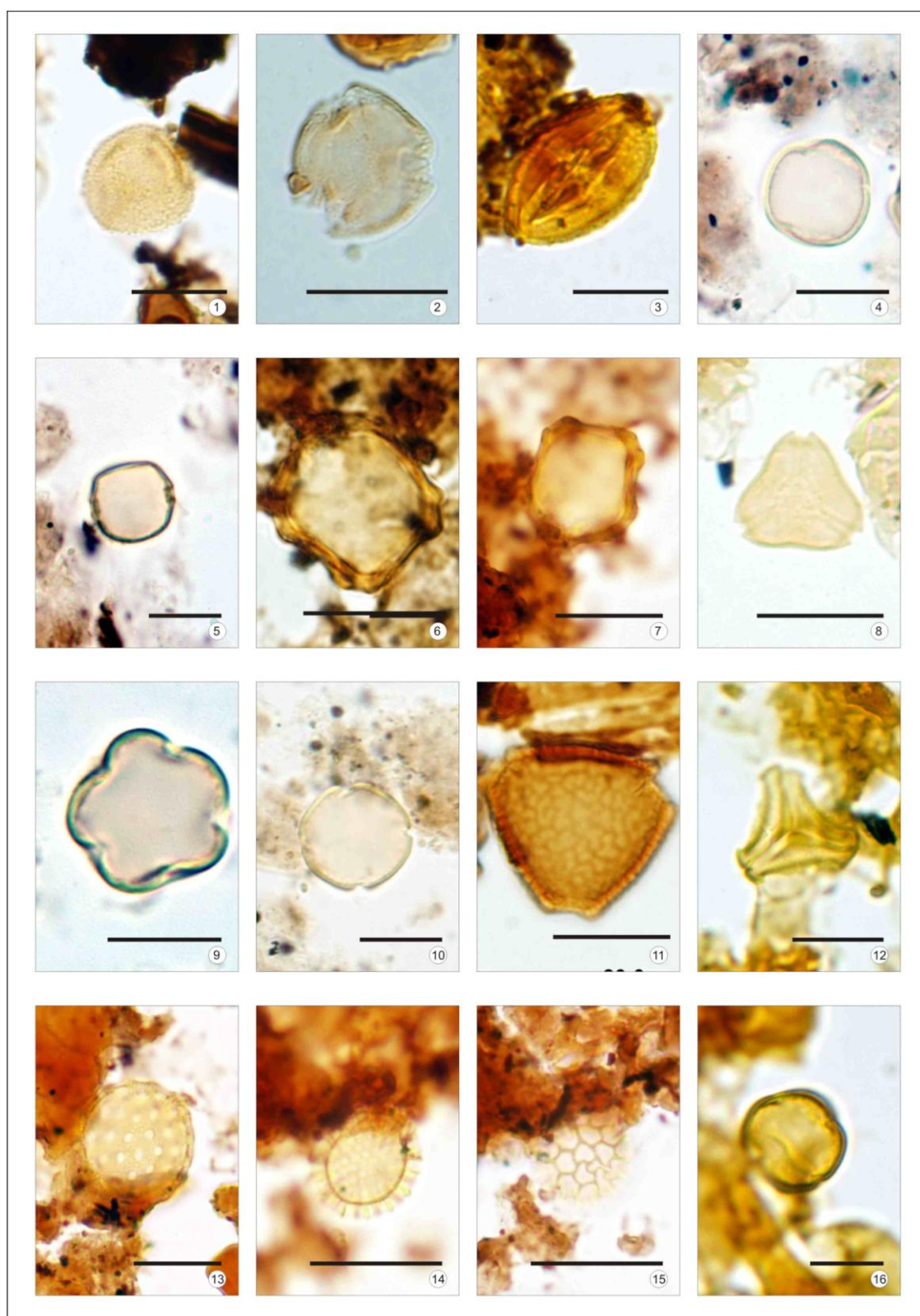
Estampa 1: **Fungos**. 1) Tipo *Microthyrium*. 2) *Bryophytophyces sphagni*. 3) Tipo *Gaeumannomyces*. 4) *Tetraploa aristata*. 5) Tipo *Nigrospora*. 6) Tipo *Athelia*. 7-16) Esporos de fungo indeterminados. Barra equivalente a 20  $\mu\text{m}$ .

## ESTAMPA 2



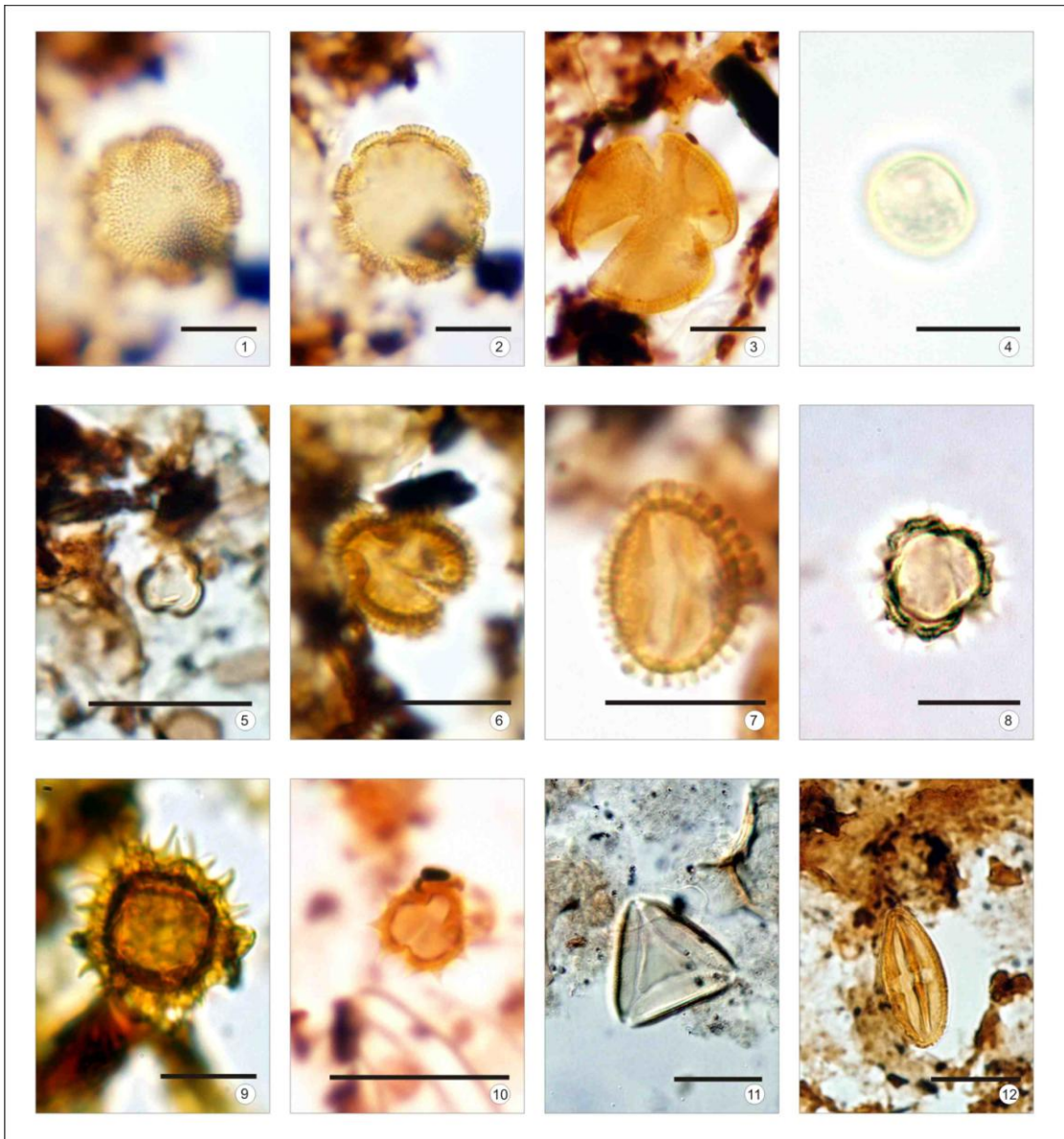
Estampa 2: 1-3) **Algas**. 1) *Botryococcus* sp. 2) *Spirogyra* sp. 3) *incertae sedis: Pseudosquizia rubina*. 4-5) **Briófitas**: 4) *Phaeoceros laevis*. 5) *Sphagnum* sp. 6-12) **Pteridófitas**: 6) *Dicksonia sellowiana*. 7) Tipo *Anemia*. 8) Tipo *Cyatheaceae*. 9) *Blechnum* sp. 10) *Polypodium* sp. 11) *Micrograma* sp. 12) Tipo *Dryopteris*. 13) **Gimnospermas**: *Pinus* sp. 14-16) **Angiospermas**: 14) *Arecaceae* sp. 15) *Cyperaceae*. 16) *Poaceae*. Barra equivalente a 20  $\mu\text{m}$ .

## ESTAMPA 3



Estampa 3: **Angiospermas**: 1) Tipo *Typha*. 2) *Alchornea* sp. 3) Euphorbiaceae. 4) *Celtis* sp. 5) *Trema micrantha*. 6- 7) *Alnus* sp. 8) Myrtaceae. 9) Melastomataceae. 10) Meliaceae. 11) *Allophylus edulis*. 12) Loranthaceae. 13) Tipo *Amaranthus*. 14-15) *Gomphrena* sp. 16) *Myrsine* sp. Barra equivalente a 20  $\mu$ m.

## ESTAMPA 4



Estampa 4: **Angiospermas**: 1-2) Rubiaceae. 3) Bignoniaceae. 4) Tipo *Plantago*. 5) Scrophulariaceae. 6) *Ilex* sp. (VP). 7) *Ilex* sp. (VE). 8) Tipo *Baccharis*. 9) Tipo *Vernonia*. 10) Asteraceae. 11) Menyanthaceae. 12) *Eryngium* sp.. Barra equivalente a 20  $\mu$ m.



#### 5.4 DATAÇÃO RADIOCARBÔNICA

O nível basal do testemunho PCM-II foi datado pelo método radiocarbônico  $^{14}\text{C}$  (AMS) apontando uma idade calibrada de  $3.550 \pm 30$  anos A.P., posicionando o perfil no Holoceno médio.

#### 5.5 ANÁLISE DA MATÉRIA ORGÂNICA

Com os resultados da análise de queima da matéria orgânica realizada em PCM-II, constatou-se um aumento na produção de M.O. em direção ao topo, o que ocorre com a colmatação do canal. Os resultados dessa análise estão representados no gráfico abaixo (Gráfico 1).

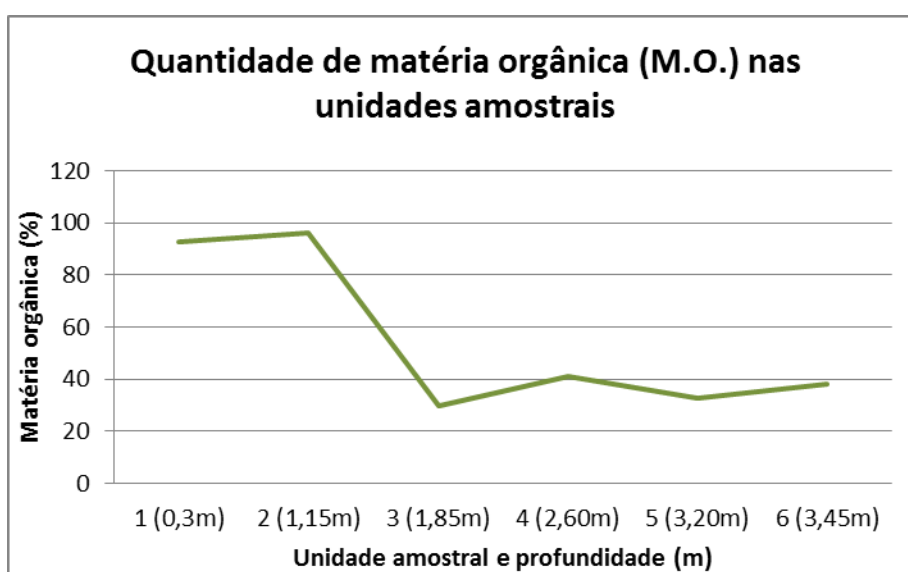


Gráfico 1: Representação dos resultados da análise envolvendo a queima de matéria orgânica (M.O.) em PCM-II:

#### 5.6 ANÁLISE QUANTITATIVA

Os dados obtidos através desta análise são expressos de melhor forma através dos diagramas polínicos gerados pelo *software Tilia* e apresentados a seguir:

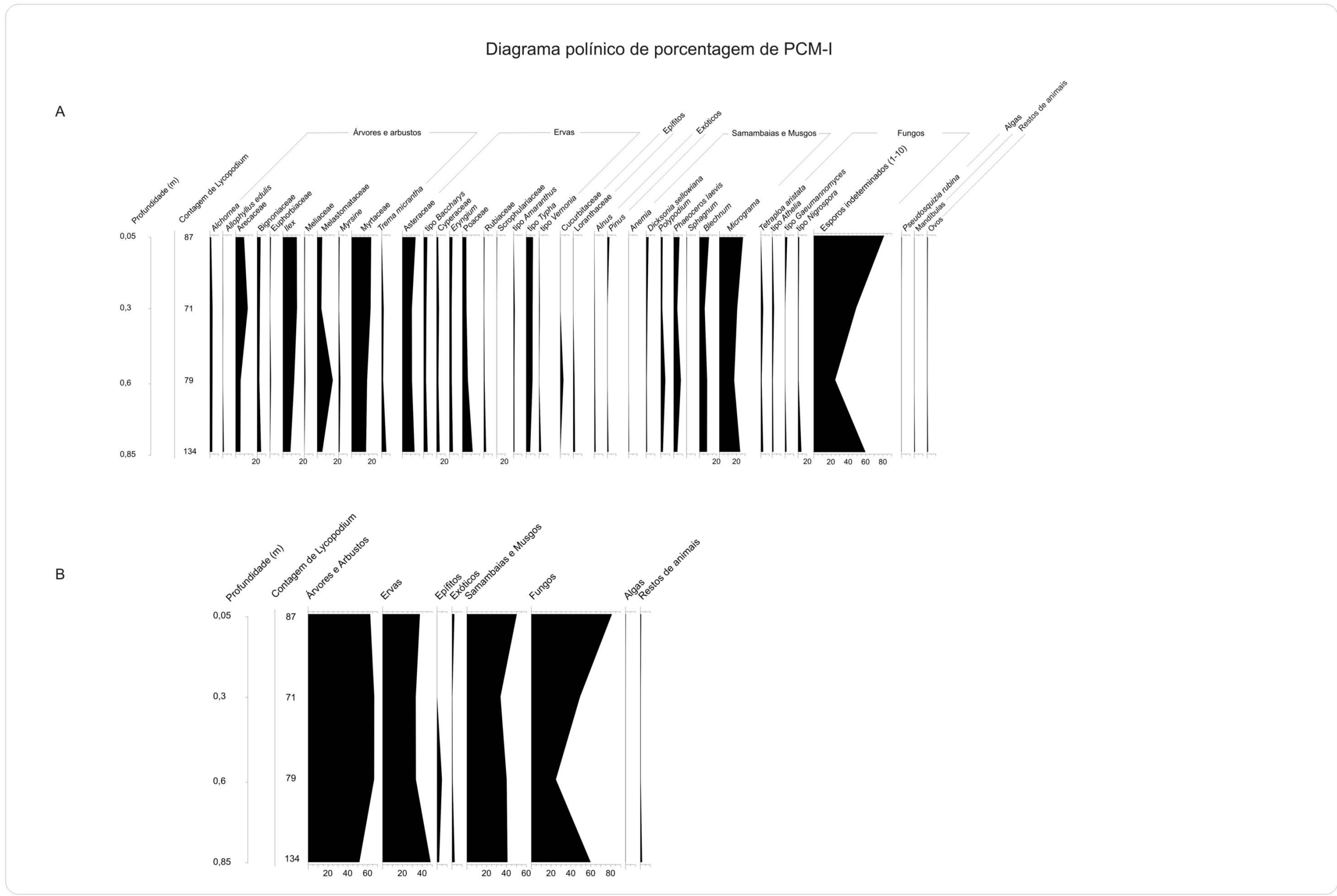


Figura 12: Representação gráfica dos grupos de palinórfos registrados em PCM-I. A) Discriminação dos táxons registrados. B) Representação simplificada dos grupos ecológicos registrados.

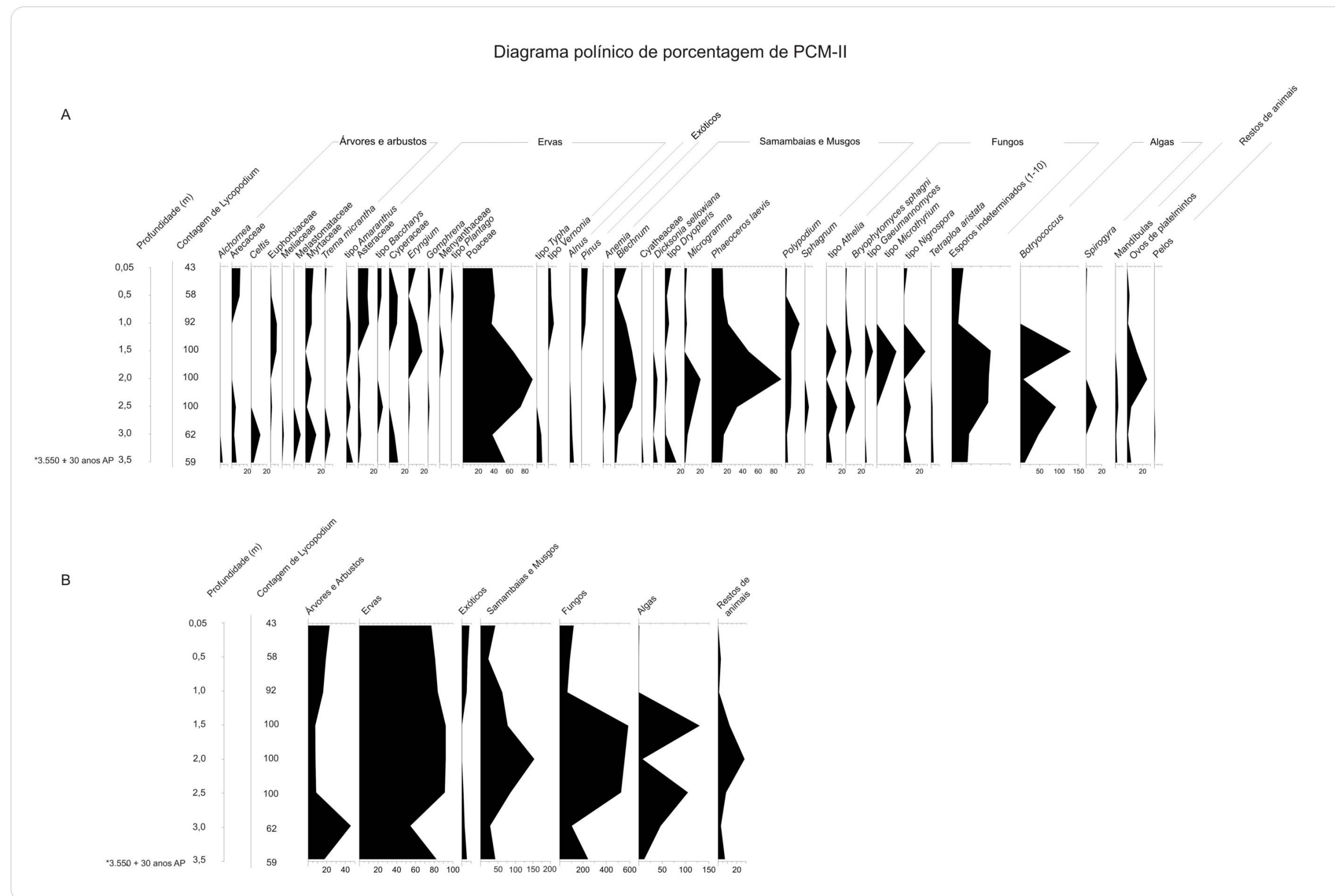


Figura 13: Representação gráfica percentual dos grupos de palinóforos registrados em PCM-I. A) Discriminação dos táxons registrados. B) Representação simplificada dos grupos ecológicos registrados.  
\* Datação radiocarbônica C<sup>14</sup>(AMS) 3.550 ± 30 anos AP

## 6 DISCUSSÃO

Inicialmente, a disparidade na quantidade de material entre os dois testemunhos desperta a atenção. Enquanto foi possível seguir a metodologia convencional de contagem em PCM-I (300 grãos por nível), PCM-II apresentou uma escassez de grãos, forçando uma mudança na metodologia no decorrer do estudo. Em PCM-I, coletado no ambiente de mata paludosa, facilmente atingiu-se a contagem dos 300 grãos, com a concentração polínica calculada variando entre 78.523 grãos/cm<sup>3</sup> e 41.605 grãos/cm<sup>3</sup>. Contudo, em alguns níveis de profundidade de PCM-II (1,5 m, 2 m e 2,5 m) não foi possível realizar a contagem até 300 grãos, sendo adotada a metodologia de contagem até atingir 100 grãos de pólen ou 100 marcadores exóticos por nível. Sendo assim, nesses níveis onde a escassez de material foi ainda mais marcada, com até 7247 grãos/cm<sup>3</sup> (em 2 m) em relação ao número total de grãos, a metodologia de contagem foi adaptada até os 100 grãos.

Tal situação pode ser decorrência do processo tafonômico desses microfósseis (ver item 2.4.3). O local onde PCM-I foi coletado representa a borda deste paleocanal, onde haveria um ambiente de mata paludosa, como os observados atualmente na região, próximos aos corpos lagunares. Ambientes como esses, úmidos e pobres em oxigênio, beneficiam o registro e a preservação dos palinomorfos. Por outro lado, a área onde PCM-II foi coletado (aprox. 10 km a SW) é apontada por Silva (2011) como um paleocanal do Rio Mampituba. Ou seja, naquele ambiente deposicional havia energia e oxigênio, o que é desfavorável ao processo de preservação dos palinomorfos.

Analisando separadamente cada testemunho quanto à riqueza de espécies (Gráfico 2), observa-se que para PCM-I, em sentido cronológico (base → topo), a riqueza de táxons herbáceos é maior do que a riqueza de espécies arbóreas e arbustivas. Existe um momento onde essa situação inverte-se (0,6 m), todavia, de forma geral, o padrão registrado é o primeiro, com a riqueza de ervas maior do que a de árvores e arbustos. A 0,3 m nota-se um pico na riqueza de herbáceas.

Contudo, analisando PCM-II em sentido cronológico (base → topo) percebe-se uma riqueza de espécies equivalente entre o grupo das árvores e arbustos e o grupo das ervas na base. No entanto, há uma queda deste número para ambos os grupos entre 1 e 2 m de profundidade, quando novamente (nos níveis de topo) registra-se um aumento no número de espécies. Isto pode ser decorrente de alguma alteração ambiental que realmente tenha diminuído a riqueza vegetal na área entre 1 e 2 metros, ou pode refletir algum evento que

tenha meramente prejudicado a preservação dos grãos sem, necessariamente, reduzir o número de espécies.

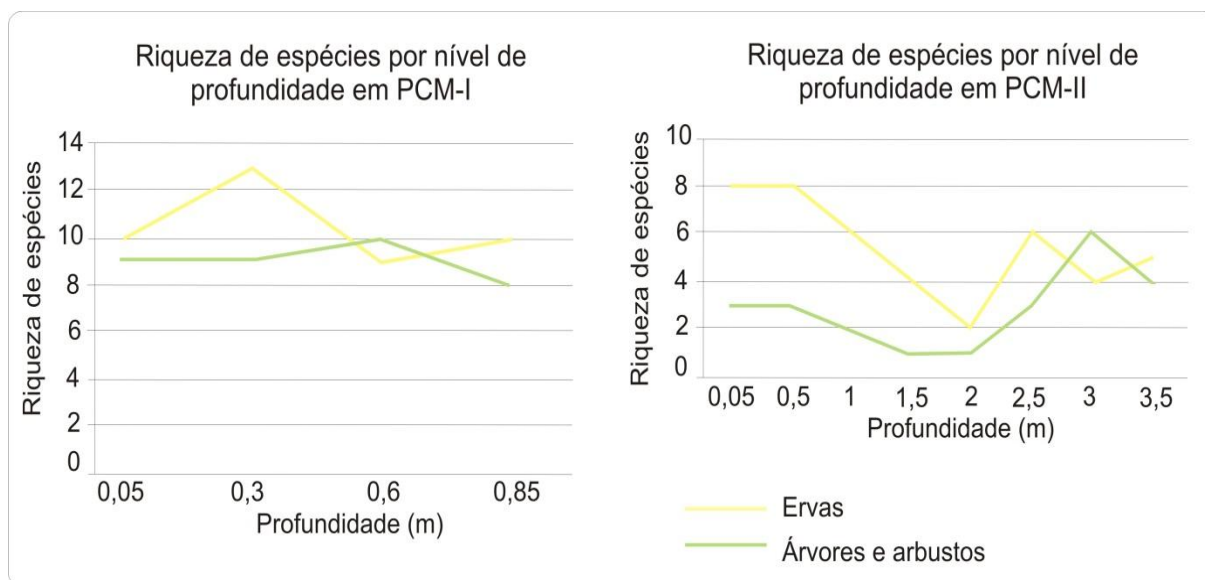


Gráfico 2: Representação da riqueza de espécies por nível de profundidade em PCM-I e PCM-II.

É importante não confundir riqueza de táxons com a frequência de ocorrência (abundância) de cada táxon. Examinado a frequência dos táxons (Gráfico 3) (ver diagramas polínicos no item 5.6), observa-se que:

a) Para PCM-I, no nível mais basal (0,85 m), os táxons de maior ocorrência entre árvores/arbustos são Myrtaceae, *Ilex* e Melastomataceae. Outros táxons estão registrados neste nível, mas em menor abundância. Quanto às ervas, as famílias Asteraceae e Poaceae são as mais recorrentes, seguidas pelo tipo *Typha* e tipo *Baccharis*. Neste momento, a frequência de indivíduos herbáceos é maior do que o número de indivíduos arbóreos/arbustivos. Os fungos estão bem representados, com cerca de 60% em relação ao total de grãos de pólen. Samambaias e musgos também apresentam uma alta taxa, cerca de 40%, principalmente pela presença do Tipo *Micrograma*, Tipo *Blechnum* e *Phaeoceros laevis*. Restos de animais foram detectados, porém em baixa frequência; algas estão ausentes.

Um nível acima (0,6 m) os três táxons anteriormente citados (para as árvores e arbustos) continuam bem representados, mas há um pico de ocorrência da família Melastomataceae, que é a mais frequente neste nível. Para as ervas, observa-se uma sutil elevação na frequência do tipo *Typha*, que se mantém estável até o topo. Por outro lado, há uma queda na frequência de Poaceae e Asteraceae, o que reflete um aumento na frequência de indivíduos com hábito arbóreo/arbustivo, em relação às ervas. Houve um decaimento brusco na frequência dos fungos, mas continuam representando 20% em relação ao total de grãos.

Samambaias e musgos continuam constantes, exceto por uma leve diminuição do tipo *Micrograma*, compensada pelo aumento de *Phaeoceros laevis*.

Próximo ao topo (0,3 m) para árvores/arbustos destaca-se o avanço acentuado de *Arecaceae*, um aumento sutil de *Ilex* e *Myrtaceae*, bem como um decréscimo de *Melastomataceae*, que se mantém estável até o topo. A frequência das ervas não é alterada significativamente nesta profundidade e a relação entre arbóreas/arbustivas *versus* herbáceas permanece igual à anterior. Aqui é detectado um aumento dos fungos, retornando à situação primária, com 60% de representatividade. Uma breve retração das samambaias e musgos pode ser notada.

Na amostra mais superficial (0,05m), ocorre um pequeno decaimento no registro de *Arecaceae*, *Alchornea* e *Trema micrantha* para as árvores. Para ervas, pode-se observar um pequeno aumento do Tipo *Baccharis* e a diminuição de *Cyperaceae*. Aqui ocorre um aumento das ervas em relação ao nível anterior, mas a frequência maior continua sendo das árvores e arbustos. Neste estrato a taxa de fungos chega a 80% e a taxa de samambaias e musgos estende-se para 50%.

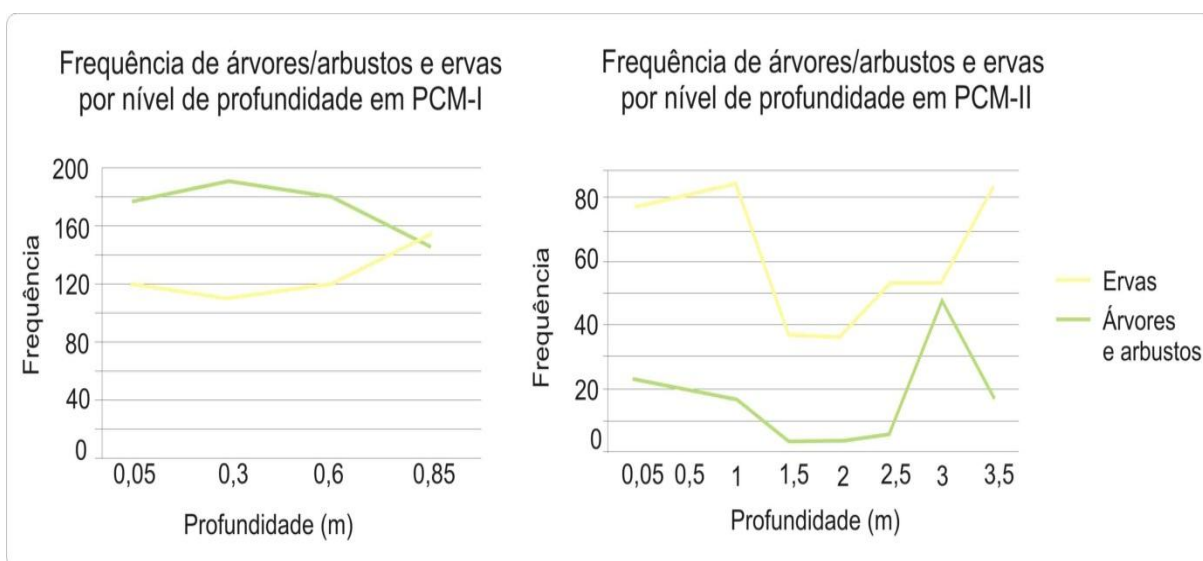


Gráfico 3: Representação da frequência de árvores/arbustos e ervas por nível de profundidade em PCM-I e PCM-II.

b) Para PCM-II (sentido base → topo), o registro palinológico mostra uma abundância de ervas maior do que a abundância de árvores e arbustos em todos os níveis. Este registro apresenta-se muito semelhante ao da riqueza de espécies, quando igualmente há uma queda de ambos os grupos a partir de 3 m e uma “recuperação” a partir de 1,5 m.

Na base da amostra (3,5 m) a predominância é herbácea, com cerca de 80% de representatividade. Os táxons herbáceos mais abundantes são *Poaceae*, *Cyperaceae* e Tipo

*Amaranthus-Chenopodium*. Os principais representantes das árvores e arbustos são *Arecaceae* e *Myrtaceae*. Abundância de fungos foi maior do que o dobro da abundância de pólen neste nível. Também foram detectados samambaias e musgos (quase 50%) e algas dulcícolas (*Botryococcus* – 10%).

A 3 m de profundidade, ocorre um desenvolvimento marcante do grupo de árvores e arbustos causado pelo aumento acentuado na frequência de *Myrtaceae* e *Celtis*. Outros grupos arbóreos apresentaram elevações, como *Trema micrantha* e *Melastomataceae*. Com este aumento do grupo, as herbáceas perderam representatividade, embora o número de *Asteraceae* tenha aumentado. A abundância de fungos passa a ser equivalente à abundância de grãos de pólen. As samambaias e musgos também diminuíram para 30% (em relação ao número total de grãos de pólen). Em compensação, as algas dulcícolas aumentaram para quase 50%.

A 2,5 m, registrou-se uma redução brusca do grupo arbóreo/arbustivo e uma estabilização (generalizada) das ervas. Contudo, ao analisar o comportamento de cada táxon herbáceo, vê-se aquela redução da riqueza de espécies discutida acima, quando *Poaceae* torna-se o táxon dominante e outros grupos como *Cyperaceae* e *Asteraceae* sofrem retração. Registra-se um leve aumento para *Eryngium* e *Gomphrena* e um acréscimo maior de tipo *Baccharis*. A redução na riqueza e na abundância do grupo arbóreo se dá pela escassez de grãos, onde apenas *Arecaceae*, *Euphorbiaceae* e *Myrtaceae* foram detectados. Concomitantemente, houve o desenvolvimento ainda mais significativo das algas, atingindo um número igual aos de grãos de pólen, quando os fungos também aumentam (500% em relação ao total de pólen), bem como as samambaias e musgos (150% em relação ao total de pólen) ocasionado pelo pico de *Phaeoceros laevis*. Possivelmente, houve um alagamento do ambiente úmido, favorecendo este modelo de ocupação vegetal.

A expansão de *Poaceae* continua a 2 m, quando há uma retração ainda maior das outras ervas, com exceção de *Asteraceae*. Aqui, as árvores e arbustos decrescem ainda mais e apenas *Myrtaceae* foi reconhecida. A frequência das algas cai bruscamente para cerca de 20%. Nesse momento, restos de animais são encontrados (20% em relação ao número total de pólen), fungos permanecem sem grandes alterações (550% em relação ao número total de pólen) e samambaias e musgos têm seu desenvolvimento favorecido (150% em relação ao número total de pólen). Essa alteração das frequências pode significar um período de diminuição da lâmina de água presente no ambiente, favorecendo a atividade animal e o desenvolvimento das briófitas e pteridófitas.

Mais acima (1,5 m) a situação das árvores e arbustos permanece constante: baixa riqueza e frequência, representadas apenas pela família *Euphorbiaceae*. Finalmente percebe-se

uma retração de Poaceae e, novamente, a presença de táxons como *Eryngium* (nível onde apresenta seu pico), Menyanthaceae e tipo *Amaranthus-Chenopodium*. Outra vez é registrada a presença maciça das algas (cerca de 120%), com um sutil aumento dos fungos (de 550% para 600%) e o retrocesso das samambaias e musgos (aproximadamente 75%). Provavelmente ocorreu um novo encharcamento da área, estimulando o crescimento dos fungos e algas.

A 1 m, a abundância de ambos os grupos torna a crescer. Ao passo que Poaceae regride, a abundância de outras ervas continua aumentando, com é o caso de Cyperaceae e Asteraceae. Para as árvores, voltam a ser detectadas Myrtaceae e Arecaceae, além de Euphorbiaceae. Cessa o registro das algas, diminui consideravelmente o registro animal, dos fungos (50%) e das samambaias e musgos (50%). A partir deste estrato percebe-se uma atividade em direção ao estabelecimento de uma mata ciliar, com a colmatação do canal.

Próximo à superfície (0,5 m), nota-se novamente um aumento, mas não significativo, de Poaceae. O Tipo *Plantago* tem seu pico neste nível, assim como *Gomphrena*. Aumenta também a frequência do Tipo *Baccharis*. Dentro das herbáceas, apenas *Eryngium* e tipo *Amaranthus-Chenopodium* diminuem. Para as árvores e arbustos, observa-se um aumento significativo de Arecaceae, enquanto Myrtaceae permanece estável e Euphorbiaceae diminui. De modo geral, neste momento os dois grupos modificam ligeiramente sua frequência. As árvores e arbustos aumentam, enquanto as ervas diminuem. Ocorre decréscimo das samambaias e musgos (25%), e um breve aumento dos fungos.

Por fim, no topo há um leve decaimento na frequência das ervas e um leve aumento das árvores e arbustos. O decaimento das ervas é decorrente da retração de Poaceae. O aumento das árvores e arbustos reflete o desenvolvimento de *Trema micrantha* e Myrtaceae. Samambaias e musgos tem uma representatividade de 50% e fungos pouco mais que 100% em relação ao número total de pólenes.

Apesar das discrepâncias quanto à abundância de microfósseis, dentro de uma visão geral, é fundamental considerar a extensão das duas amostras. Sendo assim, surge a possibilidade de correlação entre PCM-I e o topo (de 1 m até a superfície) de PCM-II. Examinando os diagramas polínicos, essa possibilidade torna-se completamente viável, tendo em vista a quantidade de táxons com comportamento semelhante. Desses, os mais sobressalentes são Arecaceae, Myrtaceae, Asteraceae, Cyperaceae, *Eryngium*, tipo *Gomphrena*, Poaceae, tipo *Blechnum*, tipo *Micrograma*, *Phaeoceros laevis* e fungos.

Possivelmente, o estabelecimento da vegetação sobre o paleocanal é permitida pelo fechamento do mesmo e pelo desenvolvimento da vegetação existente mais ao norte (onde foi coletado PCM-I).



A questão da abundância de material está ligada ao potencial de preservação dos dois ambientes. Salgado-Labouriau (2007) afirma que a baixa quantidade de grãos (PCM-II) pode ser resultado de uma preservação diferencial e que é frequente nas análises de sedimentos encontrar alguns grãos amassados. Grãos degradados (PCM-II) podem ser produto de erosão de sedimentos antigos que foram ressuspensos, transportados e redepositados por correntes da água no local em que se está analisando. Já a mata paludosa (PCM-I) possui solo úmido e pobre em oxigênio, o que é favorável à preservação dos palinomorfos.

Em estudos com níveis amostrados mais próximos entre si, é possível detectar diferentes “fases” que representam intervalos de tempo onde houve uma mudança paleoclimática ou paleoambiental.

Em PCM-II é possível notar uma alteração no comportamento vegetal, no entanto, seria imprudente utilizar tal terminologia neste trabalho, visto que a análise paleopalinológica é descontínua (com intervalos muito extensos entre os níveis analisados - ver item 2.4.6). Sendo assim, foi adotada a terminologia “situação” para indicar essa mudança no registro dos palinomorfos. Conforme mencionado anteriormente, toda a extensão de PCM-I pode ser correlacionada aos níveis mais próximos ao topo de PCM-II (terceira situação). Para PCM-II foram detectadas três situações.

A primeira situação (base até 3 m) exhibe um ambiente dominado por ervas, com algumas árvores pioneiras (*Celtis* spp.) e árvores da Mata Atlântica (Meliaceae) que não necessariamente habitavam o local, mas sim a região circundante. Possivelmente um ambiente alagadiço que recebeu e preservou grãos das áreas vizinhas. Aqui a dominância é de Poaceae.

A situação intermediária (1,5 a 2,5 m) apresenta um cenário onde há uma redução tanto na riqueza quanto na abundância de grãos de pólen, refletindo uma alteração no ambiente que retraiu o desenvolvimento vegetal, ou apenas um evento que prejudicou a preservação dos mesmos. Contudo, a quantidade crescente de palinomorfos como algas, fungos, briófitas e pteridófitas leva a crer que houve uma inundação da área.

A última situação (de 1 m até o topo) é caracterizada pela predominância de herbáceas, principalmente Poaceae, Asteraceae, *Eryngium* e Cyperaceae. Em um estudo realizado na PCRS por Palma e Jarenkow (2008), Poaceae, Asteraceae e Cyperaceae foram os mais abundantes no ambiente de dunas frontais. O gênero *Eryngium* pode ocupar tanto ambientes secos quanto brejosos, estando presente na Mata Atlântica, em formações campestres e na Floresta Ombrófila Densa. Dentre as árvores e arbustos, destacam-se Myrtaceae e Arecaceae. Em relação às mirtáceas, entre os gêneros de Myrtaceae presentes em Santa Catarina, estão *Acca*, *Blepharocalyx*, *Calycorectes*, *Calypttranthes*, *Campomanesia*, *Eugenia*, *Hexachlamys*,

*Marlierea*, *Myrceugenia*, *Myrcia*, *Myrciaria*, *Myrrhinium*, *Neomithanthes* e *Eugenia* compreendem maior número de espécies nativas, conferindo importante papel nas florestas.

Aqui parece haver uma diminuição da lâmina d'água, mas sem acabar com a umidade. Finalmente espécies herbáceas de ambientes menos úmidos, como o tipo *Vernonia* e *Cyperaceae*, expandem-se ao passo que o desenvolvimento da floresta também é favorecido.

A presença de grãos andinos como *Alnus sp.* nos níveis mais basais de ambas as amostras reflete ambientes realmente mais herbáceos, onde a deposição de grãos anemófilos é facilitada. À medida que a paisagem evolui para um ambiente mais arbóreo, a representatividade fóssil desses grãos diminui, visto que a copa das árvores impede a deposição no solo, deixando-os expostos ao oxigênio do ar (fator degradante).

Também é importante destacar que em nenhuma das amostras foram detectados elementos marinhos. O resultado da análise  $^{14}\text{C}$  apontou a idade calibrada de  $3.550 \pm 30$  anos AP para a base de PCM-II. Nesse período, autores como Angulo *et al.* (1999) afirmam que estava ocorrendo a última regressão marinha.

## 7 CONCLUSÃO

Considerando a abundância de material, PCM-I foi mais rico que PCM-II. No entanto, se consideramos a riqueza de táxons, os dois testemunhos apresentaram um padrão similar. Foi possível estabelecer 3 situações distintas para PCM-II e apenas uma para PCM-I que é correlacionável à terceira situação do paleocanal.

O que PCM-II mostra, é um ambiente úmido recebendo pólenes e esporos do ambiente circundante. A situação I sugere um canal que foi colmatado e onde foram depositados grãos de pólenes e esporos da flora circundante, entre eles muitas herbáceas e algumas árvores pioneiras. Na situação II houve um aumento da lâmina d'água e algas, fungos e musgos se proliferaram. Na situação III, essa lâmina d'água diminuiu e as ervas passaram a dominar o ambiente. Existem ainda alguns fragmentos de mata paludosa que contribuem para a deposição de pólenes arbóreos e para a ocupação da área pela floresta. PCM-I reflete esta mesma situação, um pouco mais adiantada, já que situa-se na borda da mata paludosa.

Regionalmente, a área de estudo foi e ainda é dominada por ervas, mas o desenvolvimento da mata paludosa, com elementos da Mata Atlântica, é crescente desde o fechamento do canal.

Para trabalhos futuros, sugere-se a análise de um número maior de unidades amostrais nesses testemunhos, bem como a coleta em ambiente propício à preservação polínica e a datação basal de PCM-I, a fim de correlacioná-lo a PCM-II com uma segurança maior. Usualmente, os estudos palinológicos analisam subamostras a cada quatro centímetros (SALGADO-LABOURIAU, 2007), o que é essencial a uma reconstrução paleoecológica confiável. Este trabalho vem dar partida a uma série de estudos a serem desenvolvidos na margem leste da Lagoa do Sombrio, a fim de desvendar a evolução ecológica daquele ambiente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGULO, R.J. *et al.* Relative sea-level changes in the last 5.500 years in southern Brazil Laguna–Imbituba region, Santa Catarina State based on vermetid <sup>14</sup>C ages. **Marine Geology**, **159**:323-339. 1999.
- ARX, J. A. Von. . **The genera of fungi sporulating in pure cultura**. Vaduz: A. R. Gantner-Verlag K. G. 315 p. 1974.
- BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores do Sul**. Porto Alegre: Instituto Souza Cruz. 325p. 2002.
- BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores cultivadas no Sul do Brasil**. Porto Alegre: Instituto Souza Cruz. 204p. 2004a
- BACKES, P.; IRGANG, B. **Mata Atlântica**. Porto Alegre: Instituto Souza Cruz. 393p. 2004b.
- BARTH, O.M. Palinologia. In: CARVALHO, I.S. (Ed) **Paleontologia**. Rio de Janeiro: Interciência, p. 369-379. 2004.
- CANCELLI, R.R. *et al.* Catálogo palinológico de táxons da família *Asteraceae* Martinov, no Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia, Série Botânica** **65** (2): 201-280. 2009.
- CANCELLI, R. R. et al. Catálogo palinológico de táxons da família *Asteraceae* Martinov, no Rio Grande do Sul, Brasil. **IHERINGIA**, Série Botânica, Porto Alegre, v. 65, n. 2, p. 201-280, 2010.
- COSTA CRUZ, N.M. Paleopalinologia. In: CARVALHO, I.S. (Ed) **Paleontologia**. Rio de Janeiro: Interciência, p. 381-392. 2004.
- DIHEL, F.L. & HORN FILHO, N.O. Compartimentação geológico-geomorfológica da zona litorânea e planície costeira do Estado de Santa Catarina. **Notas Técnicas**, **9**: 90-93. 1996.
- ERDTMAN, G. **Pollen morphology and plant taxonomy-Angiosperms**. Stockholm: Almqvist & Wiksell. 539p. 1952
- FAEGRI, K.; IVERSEN, L. **Textbook of pollen analysis**. 4. ed. New York: John Wiley. 486p. 1989.

GOOGLE EARTH. Imagem Digital Globe, imagem obtida em 2011. Centro Latitude/Longitude 29°/49°. 2012

INDEX FUNGORUM. 2008. Disponível em: < <http://www.indexfungorum.org/> > Acesso em: 20.03.2012

IRGANG, B. E. & GASTAL JR., C. V. de S. **Macrófitas aquáticas da planície costeira do RS**. UFRGS, Porto Alegre. 290p. 1996.

JOLY, A.B. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. 13. ed. São Paulo: Ed. Nacional. 777p. 2002.

KLEIN, R.M. **Mapa Fitogeográfico do estado de Santa Catarina**. Flora Ilustrada Catarinense, Itajaí/SC. 24 p. 1978.

KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. Fondo de Cultura Econômica. México. 479p. 1948.

LEONHARDT, A.; LORSCHUITTER, M. L. Palinomorfos do perfil sedimentar de uma turfeira em São Francisco de Paula, Planalto Leste do Rio Grande do Sul, Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n. 1, p. 45-57. 2007.

LORSCHUITTER, M.L. & DILLENBURG, S.R. Holocene paleoenvironmental 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**:73-98. 1998.

LORSCHUITTER, M.L. *et al.* Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part II. **Palaeontographica Abt. B**, **251**:71-235. 1999.

MACEDO, R.B.; SOUZA, P.A. & BAUERMAN, S.G. Catálogo de pólenes, esporos e demais palinomorfos em sedimentos holocênicos de Santo Antônio da Patrulha, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia, Série Botânica** **62**(2): 43-78. 2009.

MATZENBACHER, N.I. & MAFIOLETTI, S.I. Estudo taxonômico do gênero *Vernonia* Schreb. (Asteraceae) no Rio Grande do Sul, Brasil. Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS, **série Botânica** **1**:1-133. 1994.

MEDEANIC, S. Freshwater algal palynomorph records from Holocene deposits in the Coastal Plain of the Rio Grande do Sul, Brazil. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 141, p. 83-101. 2006.

MEDEANIC, S.; DILLENBURG, S.R. & TOLDO-JUNIOR, E.E. Novos dados palinológicos da Transgressão Marinha Pós-Glacial em sedimentos da Laguna dos Patos, RS, Brasil. **Revista da Universidade de Guarulhos, Geociências VI (6)**: 64-76. 2001.

MUDAT, J.E. *et al.* Geologia e Geomorfologia da Folha de Sombrio, SC. **VI Simpósio Nacional de Geomorfologia/Regional Conference on Geomorphology**. Goiânia. 2006.

PUNT, W. *et al.* Glossary of pollen and spore terminology. **Utrecht**, LPP Foundation, 71 p. 2007.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria do Meio Ambiente. Departamento de Recursos Hídricos. **Relatório anual sobre a situação dos recursos hídricos no Estado do Rio Grande do Sul**. 344p. 2002. Disponível em: < <http://www.upf.br/coaju/download/Relatorio.pdf>>. Acesso em: 12.05. 2012.

ROTH, L.; LORSCHBITTER, M.L. Palinomorfos de um perfil l sedimentar em uma turfeira do Parque Nacional dos Aparados da Serra, leste do Planalto do Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**. Serie Botânica, v. 63,n. 1, p. 69-100. 2008.

RUPPERT, E.E.; BARNES, R.D. **Zoologia dos invertebrados**. 6. ed. São Paulo: Roca. 1029p. 1996.

SALGADO-LABOURIAU M.L. Critérios e técnicas para o Quaternário. São Paulo. 387p. 2007.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Diretoria de Desenvolvimento das Cidades. **Implantação do Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro: fase 1: diagnóstico sócio-ambiental: setor Litoral Sul**. [Santa Catarina]: Secretaria do Planejamento, 2009.

SILVA A.B. Análise estratigráfica da barreira transgressiva holocênica na região da lagoa do Sombrio-SC. Dissertação de mestrado. Porto Alegre. 59p. 2011.

SOUZA V.C.; LORENZI H. Botânica Sistemática – Guia ilustrada para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APG-II. Plantarum, Nova Odessa 640 p. 2005.

SOUZA V.C.; LORENZI H. Botânica Sistemática – Guia ilustrada para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APG-II. Plantarum, Nova Odessa 640 p. 2005.

SOUZA, C.R.G. *et al.* **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto, Holos, 378p. 2005.

SOUZA, S.R.; OLIVEIRA, A.O. & HARTMANN, C. Utilização do Testemunhador Russian Peat Borer no Saco do Martins e Arraial, Estuário da Laguna dos Patos: RS, Brasil. **Gravel** 6:1-13. 2008.

SUGUIO, K. *et al.* 1985, Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário Superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira, **Revista Brasileira de Geociências**, v.15, n.4, p.273-286, São Paulo.1985.

SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e mudanças ambientais**. 2 ed. São Paulo, Oficina de Textos, 408p. 2010.

SUGUIO, K.; SALLUN, A.E.M.; SORAES, E.A.A. Período Quaternário: “Quo Vadis”? **Revista Brasileira de Geociências**, 35(3): 427-432. 2005.

TOMAZELLI, L.J.; DILLENBURG, S.R. Sedimentar facies and atratigraphy of a last interglacial coastal barrier in south Brazil. **Marine Geology** 244. 33-45. 2007.

TRAVERSE, A. **Paleopalynology**. Londres: Unwin Hyman. 600 p. 1988.

TRYON, R.M.; TRYON, A.F. **Ferns and Allied Plants**. New York: Springer-Verlag. 648p. 1982.

VIEIRA, C.V. *et al.* Paleogeografia da planície costeira das folhas Jaguaruna e Lagoa Garopaba do Sul, litoral sul do Estado de Santa Catarina, Brasil. **Geosul**, 24: 91-112. 2009.

VILLWOCK, J.A. & TOMAZELLI, L.J. Geologia costeira do Rio Grande do Sul. **Notas Técnicas** 8: 1-45. 1995.

VILLWOCK J.A. *et al.* Geology of the Rio Grande do Sul Coastal Province. **Quaternary of South America and Antarctic Peninsula**. 4: 79-97. 1986.

WAECHTER, J.L. Comunidades vegetais das restingas do Rio Grande do Sul. In: SIMPOSIO DE ECOSSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA, 2. Aguas de Lindoia. Estrutura, função e manejo. São Paulo: **ACIESP**. v. 3, p. 248-258. 1990.

WETZEL, R.G. **Limnology**. Philadelphia :W.B. Saunders, 1975.

## APÊNDICE 1

Palinomorfo	Ocorrências		Coordenadas		Estampa/Fig
	PCM-I	PCM-II	MP-P	England Finder	
<i>Microtyrium</i>		x	8154	V 70.1	1 / 1
<i>Bryophytomyces sphagni</i>		x	8143	R 43	1 / 2
tipo <i>Gaeumannomyces</i>	x	x	8164	N 38.2	1 / 3
<i>Tetraploa aristata</i>	x	x	8167	R 38.1	1 / 4
tipo <i>Nigrospora</i>	x	x	8154	R 58.1	1 / 5
<i>Athelia</i>	x	x	8154	R 63.3	1 / 6
Esporo indeterminado 1	x	x	8164	F 58.1	1 / 7
Esporo indeterminado 2	x	x	8153	P 42.4	1 / 8
Esporo indeterminado 3	x	x	8166	V 61.3	1 / 9
Esporo indeterminado 4	x	x	8154	Q 64.1	1 / 10
Esporo indeterminado 5	x	x	8164	D 60.2	1 / 11
Esporo indeterminado 6	x	x	8154	Q 70.1	1 / 12
Esporo indeterminado 7	x	x	8154	Q 63	1 / 13
Esporo indeterminado 8		x	8164	N 56	1 / 14
Esporo indeterminado 9		x	8164	N 64.3	1 / 15
Esporo indeterminado 10	x	x	8164	N 53.3	1 / 16
<i>Botryococcus</i>		x	8166	T 62.4	2 / 1
<i>Spirogyra</i>		x	8158	J 42.4	2 / 2
<i>Pseudosquizzia rubina</i>	x		8133	W 62.4	2 / 3
<i>Phaeoceros laevis</i>	x	x	8143	U 45.2	2 / 4
<i>Sphagnum</i>	x	x	8158	H 48	2 / 5
<i>Dicksonia sellowiana</i>	x	x	8134	W 66.1	2 / 6
<i>Anemia phyllitidis</i>	x	x	8164	L 39	2 / 7
<i>Cyatheaceae</i>		x	8158	W 51	2 / 8
<i>Blechnum</i>	x	x	8149	X 53	2 / 9
<i>Polypodium</i>	x	x	8166	U 41.2	2 / 10
<i>Micrograma</i>	x	x	8143	Q 44	2 / 11
Tipo <i>Dryopteris</i>		x	8164	Z 39.3	2 / 12
<i>Pinus</i>	x	x	8164	R 54.3	2 / 13
<i>Arecaceae</i>	x	x	8133	Z 48.2	2 / 14
<i>Cyperaceae</i>	x	x	8135	P 37	2 / 15
<i>Poaceae</i>	x	x	8163	S 44.4	2 / 16
tipo <i>Typha</i>	x	x	8133	T 59.2	3 / 1
<i>Alchornea</i>	x	x	8133	Y 61.4	3 / 2
<i>Euphorbiaceae</i>	x	x	8149	X 42.2	3 / 3
<i>Celtis</i>		x	8163	W 50.3	3 / 4
<i>Trema micrantha</i>	x	x	8163	W 57.4	3 / 5

Continua



## Conclusão

Palinomorfo	Ocorrências		Coordenadas		Estampa/Fig
	PCM-I	PCM-II	MP-P	England Finder	
<i>Alnus</i>	x	x	8158	U 59.2	3 / 6-7
<i>Myrtaceae</i>	x	x	8164	N 64	3 / 8
<i>Melastomataceae</i>	x		8133	V 53.3	3 / 9
<i>Meliaceae</i>	x	x	8163	N 63.1	3 / 10
<i>Allophylus edulis</i>	x		8141	U 67	3 / 11
<i>Loranthaceae</i>	x		8138	T 54.2	3 / 12
<i>tipo Amaranthus</i>	x	x	8158	U 45.2	3 / 13
<i>tipo Gomphrena</i>	x	x	8158	W 48.2	3 / 14-15
<i>Myrsine</i>	x		8138	U 58.1	3 / 16
<i>Rubiaceae</i>	x		8133	U 40.2	4 / 1-2
<i>Bignoniaceae</i>	x		8133	W 62.1	4 / 3
<i>Tipo Plantago</i>		x	8145	D 64.4	4 / 4
<i>Scrophulariaceae</i>	x		8133	Z 59.1	4 / 5
<i>Ilex</i>	x		8133	Y 56	4 / 6-7
<i>tipo Baccharis</i>	x	x	8143	T 40	4 / 8
<i>tipo Vernonia</i>	x	x	8135	R 63.3	4 / 9
<i>Asteraceae</i>	x	x	8133	W 60.2	4 / 10
<i>Menyanthaceae</i>	x	x	8141	R 50.4	4 / 11
<i>Eryngium</i>		x	8158	H 45.2	4 / 12

Quadro 1 - Quadro demonstrando os táxons encontrados neste trabalho, sua ocorrência em PCM-I e PCM-II, as coordenadas e indicando as respectivas figuras.