



Universidade Federal do Rio Grande

Instituto de Oceanografia

Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Física, Química e Geológica

Distribuição superficial de sedimentos e palinórfos na plataforma continental  
interna sul do Rio Grande do Sul: implicações para reconstruções  
paleoclimáticas e paleoambientais durante o Holoceno.

Débora Diniz

Nicolai Mirlean

Rio Grande, dezembro de 2015



Universidade Federal do Rio Grande

Instituto de Oceanografia

Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Física, Química e Geológica

Distribuição superficial de sedimentos e palinomorfos na plataforma continental  
interna sul do Rio Grande do Sul: implicações para reconstruções  
paleoclimáticas e paleoambientais durante o Holoceno.

Trabalho apresentado à comissão  
de Curso de Pós-Graduação em  
Oceanografia Física, Química e  
Geológica como pré-requisito para  
obtenção do Título de Doutor.

Débora Diniz

Nicolai Mirlean

Rio Grande, dezembro de 2015

Para Lilian e Denise, mais que  
irmãs, Amigas e Companheiras.

Esforça-te sempre em tudo, para  
obter ao mesmo tempo o útil para os  
outros e o agradável para ti mesmo

G.I. Gurdjieff

## Agradecimentos

Á professora Svetlana Medeanic, minha *eterna* orientadora, com quem trabalhei no mestrado e no início do doutorado, que me apresentou a palinologia e me ensinou muito do que sei hoje.

Ao professor Nicolai Mirlean, meu orientador, pelo apoio em todos os momentos, pela disponibilidade em me auxiliar quando precisei.

Ao professor Lauro Calliari, que disponibilizou as amostras do projeto REMPLAC par a execução deste trabalho.

Aos professores do Laboratório de Oceanografia Geológica, LOG, que sempre contribuíram para meu crescimento profissional e pessoal.

Aos amigos do LOG, pelos chimarrões e papos no corredor, momentos de descontração necessários para refrescar a cuca!

Á “Galera Cassinão”, amigos para horas boas e ruins, companheiros de festas e também de trabalho!

Á minha família que sempre deu apoio incondicional a esta “ideia de doutorado...” mesmo sem saber muito bem onde isso me levaria.

Ao meu marido, Jonatas, por todo apoio, pela paciência em aceitar meus ‘chiliques’, no auxílio na correção deste trabalho, pelas discussões que entraram noites adentro e me ajudaram a chegar até aqui. Te amo!!!

Muito obrigada a todos!!!!!!

## Resumo

Estudos actuopalinológicos e sedimentares na plataforma continental são importantes para compreender a dinâmica costeira e suas relações com o continente. Tais informações são fundamentais para auxiliar em reconstruções paleoambientais e paleoclimáticas. O objetivo geral deste trabalho foi analisar a deposição superficial de sedimentos e palinomorfos na plataforma continental interna sul do Rio Grande do Sul, estabelecendo bases para reconstruções paleoclimáticas e paleoambientais mais precisas. Foram coletadas 48 amostras superficiais entre as isóbatas de 2 e 22 metros próximo ao Balneário Hermenegildo. Modelos lineares foram utilizados para verificar a relação entre a frequência de palinomorfos/sedimento e a profundidade. Para as análises de agrupamento (DCA e Cluster) foram utilizados dados publicados na Lagoa dos Patos para verificar a similaridade entre os palinomorfos da plataforma e da Lagoa. Os sedimentos depositados na plataforma continental apresentaram alta assimetria e baixos valores de seleção com predominância de sedimentos argilosos mais próximos da costa. Estas características mostram uma influência de aportes continentais (silte e argila) e depósitos sedimentares relíquias (areia) na região de estudo. Uma grande diversidade de palinomorfos foi observada, incluindo 44 táxons de plantas, 5 táxons de algas, além de Foraminifera, Porifera, Ochrophyta, Fungi e Escolecodontes. Dentre esses, Poaceae, Cyperaceae, Amaranthaceae, Compositae/Asteraceae, foram mais frequentes. Regiões da Lagoa dos Patos com maior influência marinha mostraram maior similaridade palinológica com a plataforma continental. Apesar dessa similaridade uma graduação entre o conteúdo palinológico das amostras lagunares para as amostras da plataforma continental foi observado. O conteúdo polínico das

amostras refletiu a diversidade vegetal natural encontrada na restinga gaúcha além da influência de importantes cultivares (*Oryza* e *Pinus*) na assembleia superficial de palinóforos, enfatizando também sua importância em estudos palinológicos na compreensão das mudanças antrópicas na paisagem.

Palavras-chave: Actuopalinologia, Sedimentologia, Lagoa dos Patos, DCA, Análise de Cluster, pólen e esporos.

## Abstract

Actuopalynological and sedimentological studies in continental shelves are important tools to comprehend the coastal dynamics and their relationships with continental areas. These studies are useful in paleo environmental and paleo climatic reconstructions. The main objective of this work was to analyze the superficial depositions of sediments and palynomorphs at the inner continental shelf of Rio Grande do Sul, establishing a background to better paleoclimatic and paleoenviromental reconstructions. A total of 48 samples were collected between 2 and 22 m, nearby Balneário Hermenegildo. Linear Models were used to verify the relations between frequencies of palynomorphs/sediments and depth. To carry out Cluster Analysis and DCA, published data from Patos's lagoon were used in order to verify the similarity between palynomorphs content of lagoon and platform environments. The sediments deposited on continental shelf presented high skewness and low sorting, with prevalence of silt and clay particles size nearby coastal areas. This characteristics point to a continental (silt and clay) and relicts (sand) deposits influence. A substantial palynomorphs diversity were observed, including 44 taxa of plants, 5 algal taxa, besides Foraminifera, Porifera, Ochrophyta, Fungi and Scolecodonts. Among these, Poaceae, Cyperaceae, Amaranthaceae and Compositae/Asteraceae were more frequent. Some areas inside Patos's lagoon showed greater palynological similarity with the continental shelf due the marine influence. Despite this similarity, we observed a gradation between lagoon and continental shelf palynological contents. The pollen assemblage described here reflected the natural vegetation of Rio Grande do Sul coastal areas, beyond cultivars influences (*Oryza* e *Pinus*). This emphasizes the

importance of palynological studies to understand anthropic changes at the landscape.

Key words: Actuopalynology, Sedimentology, Patos Lagoon, DCA, Cluster Analysis, pollen and spores.

## Lista de Figuras

- Figura 1:** Distribuição granulométrica na plataforma continental e talude do RS, Brasil. Fonte: Martins; Martins; Urien, (1978). \_\_\_\_\_ - 6 -
- Figura 2:** Sistema de paleo-drenagem existente na plataforma continental interna do RS, reconstituído da interpretação dos perfis sísmicos obtidos em várias campanhas oceanográficas. Fonte:(WESCHENFELDER et al., 2014). \_\_\_\_\_ - 8 -
- Figura 3:** Mapa geológico da Planície Costeira do RS com enfoque na localização das barreiras quaternárias. Fonte: Modificado de Villwock & Tomazelli (2006). \_\_\_\_\_ - 11 -
- Figura 4:** Evolução da planície costeira ao longo do Holoceno. Em amarelo está representada a distribuição atual da linha de costa. A: máximo transgressivo holocênico; B: regressão lenta e início do processo de formação da Lagoa Mangueira; C: conformação atual da linha de costa. Adaptado de Seeliger et al. (2004). \_\_\_\_\_ - 14 -
- Figura 5:** Distribuição das UPNs costeiras no RS. Fonte: adaptado de FEPAM 2010. \_\_\_\_\_ - 17 -
- Figura 6:** Diagramas climáticos (temperatura média e pluviosidade mensal) para as estações meteorológicas de Torres, Rio Grande e Santa Vitória do Palmar. Fonte: Buriol et al. (2007). 29
- Figura 7:** Disposição da malha amostral na plataforma continental interna do RS. \_\_\_\_\_ 30
- Figura 8:** Pontos amostrados na zona límnic e estuarina da Lagoa dos Patos. Fonte: Medeanic (2006b) e Medeanic et al. (2007). \_\_\_\_\_ 39
- Figura 9:** Distribuição das frações granulométricas obtidas por interpolações na área de estudo. A: areia; B: silte; C: argila; D: CaCO<sub>3</sub>. \_\_\_\_\_ 41
- Figura 10:** Correlação linear entre Areia Total (A), CaCO<sub>3</sub> (B), Areia Muito Grossa (C), Areia Fina (D) e Areia Muito Fina (E) com a profundidade.  $r^2$ = variabilidade explicada pela profundidade. \_ - 42 -
- Figura 11:** Correlação linear entre as classes de areia com CaCO<sub>3</sub>. Em A, grânulo; em B, Areia muito grossa; em C, areia grossa; em D, areia média; em E, areia fina; em F, areia muito fina; em G, silte e em H, argila.  $r^2$  = variabilidade explicada pela granulometria. \_\_\_\_\_ - 44 -
- Figura 12:** Correlação linear entre palinórfos e profundidade. A: Palinórfos Totais; B: Polypodiaceae; C: Betulaceae; D: Verbenaceae.  $r^2$ = variabilidade explicada pela profundidade. - 49 -
- Figura 13:** Correlação entre palinórfos não polínicos e profundidade. A: Botryococcus; B: Foraminífera.  $r^2$ = variabilidade explicada pela profundidade. \_\_\_\_\_ - 51 -
- Figura 14:** Cinco Agrupamentos definidos pela Análise de Cluster sem restrição. \_\_\_\_\_ - 55 -
- Figura 15:** Distribuição dos palinórfos polínicos identificados de acordo com o resultado da Análise de Cluster. \_\_\_\_\_ - 56 -
- Figura 16:** distribuição dos palinórfos não polínicos (PNP) de acordo com o resultado da Análise de Cluster. \_\_\_\_\_ - 57 -
- Figura 17:** Resultado da ordenação DCA de acordo com as 57 amostras superficiais. Em verde, amostras de Medeanic (2006a), em rosa de Medeanic et al. (2007), em vermelho da marisma da Pólvora e em azul da plataforma continental. \_\_\_\_\_ - 59 -
- Figura 18:** Resultado da ordenação DCA de acordo com os 39 táxons identificados. \_\_\_\_\_ - 60 -
- Figura 19:** Distribuição dos maciços florestais exóticos no RS. Em vermelho destaque para as grandes concentrações na região costeira no sul do estado. Fonte: adaptado de FEPAM (2010b). \_\_\_\_\_ - 67 -

## Lista de Tabelas

- Tabela 1:** Lista das famílias presentes nas UPN costeiras do RS.  $\iota$ = Lorscheitter et al., 1998, 1999;  $\rho$ = Waechter; Jarenkow, 1998;  $j$ = Gonçalves; Waechter, 2002;  $3$ = Costa et al., 2003;  $\omega$ = Marangoni, 2003;  $\Omega$ = Dorneles; Waechter, 2004;  $\gamma$ = Athayde;  $H_j$  = Cordazzo et al. 2006; Windisch, 2006;  $\tau$ = Rocha; Waechter, 2006;  $X_j$ = Batista et al. 2007;  $F$  = Boldrini; Trevisan; Schneider, 2008;  $\zeta$ = Marchioretto et al., 2008;  $\mathcal{T}$ = Palma; Jarenkow, 2008 ; $\mathfrak{z}$ = Marangoni; Costa, 2009;  $\lambda$  = Bordin; Yano, 2010;  $\varsigma$ = Heidtmann et al., 2013;  $\xi$ = Gonzati et al., 2014;  $\mathfrak{X}$ = Venzke; Herter; Mattei, 2015. \_\_\_\_\_ - 22 -
- Tabela 2:** Intervalo de decantação e tamanho das partículas de silte e Argila. Fonte: Adaptado de(SUGUIO, 1973). \_\_\_\_\_ 31
- Tabela 3:** Abertura de malha das peneiras utilizadas na análise sedimentológica (mm) e seu equivalente na escala  $\varphi$  (phi). Fonte: Adaptado de (SUGUIO, 1973). \_\_\_\_\_ 31
- Tabela 4:** Principais palinomorfos encontrados em lâminas palinológicas, classificados de acordo com Traverse (2007). \_\_\_\_\_ 33
- Tabela 5:** Principais referências bibliográficas utilizadas na identificação dos grupos de palinomorfos. \_\_\_\_\_ 34
- Tabela 6:** Parâmetros estatísticos das correlações lineares para os dados granulométricos. Prof.: profundidade;  $\text{CaCO}_3$ : carbonato de cálcio;  $p$ -valor: significância estatística;  $r^2$ : variabilidade explicada. \_\_\_\_\_ - 43 -
- Tabela 7:** Parâmetros estatísticos das correlações lineares para os dados de  $\text{CaCO}_3$ .  $\text{CaCO}_3$ : carbonato de cálcio;  $p$ -valor: significância estatística;  $r^2$ : variabilidade explicada. \_\_\_\_\_ - 43 -
- Tabela 8:** Parâmetros estatísticos das correlações lineares entre os táxons de palinomorfos polínicos e a profundidade. Prof.: profundidade;  $p$ -valor: significância;  $r^2$ : variabilidade explicada. \_\_\_\_\_ - 49 -
- Tabela 9:** Relação percentual entre o conteúdo de Poaceae, Cyperaceae, Amaranthaceae C/A nas amostras. O quociente Poaceae/Cyperaceae (P/C) indica a predominância significativa de uma sobre a outra. \_\_\_\_\_ - 51 -
- Tabela 10:** Parâmetros estatísticos das correlações lineares entre os táxons de palinomorfos não-polínicos e a profundidade. Prof.: profundidade;  $p$ -valor: significância estatística;  $r^2$ : variabilidade explicada. \_\_\_\_\_ - 52 -
- Tabela 11:** Resultado das análises estatísticas realizadas nas 48 amostras coletadas na região do Balneário Hermenegildo. \_\_\_\_\_ - 88 -
- Tabela 12:** Análises Palinológicas das amostras do Balneário Hermenegildo. Identificação das amostras conforme apontado na Tabela 6. Legenda: -: ausente; +: rara ou esporádica; ++: comum ou frequente; +++: abundante. \_\_\_\_\_ - 89 -

## Lista de Pranchas

- Prancha 1:** Palinomorfos polínicos encontrados nas amostras da plataforma continental. A-B: Phaeoceros. C-D: Blechnum; E: Microgramma; F: Acrosticum; G-H: Alsophila; I-J: Poaceae; K-L: Cyperaceae; M: Alnus; N-P Amaranthaceae; Q: Asteraceae; R-S: Pinus; T: Arecaceae.....- 46 -
- Prancha 2:** Algas encontradas nas amostras da plataforma continental. A-C: Dinophyta. D-F: Spirogyra; G-H: Botryococcus; I: Debarya.....- 47 -
- Prancha 3:** Palinomorfos não polínicos. A-F: Escolecodontes; G e I: Fungi não identificados; H: Glomus; J: Tetraploa; K-L: Porifera; M-N Foraminifera. Escala 15µm. ....- 47 -

## SUMÁRIO

<b>Resumo</b>	<b>ii</b>
<b>Abstract</b>	<b>iv</b>
<b>Lista de Figuras</b>	<b>vi</b>
<b>Lista de Tabelas</b>	<b>vii</b>
<b>Lista de Pranchas</b>	<b>viii</b>
<b>1. Introdução</b>	<b>- 1 -</b>
1.1. Estado Atual da Palinologia em Sedimentos Superficiais na região costeira do Rio Grande do Sul	- 8 -
1.2. Evolução do Sistema Laguna-Barreira	- 10 -
1.3. Biogeografia e paisagem costeira do Rio Grande do Sul	- 14 -
<b>2. Hipóteses</b>	<b>26</b>
<b>3. Objetivos</b>	<b>27</b>
<b>4. Material e Métodos</b>	<b>28</b>
4.1. Área de Estudo	28
4.2. Coleta de amostras	29
4.3. Análises Granulométricas	31
4.4. Tratamento Químico para Palinologia	32
4.5. Identificação dos Palinomorfos	33
4.6. Geoprocessamento e Estatística	35
4.7. Dados Bibliográficos	36
<b>5. Resultados</b>	<b>- 40 -</b>
5.1. Sedimentologia da Plataforma Continental Interna, Região do Balneário Hermenegildo	- 40 -
5.2. Distribuição e Proveniência dos Palinomorfos da Plataforma Continental Interna, Região do Balneário Hermenegildo	- 45 -
5.2.1. Actuopalinologia	- 45 -
5.2.2. Análise de Cluster (Cluster Analysis)	- 52 -
5.2.3. DCA (Detrended Correspondence Analysis)	- 58 -
<b>6. Discussões</b>	<b>- 62 -</b>
6.1 Sedimentologia da Plataforma Continental Interna, Região do Balneário Hermenegildo	- 62 -
6.2. Distribuição e Proveniência dos Palinomorfos da Plataforma Continental Interna, Região do Balneário Hermenegildo	- 65 -

<b>7. Conclusões</b>	<b>- 75 -</b>
<b>8. Referências Bibliográficas</b>	<b>- 77 -</b>
<b>Anexo 1: Análise granulométrica das amostras coletadas na região do Balneário Hermenegildo</b>	<b>- 88 -</b>
<b>Anexo 2: Análises Palinológicas Balneário Hermenegildo</b>	<b>- 89 -</b>

## 1. Introdução

---

Os estudos polínicos tiveram início no século XVII, juntamente com o surgimento do microscópio (MANTEN, 1967), sendo a morfologia polínica de polens alergênicos seu principal foco de estudo (MANTEN, 1967). De acordo com Hyde & Williams (1944) o termo 'Palinologia' foi empregado somente em meados do século XIX. Naquele momento apenas polens e esporos de plantas Embryophyta, ou seja, plantas não vasculares, vasculares, vasculares com sementes e vasculares com flores passaram a ser o centro do estudo.

Entretanto, em meados do século XX os palinólogos começaram a utilizar outras estruturas além de polens e esporos nos estudos palinológicos. Para eles, a definição baseada no método de trabalho, ou seja, "o que minha rede pegar é peixe<sup>1</sup>" tornou-se a mais apropriada. Segundo esta definição, todos os microfósseis orgânicos encontrados após um determinado procedimento metodológico em sedimentos e rochas sedimentares são objetos de estudo da Palinologia (TRAVERSE, 2007). Tais microfósseis orgânicos, denominados palinomorfos, são formados por moléculas orgânicas muito resistentes, usualmente esporopolenina, quitina ou pseudoquitina, com tamanho variando entre 5-500 µm, com raras exceções (TRAVERSE, 2007). Portanto, muitos grupos taxonômicos além de polens e esporos passaram a ser incluídos no estudo Palinológico.

Dentre os diferentes enfoques dessa disciplina, os estudos sobre Palinologia de ambientes atuais, ou Actuopalinologia, são apontados como de

---

<sup>1</sup> Tradução livre de Traverse, 2007. "What my net catches is a fish"

extrema importância para a compreensão da dinâmica vegetacional atual e sua relação com os parâmetros ambientais (BARRETO et al., 2006; BROWN; CARPENTER; WALLING, 2007; ENGELHART et al., 2007; LULY, 1997; MEDEANIC; CORRÊA; WESCHENFELDER, 2007; NAVARRO et al., 2001; PAEZ et al., 1997; QINGHAI et al., 2005; URREGO; BERNAL; POLANÍA, 2009). A maior representatividade de palinórfos característicos de determinados ambientes pode refletir a característica ambiental daquela região.

Estudos realizados na região costeira uruguaia, identificou a família Amaranthaceae como indicadora de ambientes de marismas e sua diminuição nas amostras atuais foi associada ao aumento da precipitação na região e consequente diminuição da salinidade (MOURELLE; PRIETO, 2012).

No Rio Grande do Sul (RS) poucos estudos sobre a relação entre a cobertura vegetal e a diversidade polínica em amostras superficiais foram realizados. Na região costeira gaúcha os estudos palinológicos concentraram-se na região interna da Lagoa dos Patos (MEDEANIC; CORRÊA; WESCHENFELDER, 2007; MEDEANIC, 2006a; PIRES; MEDEANIC, 2006). Na plataforma continental não há estudos que relacionem a deposição superficial de palinórfos com a vegetação do entorno e com as características sedimentares da região. Com base nessa relação entre distribuição atual de palinórfos superficiais e diversidade florística é possível fazer reconstruções paleoambientais mais precisas (DARK; ALLEN, 2005; DEBUSK, 1997; HJELLE, 1997; ISLEBE; HOOGHMSTRA, 1995; LATORRE et al., 2010; MIOLA et al., 2010; NEWSOME, 1999; RODRÍGUEZ-GALLEGO; MASCIADRI; NIN, 2012; STUTZ; PRIETO, 2003; URREGO; BERNAL; POLANÍA, 2009).

Para a interpretação de dados Actuopalinológicos o conhecimento do padrão da distribuição vegetacional da região de entorno é fundamental para estabelecer a relação entre áreas fonte e áreas de deposição dos palinomorfos. De maneira geral, quanto maior a proximidade entre a área fonte e a área de deposição maior será a representatividade dos palinomorfos daquela área. Portanto, na plataforma continental espera-se que palinomorfos de origem marinha (dinoflageladas, microforaminíferos, acritarcos entre outros) sejam mais representativos. Apesar dessa tendência, é importante ressaltar que a presença de aportes continentais expressivos como, por exemplo, a Lagoa dos Patos, podem aumentar sobremaneira a influência de palinomorfos de origem continental na plataforma. A Lagoa dos Patos representa a única conexão entre 200.000 km<sup>2</sup> de bacia hidrográfica e o oceano. O deságue médio dessa laguna é de 2400 m<sup>3</sup>/s podendo carrear uma grande quantidade de sedimento fino e palinomorfos de origem continental para plataforma gaúcha (MÖLLER et al., 2008a).

A paisagem costeira do RS é formada por vários subambientes com associações florísticas características. Entre estes subambientes podemos citar marismas, campos de dunas, florestas e matas de galeria. Marismas e campos de dunas, por exemplo, são dominados por plantas herbáceas e arbustivas com alta tolerância salina, à dessecação, e ao estresse hídrico, uma vez que são fortemente influenciados pelo ambiente marinho. Já nos ambientes florestais e de mata de galeria a vegetação é predominantemente arbustiva e arbórea estando mais conectados aos ambientes dulcícolas.

A fim de caracterizar a flora bem como os principais ambientes costeiros, a Secretaria Estadual do Meio Ambiente, através da FEPAM, realizou o

zoneamento ambiental do estado do RS (FEPAM, 2010a, 2010b) dividindo o ambiente costeiro em 8 Unidades de Paisagem Natural (UPN) (ver Material e Métodos). Os critérios de setorização foram estabelecidos de acordo com características geomorfológicas, fisiográficas e paisagísticas, desconsiderando as transformações da paisagem realizadas pelo homem. No entanto, a região costeira do RS apresenta uma forte influência antrópica, possuindo extensas áreas de plantação de espécies não nativas. Dentre essas espécies podemos citar *Oryza spp.* (arroz) e *Pinus spp.* Entre 2013 e 2014 a área plantada de arroz no município de Rio Grande foi 21.556 ha, Santa Vitória do Palmar 72.487 ha e em Torres 28.892 ha (IRGA, 2015). A área total de plantio do *Pinus* em 2014 no RS foi 250.000 ha (AGEFLOR, 2015). Medeanic & Dillenbrug (2005) estudando amostras de um testemunho realizado na laguna de Tramandaí observaram uma alta representatividade do *Pinus* nas amostras em detrimento das florestas nativas a partir da década de 1970. Portanto, espera-se que a presença de espécies cultivadas seja representativa na região da plataforma gaúcha.

Além do conhecimento vegetacional estudos sedimentológicos podem fornecer informações importantes para auxiliar nas interpretações de dados palinológicos. Os palinomorfos são estruturas rígidas semelhantes a grãos de sedimentos que ao se desprenderem da vegetação estão sujeitos aos mesmos processos de transporte e deposição. Portanto, o enfoque multidisciplinar é essencial para melhor compreensão da relação entre continente oceano.

Os estudos sobre sedimentologia da plataforma continental do RS iniciaram-se na década de 1960, quando foi apresentada uma visão generalista da distribuição sedimentar entre o Cabo de Santa Marta e a desembocadura do Rio da Prata (MARTINS; URIEN; EICHLER, 1967). Em uma perspectiva um

pouco mais detalhada, Martins et al. (1978) analisaram a deposição superficial de sedimentos na mesma região sob o ponto de vista dos sedimentos relíquias, ou seja, depósitos superficiais que não estão associados às condições hidrodinâmicas atuais (Figura 1). De acordo com o mesmo autor, tais sedimentos na plataforma continental do RS estão associados às paisagens fisiográficas representadas por feixes de restinga, canais fluviais, deltas, estuários, praias e terraços que foram afogados durante os períodos de transgressões marinhas. Através de perfis sísmicos Abreu & Calliari (2005) e Weschenfelder et al. (2008) mostraram a ocorrência de paleocanais na plataforma continental interna e na Lagoa dos Patos. Estas drenagens, quando instaladas, eram responsáveis pelo transporte de sedimentos, hoje considerados relictuais, para a plataforma continental, que esteve emersa durante períodos no Pleistoceno e no Holoceno. Na Figura 2 é possível observar que este aporte fluvial pode ser diretamente relacionado com os principais rios que atualmente drenam para a Lagoa dos Patos (WESCHENFELDER et al., 2014).

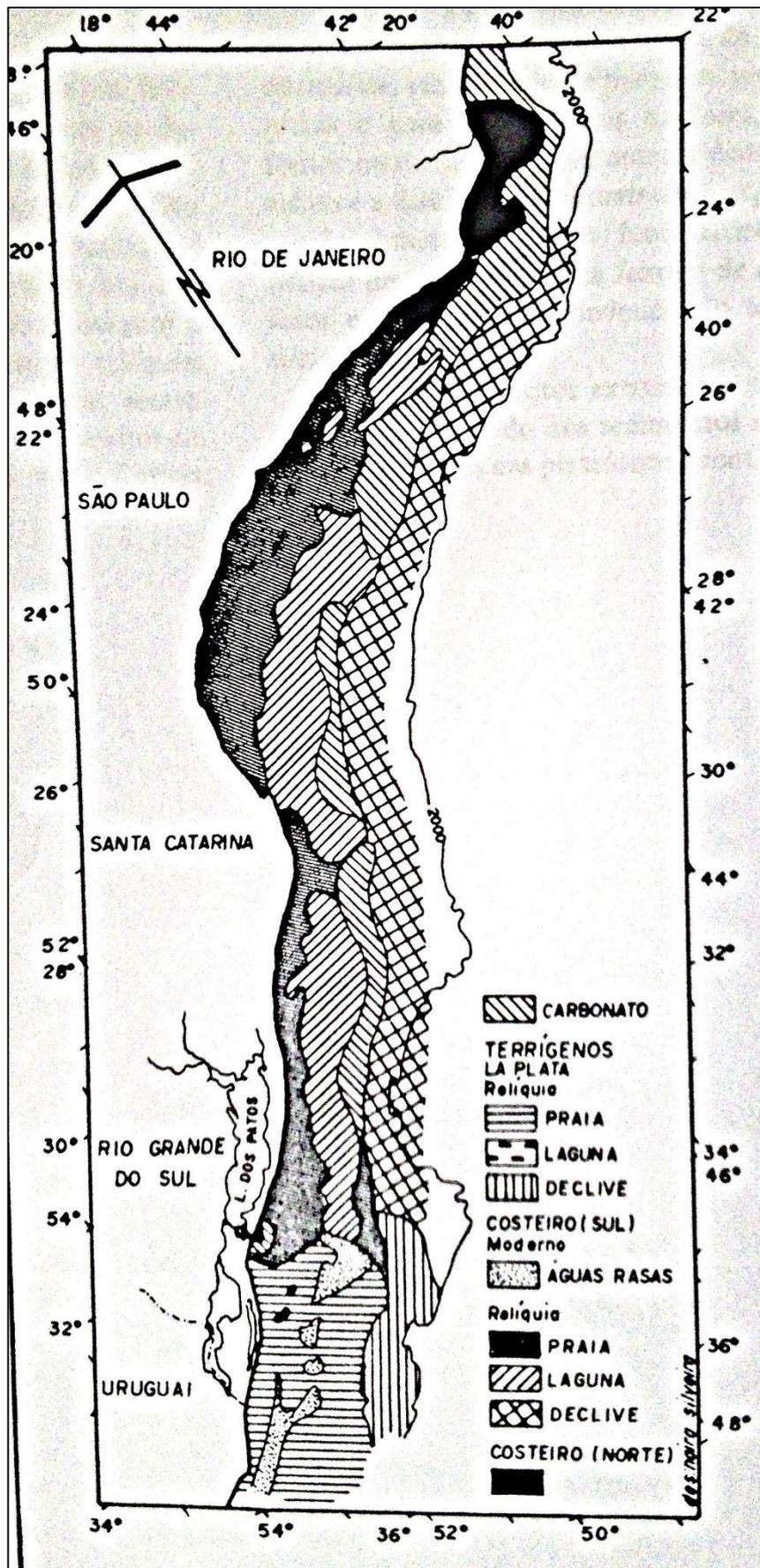


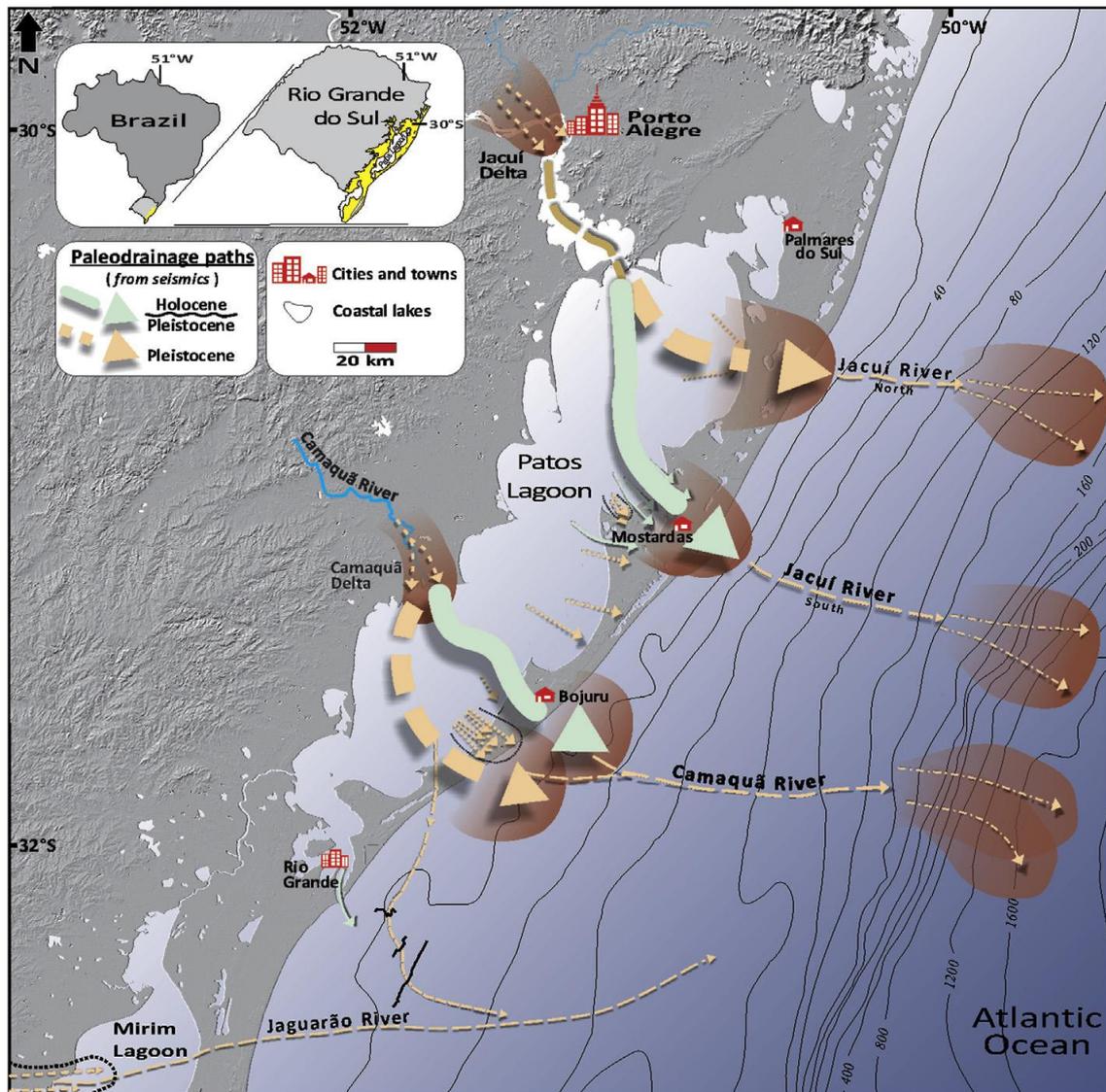
Figura 1: Distribuição granulométrica na plataforma continental e talude do RS, Brasil. Fonte: Martins; Martins; Urien, (1978).

Na plataforma continental externa do RS os sedimentos relíquias estão associados a duas áreas fontes (DILLENBURG, 1990). Na porção norte, compreendida entre Torres e a desembocadura da Lagoa dos Patos, os sedimentos possuem alta maturidade mineralógica, caracterizada pela relação Quartzo/Feldspato alta e altos níveis de arredondamento dos grãos. Na porção sul, desde a desembocadura da Lagoa dos Patos até a Barra do Chuí, tanto a relação Quartzo/Feldspato quanto o arredondamento dos grãos são muito menores. Assim, os sedimentos relíquias encontrados na porção norte estão mais relacionados àqueles provenientes de rios que drenam as terras altas do Uruguai e Rio Grande do Sul (DILLENBURG, 1990), que possuem altos teores de quartzo em sua matriz mineralógica. Já os sedimentos da porção sul, são semelhantes àqueles encontrados na plataforma continental uruguaia, relacionados ao transporte pelo estuário do Rio da Prata (AYUP, 1987; CORRÊA et al., 2008; DILLENBURG, 1990), que drena regiões formadas por rochas com baixo teor de quartzo (CORRÊA et al., 2008).

Através da reanálise de dados pretéritos e recentes, Martins et al. (2003) determinou seis fácies sedimentares que ocupam a plataforma continental gaúcha e uruguaia, considerando a variação do nível do mar durante o Pleistoceno e Holoceno e as regiões de proveniência dos sedimentos. Os conjuntos fasciológicos modernos acham-se vinculados aos deságues atuais de corpos litorâneos (Lagoa dos Patos e Rio da Prata), representados pela fácies Patos e pela fácies Platina Proximal (MARTINS; MARTINS; URIEN, 2003; MARTINS, 1978). A sequência relíquia, relacionada com as transgressões marinhas pleistocênicas e holocênicas são representadas por fácies arenosas,

bioclásticas e lamosas ( fácies Platina Distal, fácies Arenosa, fácies Bioclástica e fácies Lamosa).

Apesar de alguns trabalhos sedimentológicos terem sido realizados na plataforma continental interna, ainda há uma carência de dados para essa região.



**Figura 2:** Sistema de paleo-drenagem existente na plataforma continental interna do RS, reconstituído da interpretação dos perfis sísmicos obtidos em várias campanhas oceanográficas. Fonte:(WESCHENFELDER et al., 2014).

### 1.1. Estado Atual da Palinologia em Sedimentos Superficiais na região costeira do Rio Grande do Sul

Na região costeira do RS poucos estudos sobre a relação entre a cobertura vegetal e a diversidade polínica foram desenvolvidos. Medeanic

(2006a) analisando a deposição superficial de sedimentos da região da Lagoa dos Patos identificou quatro associações de algas e polens, características de diferentes ambientes da região. Na primeira associação, *Spirogyra* Tipo I, *Botryococcus* Tipo I, *Zygnema* e *Mougeotia* foram associadas com Cyperaceae, *Eringium*, Poaceae, Asteraceae, Polygonaceae, Onagraceae, Pontederiaceae e Typhaceae, caracterizando os banhados de água doce da planície costeira do RS. Na segunda associação as algas dominadas por *Spirogyra* Tipos I e II e *Pediastrum*, seguidas por *Mougeotia* e *Zygnema*, foram associadas com uma grande diversidade de polens e esporos (*Alternanthera*, Asteraceae, Poaceae, Amaranthaceae, Polygonaceae e *Azolla filiculoides*), caracterizando a vegetação de dunas, marismas salgados e salobros e áreas alagadas da planície costeira. Na terceira associação algas *Spirogyra* Tipo I e *Botryococcus* Tipos I-III, predominantes, e raras ocorrências de *Mougeotia* e *Zygnema*, foram correlacionadas com polens de Amaranthaceae, Cyperaceae, Fabaceae, Malvaceae, Juncaceae, Juncaginaceae, Poaceae e esporos de *Azolla filiculoides*, caracterizando uma vegetação de marismas, amplamente distribuídos na porção estuarina da Lagoa dos Patos. A quarta e última associação, representada pelas algas *Spirogyra* Tipo I, com *Pseudoschizaea* e *Closterium* subordinadas, além de raras ocorrências de *Botryococcus* Tipo I, *Scenedesmus* e *Mougeotia* foram relacionadas com Apiaceae, Asteraceae, Cyperaceae, Ericaceae, Poaceae, Typhaceae e numerosos esporos de *Sphagnum*, *Blechnum* e Polypodiaceae, caracterizando ambientes de turfeira.

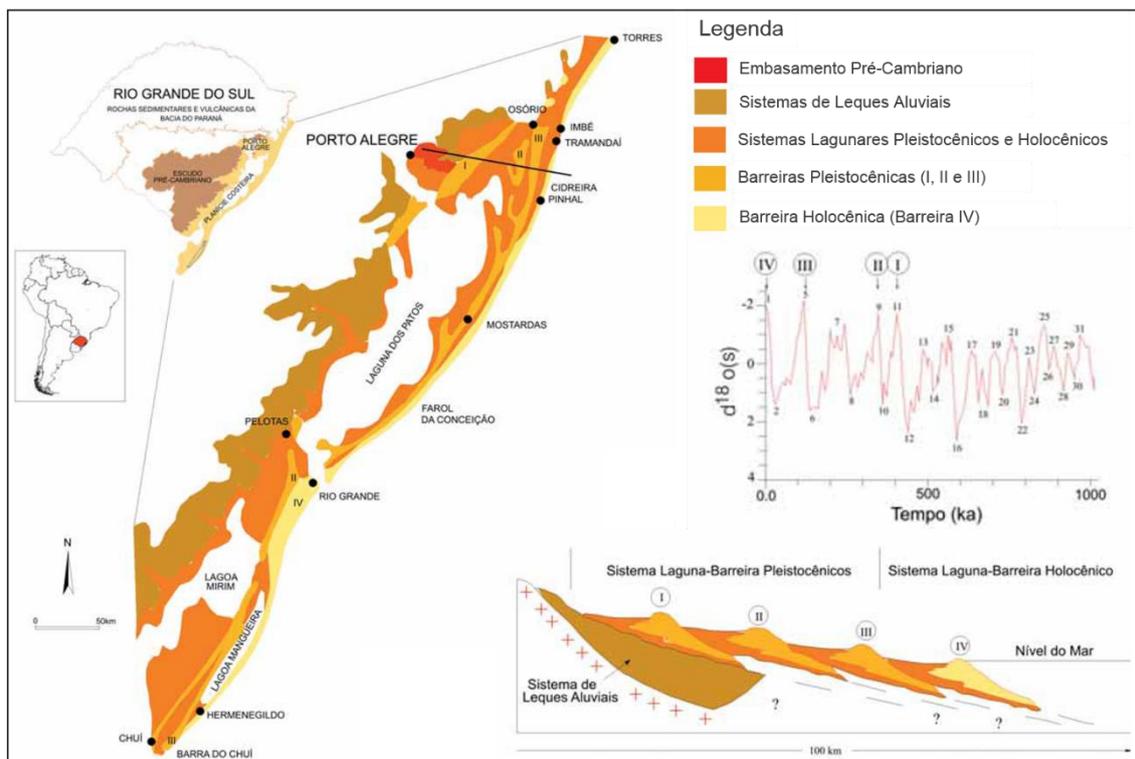
Outro estudo realizado na Lagoa dos Patos mostrou que palinórfos de origem marinha, incluindo algas Dinophyta, foram mais abundantes no setor leste da Lagoa dos Patos devido a maior influência de condições oceânicas (e.g

ondas e marés)Nesse mesmo trabalho os autores discutem que a menor representatividade de palinórfos marinhos na parte oeste da Lagoa pode estar relacionado com a presença de drenagens continentais que deságuam nessa margem trazendo palinórfos de origem continental de dulcícolas (MEDEANIC; CORRÊA; WESCHENFELDER, 2007).

Pires & Medeanic (2006) identificaram a presença de *Triglochim* em sedimentos superficiais e holocênicos da Lagoa dos Patos. Sua presença indica a ampla distribuição dos ambientes de marisma nesta região durante o Holoceno. Medeanic (2004, 2006b) correlacionou a assembleia polínica de sedimentos superficiais da Lagoa dos Patos com a vegetação de entorno. Nesse trabalho foi notável a grande ocorrência e variedade de esporos de Bryophyta e Pteridophyta nas amostras superficiais, comparada com a diversidade da vegetação de entorno. A autora também aponta para a presença de *Eucalyptus*, *Pinus cf. maritima*, e *Salix* em todas os pontos amostrados. Estas são espécies exóticas de grande produtividade e grande capacidade de dispersão polínica, o que explicou sua presença.

### 1.2. Evolução do Sistema Laguna-Barreira

A evolução da planície costeira do RS está diretamente relacionada com os sistemas Laguna-Barreira formadas durante as oscilações glacio-eustáticas do nível médio do mar (NMM) durante o Quaternário Médio e Tardio (Figura 3). De acordo com Mahiques et al. (2010) somente no RS é possível distinguir os quatro eventos de NMM alto (Laguna-Barreira I a IV).



**Figura 3:** Mapa geológico da Planície Costeira do RS com enfoque na localização das barreiras quaternárias. Fonte: Modificado de Villwock & Tomazelli (2006).

O sistema Laguna-Barreira I, também conhecido como Barreira das Lombas, mais antigo e, portanto, mais distante da linha de costa atual tem cerca de 400.000 anos, sendo relacionado com o estágio isotópico do oxigênio 11 (VILLWOCK; TOMAZELLI, 1995). Ocupa uma faixa estreita com cerca de 250 km de extensão, orientada no sentido NE-SW (Figura 3) (TOMAZELLI; DILLENBURG; VILLWOCK, 2000). É formada basicamente por arenitos eólicos depositados sobre o embasamento cristalino. Estes arenitos são formados por sedimentos quartzo-feldspáticos avermelhados, classificados como areia fina a média, bem arredondados e com elevado teor de matriz siltico-argilosa de origem diagenética e pedogenética (TOMAZELLI; DILLENBURG; VILLWOCK, 2000). Pela intensidade dos processos pós-deposicionais não é possível identificar estruturas sedimentares primárias, salvo em raros locais onde estruturas compatíveis com a deposição eólica puderam ser identificadas (VILLWOCK; TOMAZELLI, 2006).

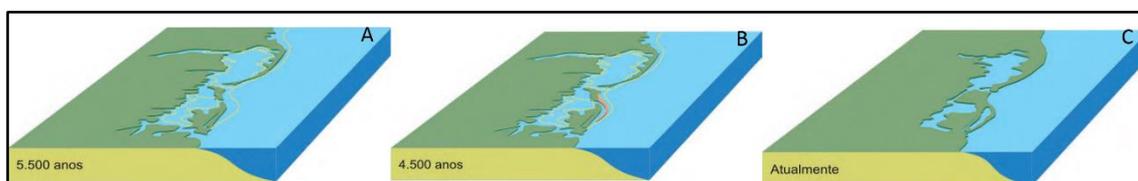
O sistema Laguna-Barreira II formou-se como resultado de um segundo evento glacio-eustático e está associado com o estágio isotópico 9 do oxigênio, com uma idade absoluta em torno de 325.000 anos. Esta barreira é responsável pelo início do processo de individualização do sistema lagunar Patos-Mirim (Figura 3). As fácies praias e eólicas da Barreira II ficaram preservadas e representadas, ao norte, por um grande pontal arenoso desenvolvido ao leste da lagoa dos Barros e, ao sul, por um antigo sistema de ilhas-barreira, responsável pelo primeiro isolamento da lagoa Mirim. Os sedimentos correspondem a areias quartzo-feldspáticas, castanho-amareladas, bem arredondadas e envoltas em matriz siltico-argilosa de origem diagenética. Processos pedogenéticos modificaram profundamente as estruturas deposicionais primárias (TOMAZELLI; DILLENBURG; VILLWOCK, 2000; VILLWOCK; TOMAZELLI, 1995, 2006).

A Laguna-Barreira III, relacionado ao último evento transgressivo-regressivo do Pleistoceno, foi responsável pelo fechamento do sistema lagunar Patos-Mirim (VILLWOCK; TOMAZELLI, 1995) (Figura 3). Os depósitos relacionados a esta barreira estão preservados ao longo de toda a costa gaúcha (VILLWOCK; TOMAZELLI, 2006), além de outros estados do Brasil (MAHIQUES et al., 2010; MARTIN; SUGUIO; FLEXOR, 1988). Na porção norte do RS, estes depósitos encontram-se ancorados na base da escarpa da Serra Geral. Na porção média do estado, atuaram como uma verdadeira barreira isolando na região de retro-barreira grandes corpos lagunares, atualmente ocupado, em grande parte, pela Lagoa dos Patos. No extremo sul, esta barreira isola um estreito sistema lagunar colmatado, onde atualmente nasce o Arroio Chuí. Os sedimentos que formam esta barreira são constituídos por fácies arenosas de origem praias e marinha rasa, recobertas por depósitos eólicos, dispostas numa

sucessão vertical indicativa de um processo progradante (regressivo). Os sedimentos praias são constituídos por areias quartzosas claras, finas, bem selecionadas, com estratificação bem desenvolvida (plano-paralela, com truncamentos de baixo ângulo, cruzada planar, acanalada e *hummocky*). Em muitos afloramentos há grande ocorrência de icnofósseis, representados principalmente por *Ophiomorpha* (TOMAZELLI; DILLENBURG; VILLWOCK, 2006). Os depósitos eólicos por sua vez, apresentam coloração mais avermelhada e aspecto maciço. Podem apresentar bioturbação por raízes e intercalam níveis centimétricos de paleossolos (TOMAZELLI; DILLENBURG; VILLWOCK, 2000; VILLWOCK; TOMAZELLI, 1995, 2006). De acordo com datações radiométricas e por termoluminescência, os depósitos desta barreira foram correlacionados com o sub estágio isotópico do oxigênio 5e (Figura 3).

O último pico transgressivo, registrado no Holoceno, formou o sistema Laguna Barreira IV, como consequência da última grande transgressão pós-glacial (estágio isotópico do oxigênio 1). O pico transgressivo foi atingido entre 6.000 e 5.000 anos (Figura 4), cerca de 5m acima do nível atual (LIMA et al., 2013). Esta barreira é constituída majoritariamente por sedimentos praias e eólicos. Devido a elevada disponibilidade de sedimentos, houve a formação de um sistema de cordões litorâneos regressivos, observado ao sul do município de Rio Grande. Os sedimentos desta barreira são areias praias quartzosas, de granulação fina a muito fina, com concentrações elevadas de minerais pesados (DILLENBURG; TOMAZELLI; BARBOZA, 2004; SILVA, 1979). Cascalhos bioclásticos aparecem em importantes depósitos localizados entre Rio Grande e Chuí (CALLIARI; KLEIN, 1993). O campo de dunas eólicas livres é bem desenvolvido, apresentado uma migração em direção a terrenos mais antigos e

corpos lagunares devido à alta dinâmica de ventos (CALLIARI et al., 2005; MARTINHO; DILLENBURG; HESP, 2008). Entre os corpos lagunares associados a formação deste sistema de barreiras estão a Lagoa Mangueira no extremo sul do estado, a Lagoa do Peixe, no litoral médio e o rosário de lagoas interligadas existentes no litoral norte do estado (TOMAZELLI; VILLWOCK, 1991; VILLWOCK; TOMAZELLI, 2006). O sistema lagunar do norte do RS é formado por um mosaico de ambientes deposicionais, que incluem lagoas, lagos, rios meandранtes, canais inter-lagunares, pântanos costeiros, regiões alagadiças e turfeiras (TOMAZELLI; VILLWOCK, 1991).



**Figura 4:** Evolução da planície costeira ao longo do Holoceno. Em amarelo está representada a distribuição atual da linha de costa. A: máximo transgressivo holocênico; B: regressão lenta e início do processo de formação da Lagoa Mangueira; C: conformação atual da linha de costa. Adaptado de Seeliger et al. (2004).

### 1.3. Biogeografia e paisagem costeira do Rio Grande do Sul

A região costeira do Rio Grande do Sul, caracterizada pelas formações Laguna-Barreira possui um componente florístico bem específico. A fim de caracterizar a flora, bem como os principais ambientes costeiros, a Secretaria Estadual do Meio Ambiente, através da FEPAM, realizou o zoneamento ambiental do estado do Rio Grande do Sul (FEPAM, 2010a). Neste trabalho o estado foi dividido em Unidades de Paisagem Natural (UPN).

Uma UPN é uma região natural homogênea, estabelecida mediante critérios de setorização do território, como suas características geomorfológicas, fisiográficas e paisagísticas. São unidades espaciais que apresentam alto grau de homogeneidade interna e cuja delimitação não se baseia nas transformações da paisagem pelo uso antrópico, ou seja, considera somente as características

naturais. A região costeira do Rio Grande do Sul, foi dividida em oito UPN's, (Figura 5) denominadas PL (Planície Costeira), descritas abaixo:

- PL-01: corresponde a região dos vales formadores da drenagem litorânea do norte do estado, caracterizada por rios de regime torrencial desde sua nascente até a foz. A vegetação é classificada como floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas. Apresenta ambientes bastante alterados pela ação antrópica, especialmente pela atividade agrícola e olericultura, restando poucos remanescentes da vegetação natural.

- PL-02: corresponde a região da restinga da planície lagunar costeira, caracterizada pela sequência de ambientes longitudinais ao mar, composta por cordões de dunas primárias e secundárias, campos arenosos, banhados e lagoas costeiras. A vegetação é predominantemente herbácea (formações pioneiras) com forte influência marinha, destacando-se as áreas de marismas no município de Rio Grande. Entre Torres e Pinhal o ambiente apresenta-se bastante alterado pela urbanização, com forte pressão sazonal. Entre Palmares do Sul e São José do Norte, ainda é considerado em bom estado de conservação, porém com ocorrência de grandes maciços florestais de *Pinus*. Ao sul de Rio Grande, também é considerado em bom estado de conservação, com urbanização incipiente e maciços florestais no entorno da Estação Ecológica do Taim.

- PL-03: corresponde a região da margem leste da Laguna dos Patos, desde a Ponta de Itapuã até São José do Norte. É formada por cordões arenosos, lagoas, enseadas, banhados e pontais. A vegetação é característica de formações pioneiras. Apresenta grandes extensões alteradas pela ação antrópica (orizicultura, pecuária, florestamento), alternadas com ambientes naturais conservados.

- PL-04: corresponde a região da planície lagunar costeira, caracterizada pela margem oeste da laguna dos Patos e lagoa Mirim. Trecho sul é drenado do escudo sul-rio-grandense, desaguando importantes rios como o Jaguarão e o Camaquã, além de inúmeros arroios e pequenas lagoas, compondo uma área de características úmidas (banhados) e áreas paludosas. Região de formação pioneira, vegetação com influência fluvial e lacustre, herbácea, sem palmeiras. Apresenta ambientes alterados pela ação antrópica, embora os pontais e a margem da laguna dos Patos e lagoa Mirim ainda

mantenham áreas protegidas, especialmente as matas ciliares da foz dos rios Camaquã e Jaguarão, arroio Velhaco e complexo lagoa Pequena.

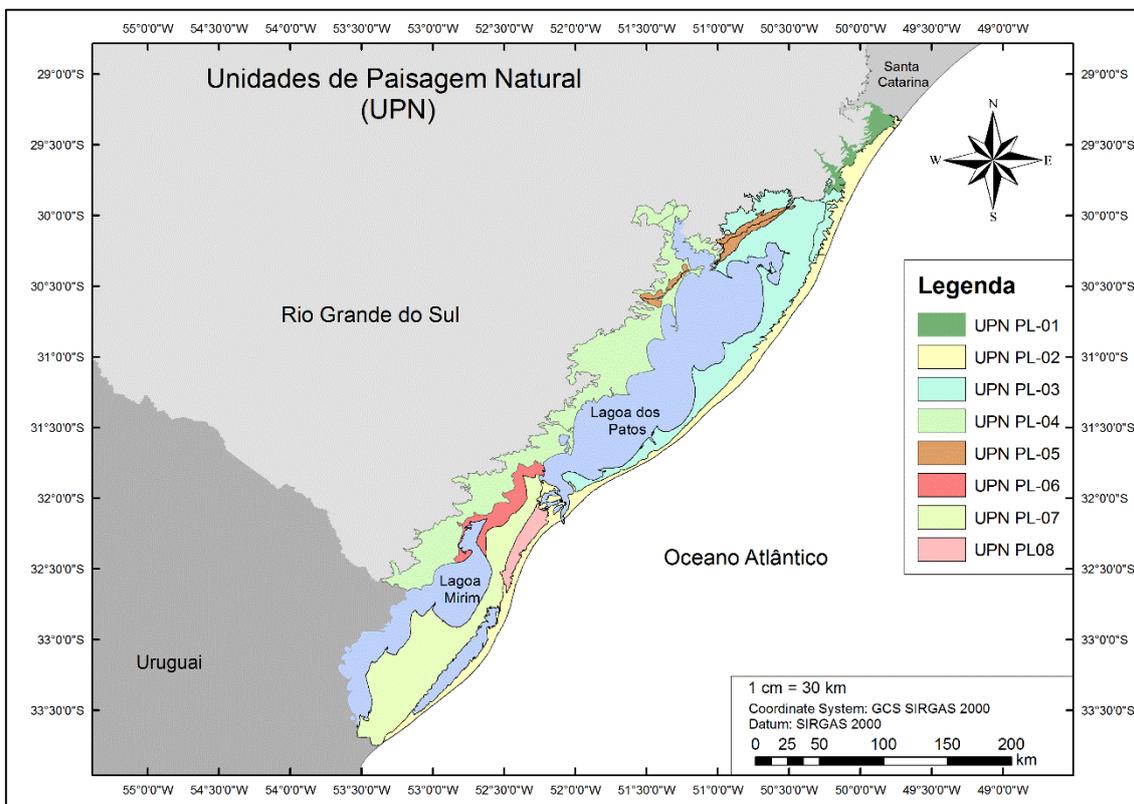
- PL-05: Esta unidade constitui uma paleoduna correspondente a mais antiga barreira litorânea, caracterizada por colinas arredondadas que se destacam na paisagem plana da região norte e sul do lago Guaíba. A vegetação é arbórea baixa, representativa da floresta Estacional, em contato com a Estepe Gramíneo Lenhosa na porção sul (zona de contato entre campos e floresta). Abriga ambientes rasos, com alta densidade de *Butia capitata*. Apresenta uma pressão de ocupação pela pecuária e silvicultura, com maciços de eucalipto especialmente nas áreas ao sul do lago Guaíba, com degradação dos ambientes naturais e do solo pelos processos erosivos.

- PL-06: Corresponde a região da várzea do canal São Gonçalo, caracterizada pela presença de banhados e campos inundáveis, com diferentes fisionomias e capões de mata, que ligam a laguna dos Patos e a lagoa Mirim. Região de formações pioneiras, com influência fluvial e lacustre, além de englobar o trecho final da mata de galeria do rio Piratini. Sofre pressão com a ocupação pela orizicultura e invasões urbanas.

- PL-07: compreende a faixa arenosa entre as lagoas Mirim e Mangueira, composta por campos secos e banhados. Vegetação predominantemente herbácea (formação pioneira), com forte influência fluvial e lacustre. Esta unidade apresenta campos bem preservados, banhados e remanescentes de palmares, que vem sofrendo pressão da orizicultura e pecuária, além da presença de pequenos bosques de eucalipto e pinus.

- PL-08: é a região da planície costeira entre a desembocadura da laguna dos Patos e a Estação Ecológica do Taim, caracterizada pela sequência de cordões litorâneos (cristas e cavas) composta por banhados e campos litorâneos, dispostos alternadamente sob a forma de faixas paralelas ao mar. Destaca-se o Banhado do Maçarico, com presença de turfeiras, vegetação palustre e manchas de matas paludosas. Região de formação pioneira com forte influência marinha. Apresenta ambientes naturais considerados de grande importância para conservação da

biodiversidade costeira e marinha. A pressão antrópica é representada pelo pastoreio de bovino e florestamento do pinus.



**Figura 5:** Distribuição das UPNs costeiras no RS. Fonte: adaptado de FEPAM 2010.

Este mosaico de ambientes costeiros apresentado acima é referenciado como 'Restinga' por muitos autores. Souza et al. (2008) fizeram uma extensa reflexão sobre a origem etimológica e as implicações da definição deste termo para a geografia, geologia, geomorfologia, botânica, ecologia e legislação. Segundo Weachter (1985) as restingas do sul do Brasil compõem um conjunto de comunidades muito variáveis na sua composição estrutural e florística, apresentando comunidades herbáceas, arbustivas e arbóreas, de ambientes aquáticos, campestres e florestais. A diversidade taxonômica da vegetação varia desde plantas adaptadas a tolerância salina e dessecação até florestas. Uma característica muito marcante de restingas é a dominância de poucos táxons. Esta dominância é atribuída às características do ambiente, que demandam

adaptações específicas para a sobrevivência (MARCHIORETTO et al., 2008; SCHERER; MARASCHIN-SILVA; BAPTISTA, 2005).

De acordo com Nervo et al. (2010) há uma insuficiência de levantamentos florísticos na região costeira do RS. Para grupos como Bryophyta a quantidade de estudos é muito reduzida, sendo necessária a consulta a listas gerais para o estado do RS e também para o Brasil.

Bordin & Yano (2010) apresentaram um inventário de Bryophyta para o RS no qual foram registrados 760 táxons para o estado, divididos em 93 famílias e 250 gêneros. Deste total, somente 34 gêneros foram relatados para alguma das UPNs costeiras (Tabela 1).

Em relação a Pteridophyta, vários levantamentos florísticos foram realizados na região litorânea. Lorscheitter et al. (1998; 1999) apresentaram um amplo levantamento da distribuição de Pteridophyta no RS, incluindo a morfologia de esporos (Tabela 1). Athayde & Windisch (2006) contabilizaram 11 famílias e 18 gêneros para uma floresta paludosa na região costeira do RS (Tabela 1). Estes autores apontaram a família Polypodiaceae como dominante para este ambiente, seguida por Dennstaediaceae e Blechnaceae. No litoral médio gaúcho Gonzati et al. (2014) registraram 18 famílias e 36 gêneros (Tabela 1). Nesse estudo a família Polypodiaceae também se destacou, seguida por Pteridaceae e Blechnaceae.

Além de estudos focados em grupos taxonômicos vários trabalhos florísticos basearam-se na descrição das paisagens biogeográficas costeiras, como por exemplo, campos de dunas, florestas paludosas, marismas e turfeiras.

Costa et al. (2003) estudando turfeiras topotróficas, ambientes alimentados por recursos hídricos provenientes do lençol freático, identificaram

30 famílias, sendo a maioria (56%) representada por plantas herbáceas aquáticas (submersas, flutuantes e emergentes) (Tabela 1). Duas espécies de Cyperaceae e outros cinco gêneros representados por uma espécie cada (Apiaceae, Asteraceae, Blechnaceae, Lentibulariaceae e Xyridaceae) dominaram a cobertura vegetal desta turfeira. Tais ambientes vêm sofrendo bastante com aterros e drenagens para uso residencial, agrícola ou industrial, bem como com a extração do solo orgânico.

As florestas turfosas, também conhecidas como matas brejosas, matas paludosas, matas de banhado ou matas de baixadas, formam um ambiente descontínuo que se distribuem ao longo de toda a planície costeira (DORNELES; WAECHTER, 2004; WAECHTER; JARENKOW, 1998). Semelhante às turfeiras topotróficas uma baixa diversidade de espécies é observada nesses ambientes. Para a região do Taim Waechter & Jarenkow (1998) apontaram a predominância de *Erythrina crista-galli* (Fabaceae) e *Ficus organensis* (Moraceae), seguida de outras 12 famílias, todas com uma única espécie (Tabela 1). Para o litoral central gaúcho a diversidade do extrato arbóreo é considerada uma das maiores (Tabela 1), onde são registradas 14 famílias, com 18 gêneros destacando-se a família Myrtaceae (DORNELES; WAECHTER, 2004). Na margem oeste da Lagoa dos Patos 15 famílias e 20 gêneros de vegetação de restinga paludosa foram identificadas (VENZKE; HERTER; MATTEI, 2015). Como para o litoral central gaúcho a família mais importante foi a Myrtaceae com 5 gêneros, seguida por Euphorbiaceae, Lauraceae e Primulaceae, cada uma com um gênero e duas espécies (Tabela 1).

Os ambientes campestres da planície costeira apresentam uma diversidade de espécies muito grande quando comparados às florestas turfosas

e às turfeiras topotróficas. Boldrini et al. (2008) identificaram 54 famílias presentes nesse ambiente. Entre elas estão presentes 4 espécies endêmicas: *Axonopus parodii*, *Cunila fasciculata*, *Gomphrena sellowiana*, *Onira unguiculata*, *Vernonia constricta* e *Setaria stolonifera* (PILLAR et al., 2009).

Estudos sobre a vegetação de dunas, comumente distribuídas na UPN-PL-02, mostram as famílias Poaceae, Cyperaceae, Asteraceae e Amaranthaceae como predominantes (PALMA; JARENKOW, 2008). Estes autores registraram 11 famílias e 28 gêneros (Tabela 1), sendo Poaceae a mais comum. Segundo Cordazzo; Paiva; Seeliger, (2006) a comunidade vegetal de dunas são colonizadas quase exclusivamente por 70 espécies de plantas herbáceas, pertencentes às famílias Asteraceae, Poaceae e Cyperaceae, principalmente. O extrato arbóreo está restrito a regiões mais afastadas da praia e estáveis, e em áreas onde foram introduzidas espécies arbóreas com finalidade de fixação de areia – *Tamarix gallica*, *Casuarina equisetifolia* e *Acacia longifolia*. Alguns subambientes na zona de dunas possuem associações vegetais específicas, devido às condicionantes climáticas. As dunas insipientes, ambientes altamente mutáveis devido à dinâmica de ressacas, ventos e marés, são colonizadas com mais frequência por espécies anuais típicas, como a *Cakile maritima* ou por espécies com alto poder de regeneração, como *Blutarparon portulacoides*. Nas áreas onde pequenos arroios rompem o sistema contínuo de dunas e há o aumento do estresse por água doce, *B. portulacoides* é substituído pela associação *Paspalum vaginatum* – *Hydrocotyle banariensis*. Quando estas pequenas dunas incipientes são colonizadas por espécies tolerantes a deposição de areia, como *Panicum racemosum*, a deposição aumenta por efeito de atrito e a altura da duna começa a aumentar, até que se forme o cordão de

dunas frontais estabilizadas. Somente em locais com menores índices de deposição de areia e aumento no teor de matéria orgânica é que outras espécies começam a colonizar as dunas, como *Senecio crassiflorus*, *Gamochaeta americana* e *Hydrocotyle bonariensis*. Na porção atrás deste cordão de dunas frontais, as dunas fixas, o teor de matéria orgânica é maior e o pH é menor. A cobertura vegetal desta área, que é controlada basicamente pela dinâmica do lençol freático, é muito mais diversificada, com ocorrência frequente de *S. crassiflorus*, *G. americana*, *H. bonariensis*, *Polygala cyparissias*, *Conyza floribunda*, *Plantago tomentosa*, *Spartina ciliata*, *Androtrichum trigynum*, *Bacopa monnieri*, *Triglochim striata*, *Imperata brasiliensis*, *Vigna luteola* e *Kyllinga vaginata* (CORDAZZO; PAIVA; SEELIGER, 2006).

As comunidades de marisma estão estreitamente relacionadas com a UPN PL-02, principalmente com o estuário da Lagoa dos Patos, que concentra 93% das marismas da costa gaúcha, cerca de 70 km<sup>2</sup> (COSTA; MARANGONI, 2010). Aproximadamente 60 espécies de plantas vasculares são registradas nesse ambiente (Tabela 1), sendo mais frequentes as Poaceae, Cyperaceae e Asteraceae (MARANGONI, 2003). Em regiões da planície costeira onde a ocupação humana impactou o ambiente natural de forma severa ainda é possível observar a diversidade vegetal. Gonçalves & Waechter (2002) apresentaram um extenso inventário de epífitas encontradas em *Ficus organensis*. Estes forófitos e seus epífitos foram os principais responsáveis pela diversidade taxonômica nessas regiões. Dentre as 10 famílias e 33 gêneros registrados (Tabela 1), Orchidaceae foi a família com maior diversidade, porém com baixa frequência enquanto que Bromeliaceae e Cactaceae destacaram-se como as mais

frequentes. Entre as Polypodiaceae, o gênero *Microgramma* se destacou por cobrir extensas áreas dos forófitos analisados.

Além dos levantamentos florísticos realizados nas paisagens biogeográficas costeiras, estudos focados na distribuição das famílias também foram desenvolvidos (BOECHAT; LONGHI-WAGNER, 2000; COLARES et al., 2007; FLORES; MIOTTO, 2005; RODRIGUES et al., 2005). Por exemplo, Rocha & Waechter (2006) concentraram seus estudos na família Orchidaceae do litoral norte e identificaram 24 gêneros (Tabela 1). Já Marchioretto et al. (2008) mostraram que a família Amaranthaceae está presente em todas as regiões fisiográficas do estado no RS com 11 gêneros ocorrendo na região costeira (Tabela 1).

**Tabela 1:** Lista das famílias presentes nas UPN costeiras do RS. †= Lorscheitter et al., 1998, 1999; ‡= Waechter; Jarenkow, 1998; †= Gonçalves; Waechter, 2002; 3= Costa et al., 2003; †= Marangoni, 2003; †= Dorneles; Waechter, 2004; †= Athayde; H<sub>1</sub> = Cordazzo et al. 2006; Windisch, 2006; †= Rocha; Waechter, 2006; †= Batista et al. 2007; †= Boldrini; Trevisan; Schneider, 2008; †= Marchioretto et al., 2008; †= Palma; Jarenkow, 2008; †= Marangoni; Costa, 2009; †= Bordin; Yano, 2010; †= Heidtmann et al., 2013; †= Gonzati et al., 2014; †= Venzke; Herter; Mattei, 2015.

Bryophyta	
<p><b>Anthocerothaceae</b> <i>Anthoceros</i> †; <i>Phaeoceros</i> †</p> <p><b>Aneuraceae</b> <i>Aneura</i> †; <i>Riccardia</i> † †</p> <p><b>Archidiaceae</b> <i>Archidium</i> †</p> <p><b>Aytoniaceae</b> <i>Asterella</i> †; <i>Reboulia</i> †</p> <p><b>Bryopteridaceae</b> <i>Bryopteris</i> †</p> <p><b>Corsiniaceae</b> <i>Corsinia</i> †</p> <p><b>Cryphaceae</b> <i>Schoenobrium</i> †</p> <p><b>Dicranaceae</b> <i>Campylopus</i> †</p> <p><b>Fabroniaceae</b> <i>Dimerodontium</i> †; <i>Fabronia</i> †</p> <p><b>Geocalycaceae</b> <i>Cololejeuna</i> †</p> <p><b>Hypopterygiaceae</b> <i>Isopterygium</i> †</p> <p><b>Jubulaceae</b> <i>Frullania</i> †</p>	<p><b>Jungermanniaceae</b> <i>Lejeunea</i> †</p> <p><b>Lejeunaceae</b> <i>Aphanolejeuna</i> †; <i>Leptolejeuna</i> †; <i>Odontolejeuna</i> †; <i>Strictolejeuna</i> †; <i>Taxilejeuna</i> †</p> <p><b>Lembophyllaceae</b> <i>Pilotrichella</i> †</p> <p><b>Leoucodontaceae</b> <i>Pterogoniadelphus</i> †</p> <p><b>Meteoricaceae</b> <i>Floribundaria</i> †</p> <p><b>Metzgeriaceae</b> <i>Metzgeria</i> †</p> <p><b>Miryniaceae</b> <i>Mirynia</i> †</p> <p><b>Orthotrichaceae</b> <i>Macromitrium</i> †</p> <p><b>Pallaviciniaceae</b> <i>Symphyogyna</i> †</p> <p><b>Polytrichaceae</b> <i>Polytrichum</i> †</p> <p><b>Porellaceae</b></p>

<p><i>Porella</i> }  <b>Pterobryaceae</b>  <i>Orthostichopsis</i> } ; <i>Pteurobryon</i> }</p> <p><b>Radulaceae</b>  <i>Radula</i> }</p> <p><b>Ricciaceae</b></p>	<p><i>Riccia</i> }  <b>Torgoniaceae</b>  <i>Torgonia</i> }</p> <p><b>Sphagnaceae</b>  <i>Sphagnum</i> } 3</p>
Pteridophyta	
<p><b>Anemiaceae</b>  <i>Anemia</i> ξ ↓ ; <i>Schizaea</i> ↓</p> <p><b>Aspleniaceae</b>  <i>Asplenium</i> ∨ ξ</p> <p><b>Athyriaceae</b>  <i>Deparia</i> ξ</p> <p><b>Blechnaceae</b>  <i>Blechnum</i> ∨ ξ 3 Χ</p> <p><b>Cyatheaceae</b>  <i>Alsophila</i> ↓ ; <i>Cyathea</i> ∨ ξ ↓</p> <p><b>Dennstaedtiaceae</b>  <i>Lindsaea</i> ∨ ; <i>Pteridium</i> ∨ ξ</p> <p><b>Dicksoniaceae</b>  <i>Dicksonia</i> ξ ↓ ; <i>Lophosoria</i> ξ</p> <p><b>Dryopteridaceae</b>  <i>Polybotrya</i> ∨ ξ ; <i>Rumohra</i> ∨ ξ ↓</p> <p><b>Equisetaceae</b>  <i>Equisetum</i> ↓</p> <p><b>Gleicheniaceae</b>  <i>Dicranopteris</i> ξ ↓ ; <i>Gleichenella</i> ξ ;  <i>Gleichenia</i> ↓ ; <i>Sticherus</i> ξ</p> <p><b>Hymenophyllaceae</b>  <i>Didymoglossum</i> ξ ;  <i>Hymenophyllum</i> ↓ ; <i>Trichomanes</i> ↓</p> <p><b>Lindsaeaceae</b>  <i>Lindseae</i> ξ</p> <p><b>Lophosoriaceae</b>  <i>Lophosoria</i> ↓</p> <p><b>Lycopodiaceae</b></p>	<p><i>Huperzia</i> ↓ ; <i>Lycopodiella</i> } ξ ↓ ;  <i>Palhinhae</i> ξ ; <i>Pseudolycopodiella</i> ξ</p> <p><b>Marsilaceae</b>  <i>Regnellidium</i> ∨ ξ</p> <p><b>Osmundaceae</b>  <i>Osmunda</i> ∨ ξ</p> <p><b>Ophioglossaceae</b>  <i>Ophioglossum</i> ↓</p> <p><b>Polypodiaceae</b>  <i>Campyloneurum</i> ∨ ξ ;  <i>Microgramma</i> ∨ ξ ↓ Χ  <i>Niphiidium</i> ∨ ξ ; <i>Pecluma</i> ∨ ξ ;  <i>Pleopeltis</i> ∨ ξ ; <i>Polypodium</i> ∨ ↓ ;  <i>Serpocaulon</i> ξ</p> <p><b>Psilotaceae</b>  <i>Psilotum</i> ↓</p> <p><b>Pteridaceae</b>  <i>Acrosticum</i> ξ ↓ ρ ; <i>Doryopteris</i> ξ ;  <i>Ptyrogramma</i> ξ</p> <p><b>Salvinaceae</b>  <i>Azolla</i> ξ Χ ; <i>Salvinia</i> ∨ ξ Χ</p> <p><b>Selaginellaceae</b>  <i>Selaginella</i> ↓</p> <p><b>Thelypteridaceae</b>  <i>Macrothelypteris</i> ξ ; <i>Thelypteris</i> ∨ ξ 3</p> <p><b>Vittariaceae</b>  <i>Vittaria</i> ∨ ξ ↓</p>
Gymnospermae	
<p><b>Cupressaceae</b>  <i>Cupressus</i> Χ</p>	<p><b>Pinaceae</b>  <i>Pinus</i> Χ</p>
Angiospermae	
<p><b>Acanthaceae</b>  <i>Dicliptera</i> } ; <i>Hygrophila</i> } 3</p> <p><b>Aizoaceae</b>  <i>Carpobrotus</i> } ∪ ∪ H<sub>2</sub> ; <i>Sesuvium</i> H<sub>2</sub></p> <p><b>Amaranthaceae</b>  <i>Alternanthera</i> ∨ ; <i>Amaranthus</i> ∨ ;  <i>Blutaparon</i> } ∨ ∪ ∪ H<sub>2</sub> ; <i>Celosia</i> ∨ ;  <i>Chenopodium</i> } Χ ; <i>Gomphrena</i> ∨ ;  <i>Iresine</i> ∨ ; <i>Pfaffia</i> ∨ ; <i>Salicornia</i> ∪ ρ</p> <p><b>Anacardiaceae</b>  <i>Lithraea</i> } Χ Χ ; <i>Schinus</i> Χ</p> <p><b>Apiaceae</b>  <i>Bowlesia</i> } ; <i>Centella</i> } 3 H<sub>2</sub> ;  <i>Eryngium</i> } 3 ρ Χ ∪</p> <p><b>Apocynaceae</b>  <i>Asclepias</i> } ; <i>Oxypetalum</i> } ∪ H<sub>2</sub></p> <p><b>Aquifoliaceae</b>  <i>Ilex</i> ∪ Χ</p> <p><b>Araceae</b></p>	<p><i>Anthurium</i> ↓ ; <i>Monstera</i> Χ ;  <i>Philodendron</i> } ↓ ; <i>Zantedeschia</i> Χ</p> <p><b>Araliaceae</b>  <i>Dendroponax</i> ∪ ;  <i>Hydrocotyle</i> } } ∪ Χ ∪ H<sub>2</sub></p> <p><b>Arecaceae</b>  <i>Butia</i> Χ ; <i>Geonoma</i> ∪ Χ ;  <i>Syagrus</i> } } ∪ Χ Χ</p> <p><b>Asteraceae</b>  <i>Achyrocline</i> 3 } ∪ ∪ ; <i>Acmella</i> } ∪ ;  <i>Ambrosia</i> } ∪ ; <i>Aster</i> } ;  <i>Baccharidastrum</i> } ;  <i>Baccharis</i> } 3 } ∪ ∪ Χ ; <i>Chaptalia</i> } ;  <i>Eclipta</i> Χ ; <i>Elephantopus</i> } ;  <i>Eupatorium</i> } 3 ; <i>Facelis</i> } ;  <i>Gamochaeta</i> } ∪ Χ H<sub>2</sub> ; <i>Hypochoeris</i> } ;  <i>Mikania</i> } ; <i>Noticastrum</i> } } ∪ ;  <i>Pluchea</i> } ; <i>Pterocaulon</i> } } ∪ Χ H<sub>2</sub> ;  <i>Salsola</i> H<sub>2</sub> ; <i>Senecio</i> } } ∪ ∪ ρ H<sub>2</sub> ;</p>

*Soliva* Ƒ; *Sonchus* Ƒ;  
*Symphopappus* Ƒ; *Tagetes* Ƒ;  
*Trixis* Ƒ; *Vernonia* Ƒ  
**Bignoniaceae**  
*Tabebuia* Ƒ  
**Bombacaceae**  
*Chorisia* X  
**Boraginaceae**  
*Cordia* Ƒ Ƨ  
**Brassicaceae**  
*Cakile* H<sub>1</sub>  
**Bromeliaceae**  
*Aechmea* j; *Billbergia* j;  
*Bromelia* Ƒ 3; *Tillandsia* Ƒ j X;  
*Vriesea* Ƒ j X  
**Buddlejaceae**  
*Buddleja* 3  
**Burmanniaceae**  
*Burmannia* Ƒ  
**Cactaceae**  
*Cereus* j X; *Lepismium* j X;  
*Opuntia* Ƒ j; *Rhypsalis* Ƒ j X  
**Calyceraceae**  
*Acicarpa* H<sub>1</sub>; *Calycera* H<sub>1</sub>  
**Campanulaceae**  
*Pratia* Ƒ  
**Cannaceae**  
*Canna* X  
**Cannabaceae**  
*Celtis* Ƒ  
**Cardiopteridaceae**  
*Citronella* Ƨ X  
**Caryophyllaceae**  
*Cardionema* Ƒ; *Drymaria* Ƒ;  
*Stellaria* Ƒ  
**Casuarinaceae**  
*Casuarina* H<sub>1</sub>  
**Cecropiaceae**  
*Cecropia* Ƨ; *Coussapoa* j Ƨ  
**Celastraceae**  
*Maytenus* Ƨ  
**Commelinaceae**  
*Commelina* X  
**Convolvulaceae**  
*Calystegia* H<sub>1</sub>  
*Ipomea* H<sub>1</sub>  
**Cyperaceae**  
*Androtrichum* Ƨ Ƨ H<sub>1</sub>;  
*Cladium* 3 Ƒ; *Cyperus* Ƒ 3 Ƨ Ƨ X;  
*Eleocharis* Ƒ 3 X;  
*Fimbristylis* Ƒ Ƨ Ƒ; *Kyllinga* Ƒ;  
*Pycnus* Ƒ Ƨ; *Remirea* H<sub>1</sub>;  
*Rhynchospora* Ƒ 3;  
*Schoenoplectus* Ƒ; *Scirpus* Ƨ Ƒ X;  
*Scleria* Ƒ 3 X  
**Droseraceae**  
*Drosera* Ƒ 3  
**Ericaceae**  
*Gaylussacia* 3  
**Eriocaulaceae**

*Eriocaulon* Ƒ  
**Erythroxylaceae**  
*Erythroxylum* X  
**Euphorbiaceae**  
*Alchornea* Ƒ; *Croton* Ƒ;  
*Sebastiania* Ƒ Ƨ Ƨ X; *Sapium* 3 Ƨ  
**Fabaceae**  
*Canavalia* H<sub>1</sub>; *Desmodium* Ƒ X;  
*Enterolobium* Ƒ; *Erythrina* Ƨ X X;  
*Indigofera* Ƒ; *Mimosa* Ƒ;  
*Sesbania* X; *Senna* Ƒ;  
*Stylosanthes* X; *Vigna* Ƒ 3 Ƨ X H<sub>1</sub>  
**Gentianaceae**  
*Blackstonia* H<sub>1</sub>; *Centaurium* H<sub>1</sub>  
**Gesneriaceae**  
*Codonanthe* j  
**Goodeniaceae**  
*Scaevola* H<sub>1</sub>  
**Haloragaceae**  
*Laurembergia* Ƒ; *Myriophyllum* X  
**Hydrocharitaceae**  
*Limnobium* 3  
**Hypoxidaceae**  
*Hypoxis* Ƒ  
**Iridaceae**  
*Sisyrinchium* Ƒ  
**Juncaceae**  
*Juncus* 3 Ƨ Ƒ X  
**Juncaginaceae**  
*Triglochin* Ƒ H<sub>1</sub>  
**Lamiaceae**  
*Hyptis* Ƒ  
**Lauraceae**  
*Aiouea* Ƒ; *Nectandra* Ƒ;  
*Ocotea* Ƒ Ƨ Ƨ X  
**Lentibulariaceae**  
*Utricularia* Ƒ 3  
**Liliaceae**  
*Asparagus* X  
**Lythraceae**  
*Cuphea* 3 X  
**Malvaceae**  
*Pavonia* 3; *Sida* Ƒ  
**Mayacaceae**  
*Mayaca* 3  
**Melastomataceae**  
*Leandra* Ƒ; *Tibouchina* Ƒ 3  
**Menyanthaceae**  
*Nymphoides* Ƒ 3  
**Mimosaceae**  
*Acacia* H<sub>1</sub>  
**Moraceae**  
*Ficus* Ƒ j Ƨ X X; *Morus* X  
**Myrsinaceae**  
*Myrsine* Ƒ Ƨ Ƨ Ƒ X X  
**Myrtaceae**  
*Blepharocalix* Ƨ X X;  
*Calypttranthes* Ƨ X;  
*Eugenia* Ƒ Ƨ X X; *Gomidesia* Ƨ;  
*Myrsia* Ƨ X; *Myrsianthes* X;

*Psidium* ʘ 3 ʘ X X;  
**Nyctaginaceae**  
*Guapira* ʘ ʘ X X;  
**Ochnaceae**  
*Sauvagesia* ʘ  
**Oleaceae**  
*Olea* X;  
**Onagraceae**  
*Ludwigia* ʘ 3 X; *Oenothera* ʘ  
**Orchidaceae**  
*Aspidogyne* ʘ; *Barbosela* j;  
*Camphyllocentrum* j; *Cattleya* j X;  
*Catasetum* ʘ; *Cleistes* ʘ;  
*Corymborchis* ʘ; *Cranichis* ʘ;  
*Cyanaeorchis* ʘ; *Cyclopogon* ʘ;  
*Cyrtopodium* ʘ; *Epidendrum* j ʘ ʘ;  
*Eulophis* ʘ; *Habenaria* ʘ j ʘ;  
*Hapalorchis*; *Isabelia* j; *Lanium* j;  
*Malaxis* ʘ; *Maxillaria* j;  
*Mesadenella* ʘ; *Octomeria* j;  
*Oncidium* j X; *Pleurothallis* j;  
*Plexia* ʘ; *Polystachya* j; *Prescotia* ʘ;  
*Prosthechea* j; *Psilochilus*;  
*Sacoila* ʘ; *Saphronitis* j;  
*Sauroglossum* ʘ; *Skeptostrachys* ʘ;  
*Veyretia* ʘ; *Wulchlaegelia* ʘ  
**Oxalidaceae**  
*Oxalis* ʘ  
**Plantaginaceae**  
*Bacopa* ʘ ʘ; *Mecardonia* ʘ;  
*Plantago* ʘ H;  
**Platanaceae**  
*Platano* X;  
**Poaceae**  
*Agrostis* X;  
*Andropogon* ʘ 3 ʘ ʘ H;  
*Axonopus* ʘ ʘ ʘ X; *Bambusa* ʘ X;  
*Botriochloa* ʘ; *Briza* ʘ;  
*Cenchrus* ʘ ʘ; *Cynodon* ʘ;  
*Dichantherium* ʘ ʘ; *Digitaria* ʘ ʘ X;  
*Eragrostis* ʘ ʘ H; *Erianthus* 3;  
*Ichnanthus* ʘ; *Imperata* ʘ ʘ ʘ H;  
*Ischaemum* 3 ʘ; *Leersia* ʘ 3;  
*Lolium* X; *Luziola* ʘ; *Melinis* ʘ;  
*Panicum* ʘ 3 ʘ ʘ X H;  
*Paspalum* 3 ʘ ʘ ʘ X H;  
*Pseudechinolaena* ʘ;  
*Rhynchelytrum* ʘ; *Sacciolepis* ʘ;

*Setaria* ʘ; *Spartina* ʘ ʘ H;  
*Sporobolus* ʘ X H; *Steinchisma* ʘ;  
*Urochloa* ʘ  
**Polygalaceae**  
*Monnima* 3; *Polygala* ʘ H;  
**Polygonaceae**  
*Polygonum* 3 X; *Rumex* ʘ  
**Primulaceae**  
*Anagallis* X;  
**Rhamnaceae**  
*Scutia* ʘ  
**Rosaceae**  
*Margyricarpus* H;  
**Rubiaceae**  
*Diodia* ʘ; *Randia* ʘ; *Richardia*  
**Rutaceae**  
*Zanthoxylum* ʘ  
**Salicaceae**  
*Banara* X; *Casearia* ʘ ʘ X; *Salix* X;  
**Sapindaceae**  
*Allophylus* ʘ ʘ  
**Sapotaceae**  
*Chrysophyllum* ʘ; *Sideroxylon* ʘ ʘ  
**Scrophulariaceae**  
*Castilleja* 3; *Bacopa* ʘ X H;  
**Smilacaceae**  
*Smilax* ʘ X;  
**Solanaceae**  
*Cestrum* ʘ; *Petunia* X;  
*Salpichroa* ʘ; *Solanum* ʘ X;  
*Vassobia* ʘ  
**Styracaceae**  
*Styrax* ʘ  
**Tamaricaceae**  
*Tamarix* ʘ H;  
**Tiliaceae**  
*Luehea* ʘ  
**Thymelaeaceae**  
*Daphnopsis* ʘ  
**Typhaceae**  
*Typha* 3  
**Verbenaceae**  
*Aloysia* X; *Citharexylum* X;  
*Galium* 3; *Glandularia* ʘ X;  
*Lantana* ʘ X; *Phyla* H; *Vitex* ʘ  
**Vitaceae**  
*Cissus* X;  
**Xyridaceae**  
*Xyris* ʘ

## 2. Hipóteses

---

Há maior representatividade de palinórfos marinhos que continentais na plataforma continental interna do Rio Grande do Sul.

A intensa ocupação humana na região reflete-se sobremaneira na deposição superficial de palinórfos na região costeira.

A representatividade dos palinórfos continentais diminui com o distanciamento da costa.

### 3. Objetivos

---

O objetivo geral deste trabalho é relacionar a deposição superficial de palinórfos que ocorre na plataforma interna do Rio Grande do Sul e no Estuário da Lagoa dos Patos com a vegetação adjacente e os principais grupos planctônicos presentes nas águas costeiras e estuarinas.

Os objetivos específicos foram:

- 1) Verificar a representatividade de cada unidade de paisagem na deposição superficial de palinórfos na região costeira adjacente;
- 2) Analisar o impacto da supressão da vegetação natural nas assembleias superficiais de palinórfos;
- 3) Compreender o intercâmbio de palinórfos entre o estuário da Lagoa dos Patos e a região oceânica costeira adjacente.
- 4) Descrever as características sedimentares da plataforma continental interna do sul do Rio Grande do Sul.

## 4. Material e Métodos

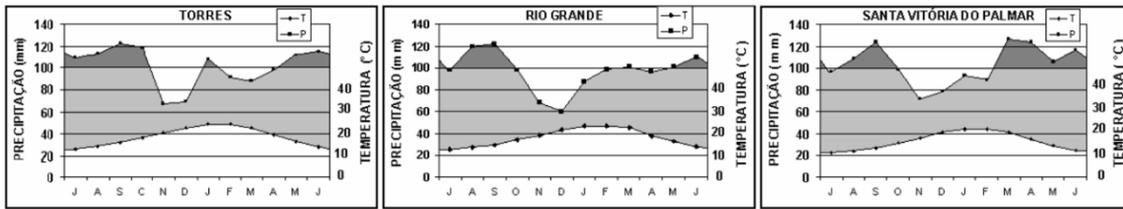
---

### 4.1. Área de Estudo

A plataforma continental do RS está inserida dentro da Bacia Pelotas, uma das bacias marginais atlânticas do Brasil. A porção brasileira desta bacia estende-se por 210.000 km<sup>2</sup> até a lâmina d'água de 2.000 metros de profundidade, sendo que destes, cerca de 40.000 km<sup>2</sup> são de área emersa. O limite norte desta bacia é o Alto de Florianópolis, que a separa da Bacia de Santos. A sul, seu limite é territorial, com o Uruguai. No Uruguai, se separa da Bacia Del Este pelo Alto Polônio (ANJOS-ZERFASS; SOUZA; JR., 2008; BUENO et al., 2007).

A costa do estado do RS possui orientação nordeste/sudoeste, estendendo-se por 618 km, interrompida ao norte pela desembocadura da Lagoa de Tramandaí e ao sul pela desembocadura do estuário da Lagoa dos Patos. A plataforma continental é relativamente plana e larga, sendo mais estreita na região norte do estado (100km) e mais larga na região sul (180km). Caracteriza-se por um declive suave até a quebra de plataforma, próximo a isóbata de 200m (PIOLA et al., 2005).

O clima da região é classificado como temperado chuvoso pelo método de Köppen, com chuvas bem distribuídas ao longo de todos os meses. As menores médias de precipitação são identificadas para a região costeira (BURIOL et al., 2007) (Figura 6). A temperatura média do ar durante o inverno varia entre 9 e 10°C enquanto que no verão entre 25 e 26°C (KUINCHTNER; BURIOL, 2001).



**Figura 6:** Diagramas climáticos (temperatura média e pluviosidade mensal) para as estações meteorológicas de Torres, Rio Grande e Santa Vitória do Palmar. Fonte: Buriol et al. (2007).

Na plataforma continental sul-brasileira o regime de ventos é marcadamente sazonal (LIMA; GARCIA; MÖLLER, 1996) com alternância entre Sistemas de Alta Pressão Tropical e Polar (anticiclones), que determinam a predominância de ventos de nordeste (NE) nos meses de primavera e verão, e de sudoeste (SW) nos meses de inverno (TOMAZELLI, 1993). Esta sazonalidade influencia na circulação costeira, induzindo um fluxo para sul durante o verão e para norte durante o inverno (MÖLLER et al., 2008b).

A região costeira do RS é influenciada por águas de origem tropical e subantártica sendo a Água Subantártica de Plataforma transportada para o norte pela Corrente das Malvinas e a Água Tropical e a Água Central do Atlântico Sul transportada para sul pela Corrente do Brasil (MÖLLER et al., 2008b).

Além da influência de águas de origem marinha o aporte continental do Rio da Prata e do estuário da Lagoa dos Patos tem um forte impacto sobre a dinâmica da plataforma continental. Durante o inverno, a influência da pluma do Rio do Prata sobre a plataforma brasileira se estende além do Cabo de Santa Marta (28°S), enquanto no verão se retrai para aproximadamente 32°S (MÖLLER et al., 2008b).

#### 4.2. Coleta de amostras

As amostras analisadas nesse trabalho foram coletadas no âmbito do Projeto REPLAC (Recursos Minerais da Plataforma Continental) em 2012. As coletas foram realizadas na plataforma continental interna próximo ao Balneário

Hermenegildo através de uma Draga de Petersen, que tem como característica coletar uma camada superficial de sedimentos de aproximadamente 15 cm sem preservar a estrutura das camadas. Um total de 48 amostras foram coletadas, organizadas em perfis paralelos a costa, com espaçamento de 2.000m entre cada perfil, entre as isóbatas de 2 e 22 metros (Figura 7).



**Figura 7:** Disposição da malha amostral na plataforma continental interna do RS.

### 4.3. Análises Granulométricas

As análises granulométricas foram realizadas de acordo com técnicas tradicionais de peneiramento/pipetagem (SUGUIO, 1973). As amostras foram lavadas para a remoção de sais, secas em estufa a 80° e quarteadas para maior homogeneização. Os sedimentos arenosos foram separados dos lamosos por peneiragem a úmido.

Para os sedimentos lamosos, silte e argila, foram utilizados o método de decantação e pipetagem para a separação das classes granulométricas (Tabela 2). Para os sedimentos arenosos, foram usadas peneiras, com intervalos de ¼ φ (phi) (Tabela 3) (WENTWORTH, 1922).

**Tabela 2:** Intervalo de decantação e tamanho das partículas de silte e Argila. Fonte: Adaptado de(SUGUIO, 1973).

<b>Diâmetro (mm)</b>	<b>Φ</b>	<b>Profundidade (cm)</b>	<b>Tempo</b>
<b>0,031</b>	5	10	1m 57s
<b>0,016</b>	6	10	7m 44s
<b>0,008</b>	7	10	31m
<b>0,004</b>	8	10	2h 3m
<b>0,002</b>	9	10	8h 10m
<b>0,001</b>	10	5	16h 21m
<b>0,0005</b>	11	5	65h 25m

**Tabela 3:** Abertura de malha das peneiras utilizadas na análise sedimentológica (mm) e seu equivalente na escala φ (phi). Fonte: Adaptado de (SUGUIO, 1973).

<b>Diâmetro (mm)</b>	<b>φ</b>	<b>Nome</b>	<b>Diâmetro (mm)</b>	<b>Φ</b>	<b>Nome</b>
<b>4,0</b>	-2,00	Seixo	<b>0,42</b>	1,25	Areia Média
<b>3,36</b>	-1,75	Grânulo	<b>0,35</b>	1,50	
<b>2,83</b>	-1,50		<b>0,30</b>	1,75	
<b>2,38</b>	-1,25		<b>0,25</b>	2,00	
<b>2,00</b>	-1,00		<b>0,21</b>	2,25	Areia Fina
<b>1,68</b>	-0,75	<b>0,177</b>	2,50		
<b>1,41</b>	-0,50	Areia Muito Grossa	<b>0,149</b>	2,75	
<b>1,19</b>	-0,25	Areia Muito Fina	<b>0,125</b>	3,00	
<b>1,00</b>	0		<b>0,105</b>	3,25	
<b>0,84</b>	0,25		<b>0,088</b>	3,50	
<b>0,71</b>	0,50	Areia Grossa	<b>0,074</b>	3,75	
<b>0,59</b>	0,75		<b>0,062</b>	4,00	
<b>0,50</b>	1,00				

#### 4.4. Tratamento Químico para Palinologia

Devido ao tamanho dos palinomorfos ser similar ao tamanho das partículas de silte somente amostras com altos teores de silte foram analisadas.

Para a separação dos palinomorfos, as amostras foram tratadas de acordo com metodologia adaptada de (FAEGRI; IVERSEN, 1975). Esta adaptação permite a preservação de restos silicosos pela supressão da utilização de ácido fluorídrico (HF). Essa abordagem foi utilizada em vários trabalhos (LIMA et al., 2013; MEDEANIC; CORRÊA, 2010; MEDEANIC; SILVA, 2010). Este método consiste de 3 etapas:

- 1) As amostras foram transferidas para béqueres de 2000ml na qual foi adicionado ácido clorídrico (HCl) 10% para remoção dos compostos carbonáticos. Após observado o fim da reação, as amostras foram lavadas em intervalos de 2 horas para a remoção dos resíduos da desintegração do carbonato e para a estabilização do pH em torno de 7, verificado com papel Tornassol;
- 2) Para a dispersão da matéria orgânica e remoção de ácidos húmicos, foi utilizada uma solução de hidróxido de potássio (KOH) 5%, sob fervura durante 10 minutos. O mesmo processo de lavagem foi mantido para a estabilização do pH;
- 3) A separação dos palinomorfos do sedimento foi feita com líquido denso, cloreto de zinco ( $ZnCl_2$ ), na densidade de  $1,9g/cm^3$  centrifugadas durante 15 minutos, a 2000 rpm, para separação do sobrenadante.

Após o procedimento químico foram montadas laminas palinológicas usando Entelan. De cada amostra foram analisadas cinco lâminas.

#### 4.5. Identificação dos Palinomorfos

Os grupos de palinomorfos abordados nessa tese foram: pólenes, esporos, fungos (Fungi), algas (Charophyta e Chlorophyta), microforaminíferos (porção interna das testas composta por quitina), Escolecodontes, dinoflagelados (Dinophyta) e silicoflagelados (Ochrophyta) (Tabela 4). Apesar desse último grupo planctônico não ser considerado um palinomorfo, devido sua composição silicosa, Medeanic & Corrêa (2007) assinalaram sua importância nos sedimentos holocênicos e seu papel como indicadores para reconstruções paleoambientais.

**Tabela 4:** Principais palinomorfos encontrados em lâminas palinológicas, classificados de acordo com Traverse (2007).

Palinomorfo	Composição	Descrição
<b>Polens e esporos</b>	Esporopolenina	Produzidos por Bryophyta, Pteridophyta, e todas as plantas com sementes.
<b>Fungos</b>	Quitina	Podem ser encontrados esporos ou outras partes do corpo, como hifas e micélio; os esporos podem ser formados por mais de uma célula.
<b>Algas Verdes</b>	Hidrocarbonetos; Esporopolenina	Algas Chlorophyta, coloniais, encontradas em ambientes de água doce a salobra.
<b>Escolecodontes</b>	Quitina	Peças bucais de vermes Polychaeta, principalmente marinhos; sua taxonomia é complicada.
<b>Micro foraminíferos</b>	Quitina	Comuns em sedimentos marinhos; não é possível separa-los de acordo com a taxonomia do grupo.
<b>Dinoflagelados</b>	Dinosporina	Cistos encontrados em ambientes marinhos; sua identificação é complicada e condicionada a fatores morfológicos particulares.

Os palinomorfos foram identificados com auxílio de microscópio biológico marca LABOMED, modelo Lx400 e fotografados com câmera digital acoplada modelo iVu1500. A análise foi feita com aumento variando entre 200x e 400x, de acordo com a necessidade de identificação de detalhes e com o tamanho do palinomorfo observado. Foi utilizada coleção de referência e vasta bibliografia na área para a identificação dos palinomorfos (Tabela 5).

A classificação taxonômica de plantas seguiu o padrão adotado pela 'The Plant List' ([www.theplantlist.org](http://www.theplantlist.org)). Este grupo de trabalho conta com a

colaboração de diversas instituições renomadas internacionalmente, entre elas, IOPI - International Organization for Plant Information, The New York Botanical Garden, Missouri Botanical Garden, KEW – Royal Botanic Gardens, ILDIS – International Legume Database & Information Service, IPNI – The International Plant Names Index, Global Composite Checklist, entre outros.

Para algas, a taxonomia foi atribuída de acordo com ‘Algae Base’ ([www.algaebase.org](http://www.algaebase.org)) (GUIRY; GUIRY, 2015). Vários grupos de trabalho ao redor do mundo contribuem com este site, entre eles, VLIZ – Flanders Marine Institute, National University of Ireland – Galway, Japanese Society of Phycology, British Phycological Society, Phycological Society of America e The Korean Society of Phycology.

**Tabela 5:** Principais referências bibliográficas utilizadas na identificação dos grupos de palinomorfos.

<b>Palinomorfo</b>	<b>Referência</b>
Chlorophyta	LIMAYE et al., 2007; MEDEANIC; CORRÊA, 2010; MEDEANIC; DILLENBURG; TOLDO JUNIOR, 2001; MEDEANIC; ZAMORA; CORREA, 2008; MEDEANIC, 2006a; MEDEANIC et al., 2009.
Dinophyta	MEDEANIC; HIRATA; DILLENBURG, 2010; MEDEANIC; SILVA, 2010; MEDEANIC, 2006a, 2006b; MEDEANIC et al., 2009.
Polens e Esporos	BARTHOLOMEU; BARROS; BARTH, 2013; BAUERMANN; EVALDT; FUCHS, 2009; CANCELLI; EVALDT; BAUERMANN, 2007; CANCELLI et al., 2010; MEDEANIC; CORRÊA; WESCHENFELDER, 2007; MEDEANIC, 2004, 2006b; MEDEANIC et al., 2008, 2009; WILLARD, 2004.
Esporos e hifas de fungos	GRAF; CHMURA, 2006; MEDEANIC; GARCIA; STEVAUX, 2004; MEDEANIC et al., 2009.
Palinoforaminíferos	MEDEANIC; CORRÊA, 2010; MEDEANIC; ZAMORA; CORREA, 2008; ZAMORA; MEDEANIC; CORRÊA, 2007.
Fitólitos	ALEMAN et al., 2014; BARBONI et al., 1999; IRIARTE; PAZ, 2009; LU; LIU, 2003; LU et al., 2002, 2007; MEDEANIC; CORDAZZO, 2008.
Silicoflagelados	(BARRON; BUKRY; DEAN, 2005; BARRON; BUKRY, 2007; MEDEANIC; CORRÊA, 2007)
Espículas de Porifera	PAROLIN; VOLKMER-RIBEIRO; LENADRINI, 2010; PAROLIN, 2006, 2008.

#### 4.6. Geoprocessamento e Estatística

O geoprocessamento e a confecção dos mapas apresentados foi realizado no software ArcGis 10.1. Para os mapas de interpolação das frações granulométricas foi utilizado o método *Natural Neighbors* (Sibson 1981). Este método adapta a superfície mais próxima da realidade apresentada pela malha amostral. A aplicação dos pesos é baseada na proporcionalidade entre as áreas cobertas por cada ponto amostral. Este método não infere valores, picos ou qualquer outra feição que não esteja claramente representada pelos pontos amostrais. A superfície interpolada passa obrigatoriamente pelos valores agregados aos pontos amostrais e é extrapolada de acordo com os pesos para as demais regiões.

A análise de correlação entre a frequência de sedimento/palino morfo e a profundidade, bem como entre a concentração de  $\text{CaCO}_3$  e o tamanho do grão foi realizada através de Modelos Lineares. Para tanto, foi efetuada uma análise exploratória dos dados para verificação de outliers. Quando presentes os mesmos foram retirados da análise. Quando necessário foi aplicada a raiz quadrada das variáveis para melhorar o ajuste do modelo. Gráficos de diagnósticos foram avaliados para verificação da qualidade do ajuste.

As análises estatísticas dos dados de granulometria e das análises de correlação foram realizadas através do software livre R (RCORETEAM, 2015). Para os dados sedimentológicos foram utilizados os seguintes pacotes: MASS (VENABLES; RIPLEY, 2002), lattice (SARKAR, 2008), sp (BIVAND; PEBESMA; GOMEZ-RUBIO, 2005), soiltexture (MOEYS, 2014), rysgran (GILBERT; CAMARGO; SANDRINI-NETO, 2014).

A fim de demonstrar a similaridade entre os palinomorfos observados na Lagoa dos Patos e nas 48 amostras coletadas no presente estudo (plataforma continental) foram utilizados dados bibliográficos (ver seção 4.7) para Lagoa dos Patos (MEDEANIC; CORRÊA; WESCHENFELDER, 2007; MEDEANIC, 2006b) e dados não publicados da marisma da Pólvora no estuário da Lagoa dos Patos (DINIZ; CANDIDO; COSTA, em preparação). Para tanto foram empregadas a Análise de Cluster e a DCA (Detrended Correspondence Analysis), ambas efetuadas no software estatístico PAST (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001).

#### 4.7. Dados Bibliográficos

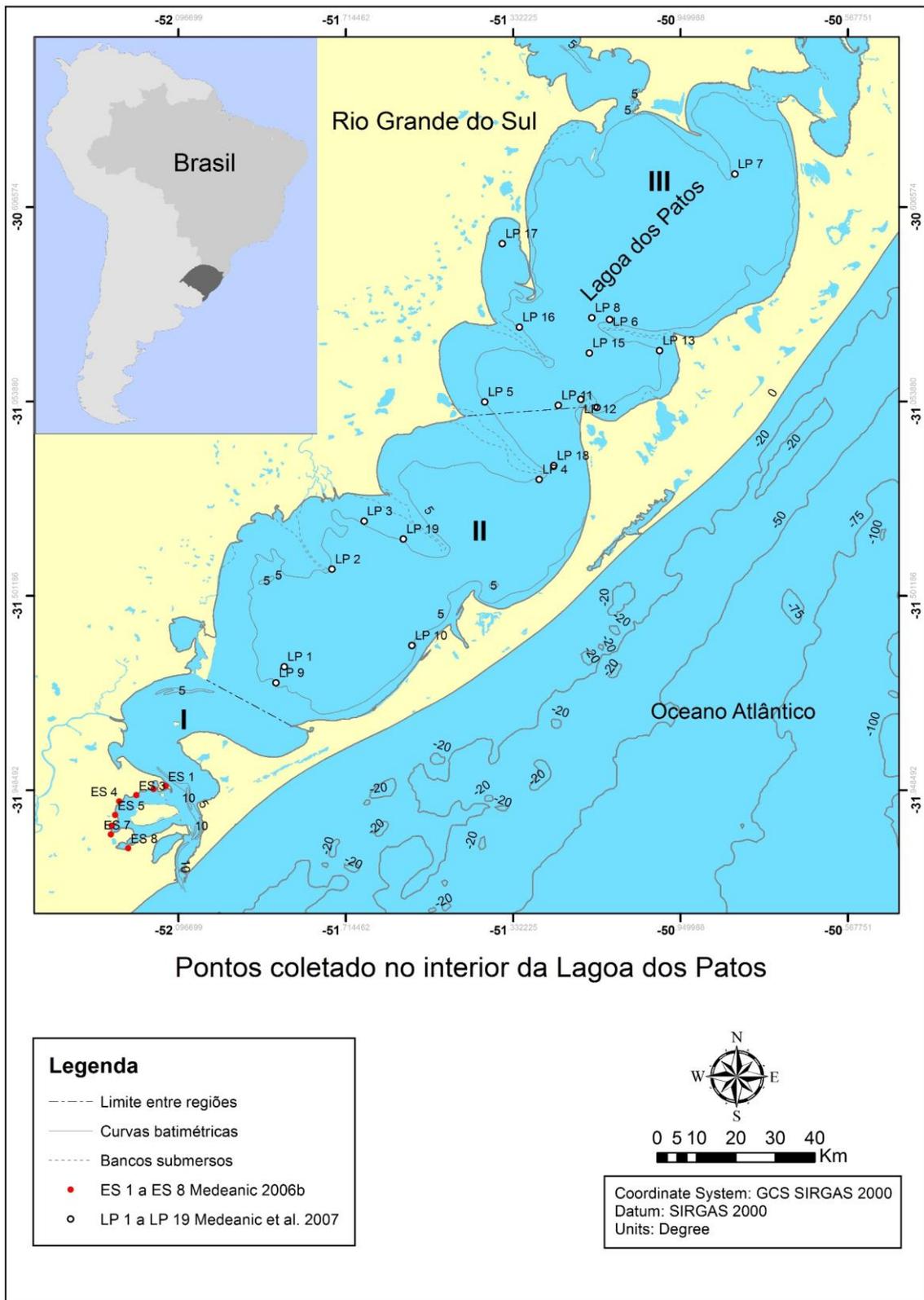
Medeanic (2006b) analisou sedimentos provenientes de marismas entremáres na margem oeste do estuário da Lagoa dos Patos (Figura 8). A autora apontou polens arbóreos com frequências entre 2,2-22,8%, com predominância de *Pinus* e *Arecaceae*, com ocorrências esporádicas de *Alchornea*, *Eucalyptus*, *Caprifoliaceae* e *Lauraceae*. Polens não arbóreos (16,6-60,9%) foram representados principalmente por *Amaranthaceae* (tipo *Blutaparon* e tipo *Chenopodium*), *Asteraceae* (tipo *Senecio*), *Cyperaceae* (vários tipos morfológicos), *Juncaceae* (tipo *Juncus*), *Juncaginaceae* (tipo *Triglochim*), *Fabaceae*, (tipo *Vigna luteola*), *Poaceae* (vários tipos morfológicos), e *Typhaceae* (tipo *Typha*). Esporos de *Bryophyta* (1,1-24%) foram relativamente abundantes e representados por *Anthoceros*, *Phaeoceros* e *Sphagnum*. Esporos de *Pteridophyta* (2,9-13,8%) foram representados por quatro tipos morfológicos principais: monoletes psilado e verrugoso e triletes psilado e verrugoso. Entre as *Pteridophyta* menos frequentes destacaram-se megásporos de *Azolla filiculoides*, *Lophosoria* e *Lycopodiella*. Além das plantas vasculares, algas *Chlorophyta* foram relatadas. *Botryococcus* e *Spirogyra* foram mais frequentes

que *Debarya*, *Mougeotia* e *Zygnema*. Cistos de acritarcos foram representados por *Cymatiosphaera* e *Micrhystridium*, e cistos de Dinophyta por *Operculodinium*. Foraminífera foi raro, assim como esporos de Fungi, representados quase exclusivamente por *Tetraploa*.

Nos sedimentos provenientes das zonas límnicas e pré-límnicas da Lagoa dos Patos Medeanic et al. (2007) (Figura 8) relatou algas Chlorophyta em todos os pontos amostrados, representadas por *Botryococcus*, *Spirogyra*, *Mougeotia*, *Pseudoschizaea* e *Pediastrum*. Polens arbóreos foram raros em praticamente todos os pontos, com exceção das imediações do delta do rio Camaquã, sendo *Pinus* e *Arecaceae* os tipos polínicos mais comuns. Os polens herbáceos foram bastante abundantes e representativos nas amostras. Asteraceae, Amaranthaceae, Cyperaceae, Juncaginaceae e Poaceae foram os mais frequentes em todas as amostras analisadas. A variedade taxonômica também foi maior próximo ao delta do rio Camaquã, com ocorrência mais expressivas de Fabaceae, Brassicaceae, Scrophulariaceae, Solanaceae e Verbenaceae. Esporos de Bryophyta foram mais comuns na margem leste, representados por *Anthoceros* e *Phaeoceros*. Na margem oeste, predominaram os esporos de Pteridophyta, representados por *Alsophyla*, *Blechnum*, *Diksonia*, *Microgramma*, *Dicranoglossum*, Pteridae, *Dryopteris* e *Osmunda*. Os polens e esporos de plantas aquáticas foram raros, representados por *Azolla filiculoides* e Typhaceae. *Polygonum hydropiperoides*, planta que cresce em ambientes de água doce, foi encontrada somente em um ponto. Os palinormorfos de fungos foram representados quase exclusivamente por *Tetraploa*, com ocorrências esporádicas de outros tipos não identificados. Ocorrências de acritarcas,

*Michrystridium* e *Cymatiosphaera*, e Dinophyta foram mais representativas na margem leste da lagoa.

As amostras da marisma da Pólvora fazem parte de um trabalho inédito sobre a distribuição de palinórfos em marismas do estuário da Lagoa dos Patos. Dentre os palinórfos polínicos os mais abundantes foram os herbáceos, representados por Cyperaceae, Poaceae, Amaranthaceae e Asteraceae. Ocorrências menos frequentes de Typhaceae, Apiaceae, Convolvulaceae, Araliaceae e Polygonaceae foram observadas. Os táxons arbóreos mais frequentes foram *Pinus* e *Arecaceae*, seguidos por Melastomataceae, Fabaceae e Betulaceae. Os esporos de Pteridophyta mais frequentes foram *Microgramma*, *Polypodium*, *Blechnum* e *Acrosticum*. Ocorrências subordinadas de Cyatheaceae, Equisetaceae, Lycopodiaceae, Ophioglossaceae e Salviniaceae foram relatadas. Os esporos de Bryophyta foram representados por Phaeoceros, comum, e Anthoceros, raro. Entre os palinórfos não polínicos foram encontrados Fungi (3,2-17%), representado principalmente por Tetraploa, megascleras de Porifera, Foraminifera, Escolecodontes e Ochrophyta, todos com frequências inferiores a 5%.



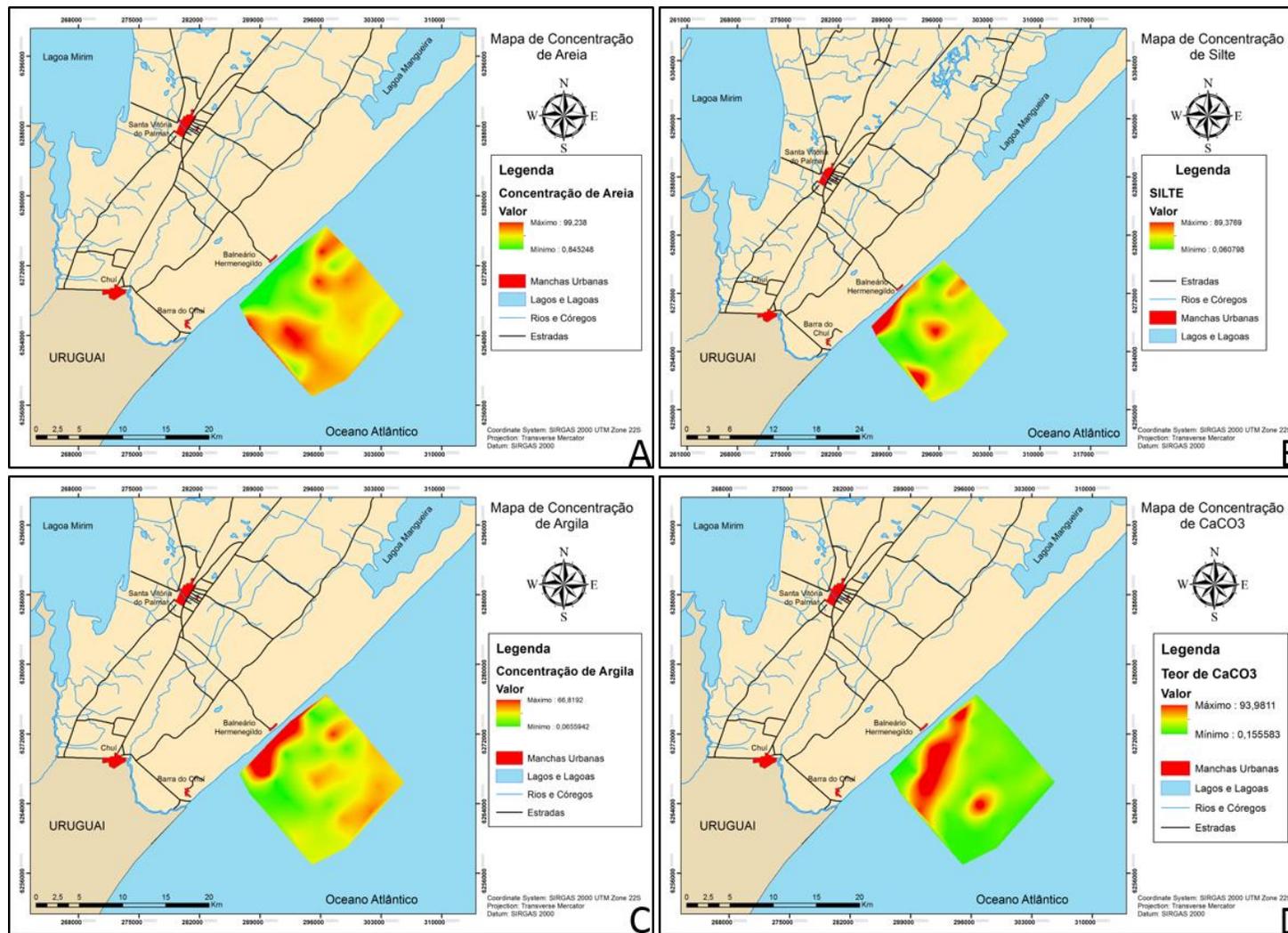
**Figura 8:** Pontos amostrados na zona límnica e estuarina da Lagoa dos Patos. Fonte: Adaptado de Medeanic (2006b) e Medeanic et al. (2007).

## 5. Resultados

---

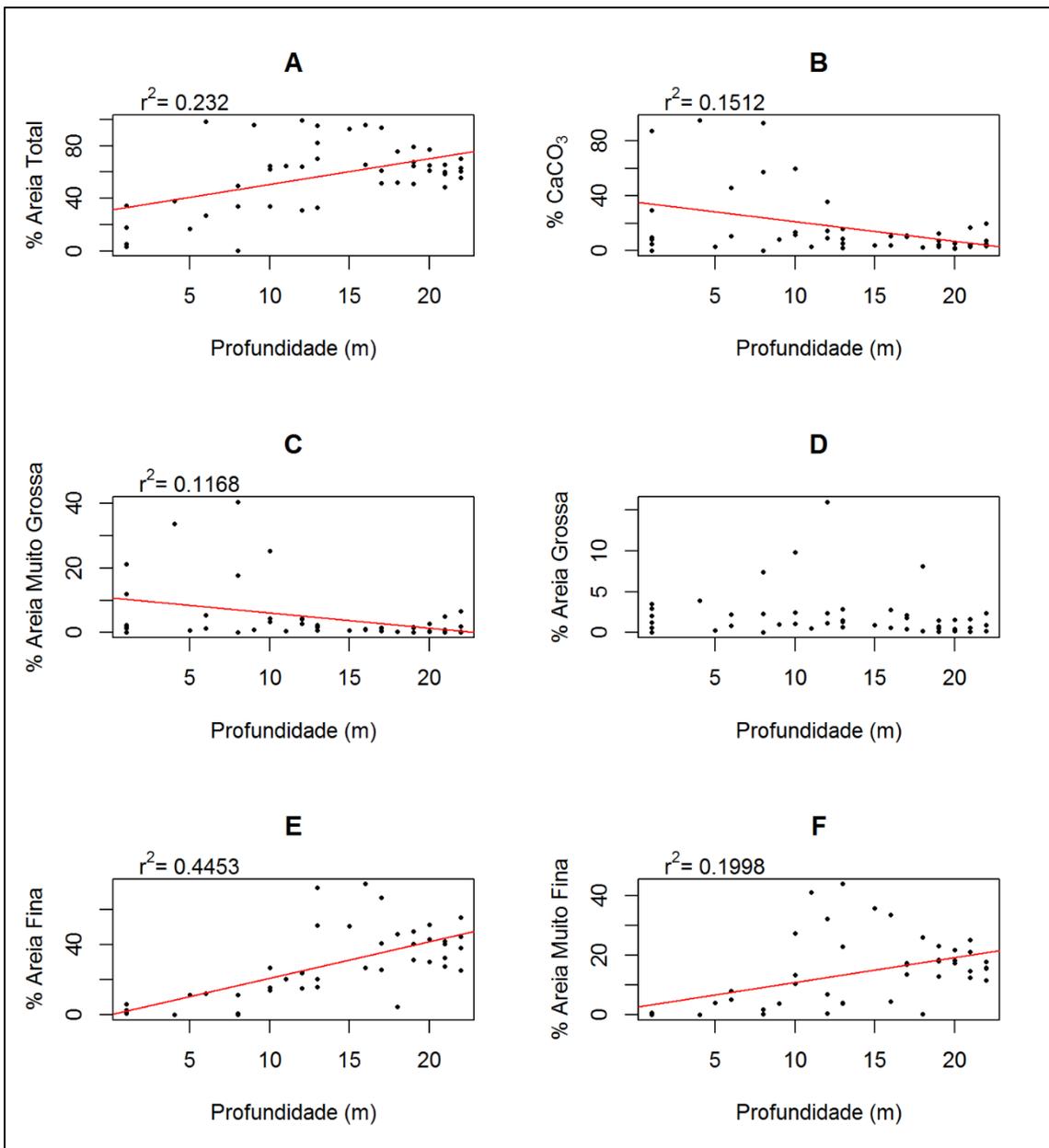
### 5.1. Sedimentologia da Plataforma Continental Interna, Região do Balneário Hermenegildo

A análise das 48 amostras coletadas na região do Balneário Hermenegildo revelou que 62,5% das amostras apresentaram assimetria positiva, 31,2% assimetria negativa e 6,3% apresentaram uma distribuição simétrica. A composição granulométrica predominantemente foi composta por areia fina, silte e argila (Anexo 1 - Tabela 11). De modo geral as amostras apresentaram grãos mal selecionados com aproximadamente 83% das amostras classificadas como pobremente selecionadas, muito pobremente selecionadas ou extremamente mal selecionadas (Anexo 1 - Tabela 11). Em relação à curtose, 47,92% das amostras foram classificadas como leptocúrtica, muito leptocúrtica ou extremamente leptocúrtica, 43,75% como platicúrtica ou muito platicúrtica e 8,33% como mesocúrtica (Anexo 1 - Tabela 11). Através do processo de interpolação realizada para as três principais classes granulométricas (areia, silte e argila) e  $\text{CaCO}_3$ , a areia apresentou uma distribuição mais homogênea ao longo da área de estudo, enquanto que o silte, a argila e o  $\text{CaCO}_3$  apresentaram áreas com altas concentrações (Figura 9).



**Figura 9:** Distribuição das frações granulométricas obtidas por interpolações na área de estudo. A: areia; B: silte; C: argila; D: CaCO<sub>3</sub>.

Na Figura 10 (A e B) são apresentados os gráficos de correlação entre a frequência de Areia Total e  $\text{CaCO}_3$  com a profundidade. Através dessas figuras é possível observar que a areia apresentou uma correlação positiva com a profundidade (Tabela 6), enquanto que  $\text{CaCO}_3$  apresentou uma correlação negativa. Para as demais classes (silte e argila) não houve correlação estatisticamente significativa (Tabela 6).



**Figura 10:** Correlação linear entre Areia Total (A),  $\text{CaCO}_3$  (B), Areia Muito Grossa (C), Areia Fina (D) e Areia Muito Fina (E) com a profundidade.  $r^2$ = variabilidade explicada pela profundidade.

Considerando as diferentes classes de areia, a areia muito grossa apresentou correlação negativa com a profundidade (Figura 10 C) enquanto que areia fina e muito fina apresentaram uma correlação positiva (Figura 10 D e E, Tabela 6). Para areia média e areia grossa não houve correlação estatisticamente significativa (Tabela 6).

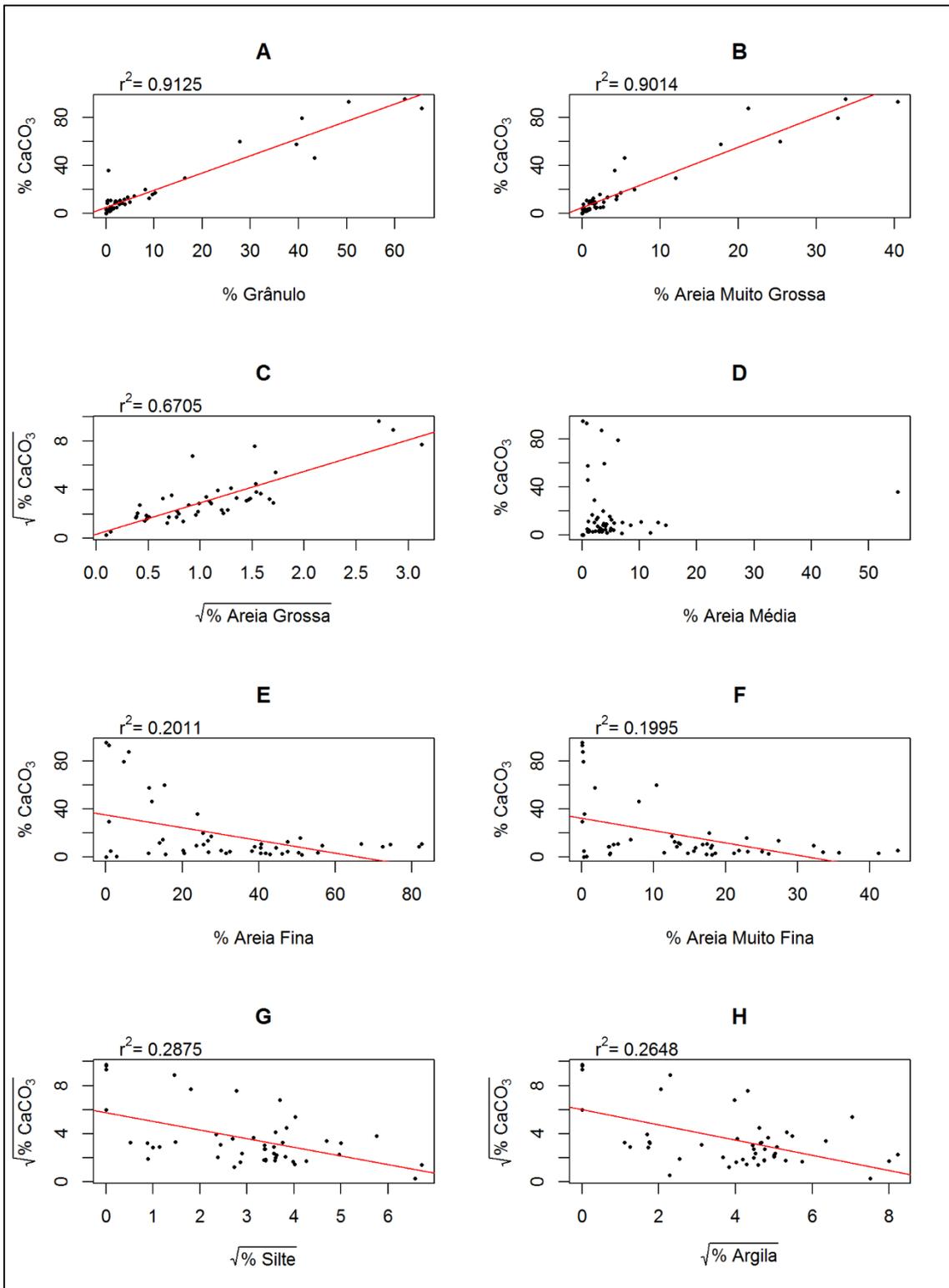
**Tabela 6:** Parâmetros estatísticos das correlações lineares para os dados granulométricos. Prof.: profundidade; CaCO<sub>3</sub>: carbonato de cálcio; p-valor: significância estatística; r<sup>2</sup>: variabilidade explicada.

Correlação	p-valor	r <sup>2</sup>
Grânulo x prof.	0,0088	0,1212
Areia Total x prof.	0,0004	0,232
Areia Muito Grossa x prof.	0,0107	0,1168
Areia Grossa x prof.	0,2615	-
Areia Média x prof.	0,6486	-
Areia Fina x prof.	4.54x10 <sup>-7</sup>	0,4453
Areia Muito Fina x prof.	0,0010	0,1998
Silte x Prof.	0,1838	-
Argila x prof.	0,5487	-
CaCO <sub>3</sub> x Prof.	0,004	0,1512

A análise da concentração de CaCO<sub>3</sub> em relação a frequência das classes granulométrica mostrou uma correlação positiva com grânulos, areia muito grossa e grossa e uma correlação negativa com areia fina, areia muito fina silte e argila (Figura 11). A areia média foi a única classe que não apresentou correlação estatisticamente significativa (Tabela 7).

**Tabela 7:** Parâmetros estatísticos das correlações lineares para os dados de CaCO<sub>3</sub>. CaCO<sub>3</sub>: carbonato de cálcio; p-valor: significância estatística; r<sup>2</sup>: variabilidade explicada.

Correlação	p-valor	r <sup>2</sup>
CaCO <sub>3</sub> x Grânulo	2,2x10 <sup>-16</sup>	0,9125
CaCO <sub>3</sub> x Areia Total	0,2008	-
CaCO <sub>3</sub> x Areia Muito Grossa	2,2x10 <sup>-16</sup>	0,9014
CaCO <sub>3</sub> x Areia Grossa	3,81x10 <sup>-12</sup>	0,6705
CaCO <sub>3</sub> x Areia Média	0,8945	-
CaCO <sub>3</sub> x Areia Fina	0,0008	0,2011
CaCO <sub>3</sub> x Areia Muito Fina	0,0008	0,1995
CaCO <sub>3</sub> x Silte	6,11x10 <sup>-5</sup>	0,2875
CaCO <sub>3</sub> x Argila	0,0001	0,2648



**Figura 11:** Correlação linear entre as classes de areia com CaCO<sub>3</sub>. Em A, grânulo; em B, Areia muito grossa; em C, areia grossa; em D, areia média; em E, areia fina; em F, areia muito fina; em G, silte e em H, argila.  $r^2$  = variabilidade explicada pela granulometria.

## 5.2. Distribuição e Proveniência dos Palinomorfos da Plataforma Continental Interna, Região do Balneário Hermenegildo

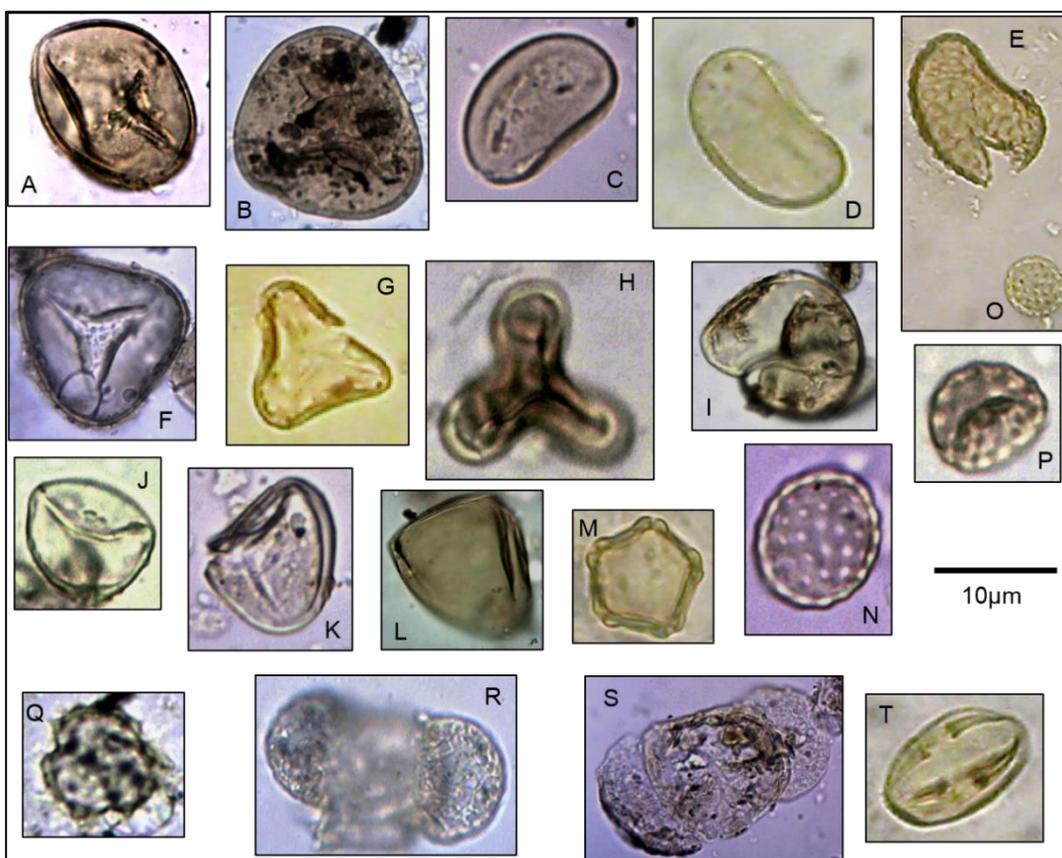
### 5.2.1. Actuopalynologia

A análise das amostras superficiais na região do Balneário Hermenegildo mostrou uma grande diversidade de palinomorfos incluindo 44 táxons de plantas, 5 táxons de algas, além de Foraminifera, Porifera, Ochrophyta, Fungi e Escolecodontes (Anexo 2 - Tabela 12).

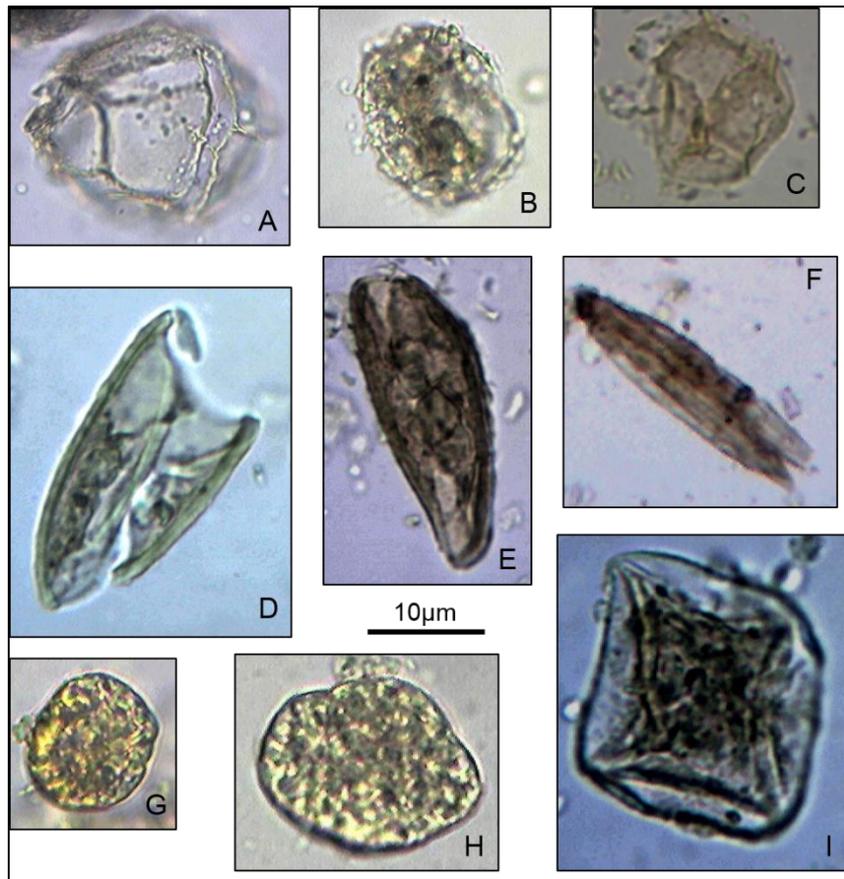
Entre as plantas foram identificadas as quatro Divisões: Bryophyta, Pteridophyta, Gymnospermae e Angiospermae. Uma única família de Bryophyta foi identificada, Anthocerothaceae, representada pelos gêneros *Anthoceros* e *Phaeoceros*. As Pteridophyta foram representadas por 8 famílias e 10 gêneros, sendo elas: Blechnaceae (*Blechnum*), Cyatheaceae (*Alsophila*), Equisetaceae (*Equisetum*), Lycopodiaceae (*Huperzia*), Ophioglossaceae (*Botrychium* e *Ophioglossum*), Osmundaceae (*Osmunda*), Polypodiaceae (*Microgramma* e *Polypodium*), Pteridaceae (*Acrosticum*). Gymnospermae foi representadas somente pela família Pinaceae, gênero *Pinus*. Angiospermae apresentou a maior diversidade de famílias (11) e gêneros (32). A diversidade desse grupo esteve representada por: Amaranthaceae (*Alternanthera*, *Amaranthus*, *Blutarpa*, *Chenopodium*, *Salicornia*, *Sarcocornia* e não diferenciado); Arecaceae (*Syagrus* e não diferenciado); Asteraceae (*Baccharis*, *Pteurocaulon*, *Senecio* e não diferenciado); Betulaceae (*Alnus*); Cyperaceae (*Androthrycum*, *Cyperus*, *Eleocharis*, *Scirpus* e não diferenciado); Fabaceae (*Erythrina* e não diferenciado); Melastomataceae (*Leandra* e não diferenciado); Poaceae (*Andropogon*, *Cynodon*, *Oryza*, *Panicum*, *Paspalum*, *Spartina*, *Zea* e não diferenciado); Typhaceae (*Typha*) e Verbenaceae (*Lantana* e não diferenciado)

(Prancha 1). Em muitos casos a identificação em nível de gênero não foi possível devido a semelhança entre os grãos de pólen, ao estado de preservação e ao posicionamento na lâmina ocultando algumas características diagnósticas.

Os palinomorfos não polínicos de algas foram representados por Charophyta (*Debarya* e *Spirogyra*), Chlorophyta (*Botryococcus*), Incertae sedis (*Pseudoschizaea*) e Dinophyta (Prancha 2). Os demais palinomorfos não polínicos incluíram Foraminifera (camada de quitina interna à teca), Fungi (esporos e hifas), Porifera (megascleras) e Escolecodontes (peças bucais desarticuladas) (Prancha 3). Devido à dificuldade de identificação dos palinomorfos de Fungi foi utilizada a denominação TM (Tipo Morfológico) I, II, III e IV (Prancha 3). As únicas exceções foram *Tetraploa* e *Glomus*, que possuem claros caracteres diagnósticos.



**Prancha 1:** Palinomorfos polínicos encontrados nas amostras da plataforma continental. A-B: *Phaeoceros*. C-D: *Blechnum*; E: *Microgramma*; F: *Acrosticum*; G-H: *Alsophila*; I-J: Poaceae; K-L: Cyperaceae; M: *Alnus*; N-P Amaranthaceae; Q: *Asteraceae*; R-S: *Pinus*; T: *Arecaceae*.



**Prancha 2:** Algas encontradas nas amostras da plataforma continental. A-C: Dinophyta. D-F: *Spirogyra*; G-H: *Botryococcus*; I: *Debarya*.

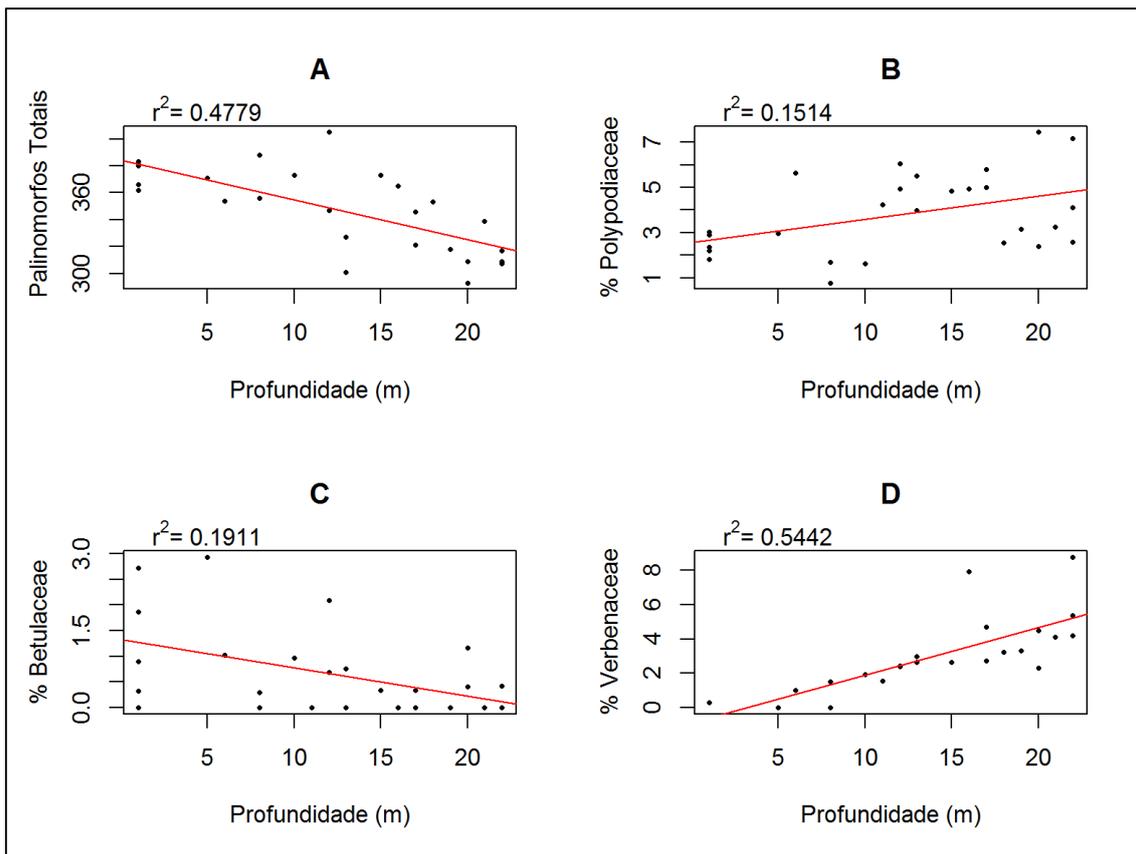


**Prancha 3:** Palinomorfos não polínicos. A-F: Escolecodontes; G e I: Fungi não identificados; H: *Glomus*; J: *Tetraploa*; K-L: Porifera; M-N Foraminifera. Escala 15µm.

A concentração total de palinórfos apresentou uma correlação linear positiva com a profundidade, enquanto a distribuição de Palinórfos Mal Preservados não apresentou correlação com a profundidade (Figura 12; Tabela 8).

Os táxons de Bryophyta (Anthoceros e Phaeoceros) apresentaram uma baixa representatividade atingindo uma frequência máxima de 2% para Phaeoceros e 1,6% para Anthoceros. Para ambos os táxons não houve correlação estatisticamente significativa com a profundidade (Tabela 8).

Pteridophyta foi registrada em todos os pontos de coleta, chegando a atingir 17% do total de palinórfos. Dentro dessa divisão, a família Polypodiaceae foi encontrada em todas as amostras com frequências variando entre 0,7% e 7,4%. Blechnaceae, a segunda família mais importante, ocorreu em 78,5% das amostras, com frequências alcançando 3,6%. As demais famílias não apresentaram frequências expressivas, atingindo no máximo 2,9%. Essas famílias estiveram ausentes em grande parte das amostras, sendo Equisetaceae a família com menor ocorrência. Dentre as Pteridophyta, Polypodiaceae foi a única que apresentou correlação estatisticamente significativa com a profundidade (Figura 12: – A; Tabela 8).



**Figura 12:** Correlação linear entre palinomorfos e profundidade. A: Palinomorfos Totais; B: Polypodiaceae; C: Betulaceae; D: Verbenaceae.  $r^2$ = variabilidade explicada pela profundidade.

**Tabela 8:** Parâmetros estatísticos das correlações lineares entre os táxons de palinomorfos polínicos e a profundidade. Prof.: profundidade; p-valor: significância;  $r^2$ : variabilidade explicada.

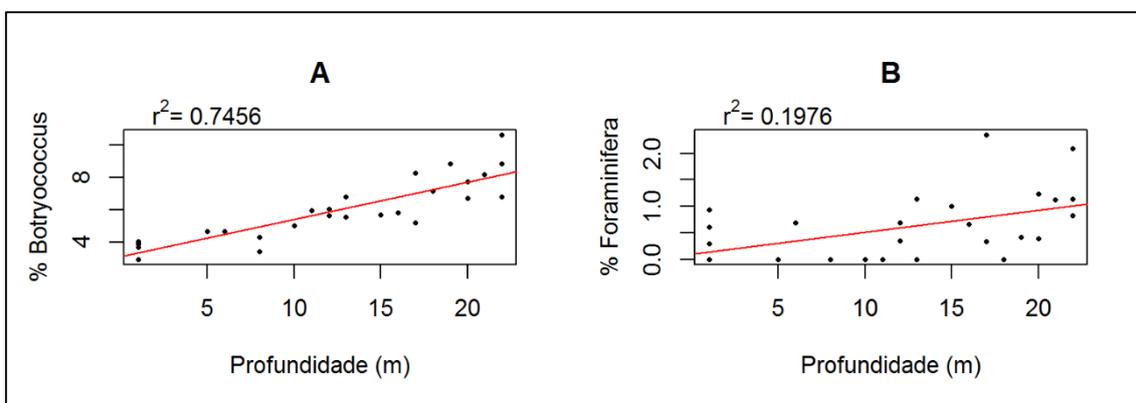
Correlação	p-valor	$r^2$
Palinomorfos totais x prof.	$5,534 \times 10^{-5}$	0,4779
Palinomorfos mal preservados x prof.	0,05674	-
Bryophyta x prof.	0,3901	-
<i>Anthoceros</i> x prof.	0,3169	-
<i>Phaeoceros</i> x prof.	0,6373	-
Pteridophyta x prof.	0,5149	-
Blechnaceae x prof.	0,3903	-
Cyatheaceae x prof.	0,3114	-
Ophioglossaceae x prof.	0,2471	-
Lycopodiaceae x prof.	0,3666	-
Osmundaceae x prof.	0,36	-
Polypodiaceae x prof.	0,0255	0,1514
Pteridaceae x prof.	0,6282	-
Gymnospermae x prof.	0,0788	-
Angiospermae x prof.	0,6736	-
Amaranthaceae x prof.	0,1144	-
Arecaceae x prof.	0,1619	-
Asteraceae x prof.	0,6454	-
Betulaceae x prof.	0,01474	0,1911
Cyperaceae x prof.	0,7836	-
Fabaceae x prof.	0,1498	-
Melastomataceae	0,8275	-
Poaceae	0,5293	-
Typhaceae	0,0541	-
Verbenaceae	$3,56 \times 10^{-5}$	0,5442

Angiospermae, assim como as Pteridophyta, estiveram presentes em todas as amostras com sua frequência variando entre 59,5% e 81,2%. A família Poaceae esteve presente em todas as amostras, superando a segunda família mais abundante, Cyperaceae, em pelo menos 50% (Tabela 9). Na amostra PA432 a concentração de Poaceae chegou a ser 3,4 vezes maior que Cyperaceae. Outras famílias que apresentaram concentrações elevadas foram Asteraceae e Amaranthaceae (Tabela 9). Para Angiospermae total não houve correlação estatisticamente significativa com a profundidade (Tabela 8). As únicas famílias que apresentaram correlação foram àquelas com menor frequência, Verbenaceae (variando 0 – 8,8%) e Betulaceae (variando 0 – 4,6%) (Tabela 8, Figura 12 – B, C e D).

A única alga presente em todos os pontos foi *Botryococcus*, com sua concentração variando entre 2,9% e 10,6%. *Spirogyra* esteve presente em 84,6% das amostras, chegando a representar 3,9% dos palinomorfos totais. *Debarya*, *Pseudoschizaea* e Dinophyta atingiram no máximo 1,8%, 1,6% e 2%, respectivamente. Somente *Botryococcus* apresentou correlação estatisticamente significativa com a profundidade (Tabela 10; Figura 13).

**Tabela 9:** Relação percentual entre o conteúdo de Poaceae, Cyperaceae, Amaranthaceae C/A nas amostras. O quociente Poaceae/Cyperaceae (P/C) indica a predominância significativa de uma sobre a outra.

Amostra	% Poaceae	% Cyperaceae	%Amaranthaceae	%Asteraceae	P/C
PA409	58,78	22,90	14,29	0	2,57
PA410	50,91	17,27	8,76	3,93	2,95
PA411	45,99	19,25	8,93	8,93	2,39
PA412	41,79	18,41	11,71	11,11	2,27
PA413	31,16	15,81	9,97	4,83	1,97
PA414	39,18	19,07	9,21	14,14	2,05
PA415	39,18	19,07	12,88	8,14	2,05
PA416	37,56	16,43	13,68	12,70	2,28
PA417	30,99	12,28	7,22	13,06	2,52
PA418	30,81	11,35	10,29	4,50	2,71
PA419	34,78	16,30	4,71	10,77	2,13
PA420	24,54	20,85	10,65	5,70	1,18
PA421	37,57	21,39	7,85	4,44	1,76
PA422	30,89	13,61	4,32	9,97	2,27
PA423	28,57	12,32	4,95	10,89	2,32
PA424	31,58	11,18	14,66	10,99	2,82
PA425	37,89	20,50	4,18	12,20	1,85
PA426	35,03	19,75	5,45	3,11	1,77
PA427	32,48	17,20	5,32	9,13	1,8
PA428	15,42	8,96	6,47	14,43	1,72
PA429	33,54	13,29	8,99	9,71	2,52
PA430	38,15	22,54	8,61	6,97	1,69
PA431	36,09	24,26	12,73	11,24	1,49
PA432	44,44	12,96	10,59	12,16	3,43
PA433	33,33	19,05	12,97	7,53	1,75
PA435	43,57	20,71	13,33	7,92	2,10
PA436	27,46	14,08	4,55	13,22	1,95



**Figura 13:** Correlação entre palinórfos não polínicos e profundidade. A: Botryococcus; B: Foraminifera.  $r^2$ = variabilidade explicada pela profundidade.

Espículas de Porifera e Foraminifera atingiram uma frequência máxima de 11,15% e 2,35%, respectivamente. Escolecodontes ocorreram em 96,4% das amostras, atingindo uma concentração máxima de 7,5%. Fungi, presente em 85,7% das amostras, alcançou concentração máxima de 10,9%. Ochrophyta, mais comumente conhecido como silicoflagelados, ocorreram em 74% das amostras, atingindo no máximo 3% de frequência. Tanto para Porifera quanto Foraminifera houve correlação estatisticamente significativa (Tabela 10, Figura 13).

**Tabela 10:** Parâmetros estatísticos das correlações lineares entre os táxons de palinórfos não-polinícos e a profundidade. Prof.: profundidade; p-valor: significância estatística; r<sup>2</sup>: variabilidade explicada.

Correlação	p-valor	r <sup>2</sup>
<b>Chlorophyta</b>		
<i>Botryococcus</i> x prof.	4,08x10 <sup>-9</sup>	0,7456
<b>Charophyta</b>		
<i>Debarya</i> x prof.	0,6675	-
<i>Spirogyra</i> x prof.	0,1314	-
<b>Incertae sedis</b>		
<i>Pseudoschizaea</i> x prof.	0,368	-
<b>Dinophyta x prof.</b>	0,0907	-
<b>Espículas de Porifera x prof.</b>	0,0718	-
<b>Foraminifera x prof.</b>	0,01167	0,1976
<b>Escolecodontes</b>	0,5474	-
<b>Fungi x prof.</b>	0,1295	-
<b>Ochrophyta x prof.</b>	0,2266	-

### 5.2.2. Análise de Cluster (Cluster Analysis)

A Análise de Cluster incluindo todos os táxons de palinórfos separou os dados em 5 Agrupamentos (Figura 14, Figura 15 e Figura 16). O Agrupamento I foi formado por amostras provenientes das regiões límnic e estuarina da Lagoa dos Patos. Entre Angiospermae os táxons predominantes foram Poaceae (máx.: 28,4%; min.: 10,5%), Cyperaceae (máx.: 13,1%; min.: 6,3%), Asteraceae (máx.: 18,4%; min.: 2,1%) e Amaranthaceae (máx.: 15,9%; min.: 4,2%). Em menores quantidades destacaram-se Arecaceae e Juncaginaceae (Figura 15). Em relação a Gymnospermae, Pinaceae apresentou uma forte distribuição, variando

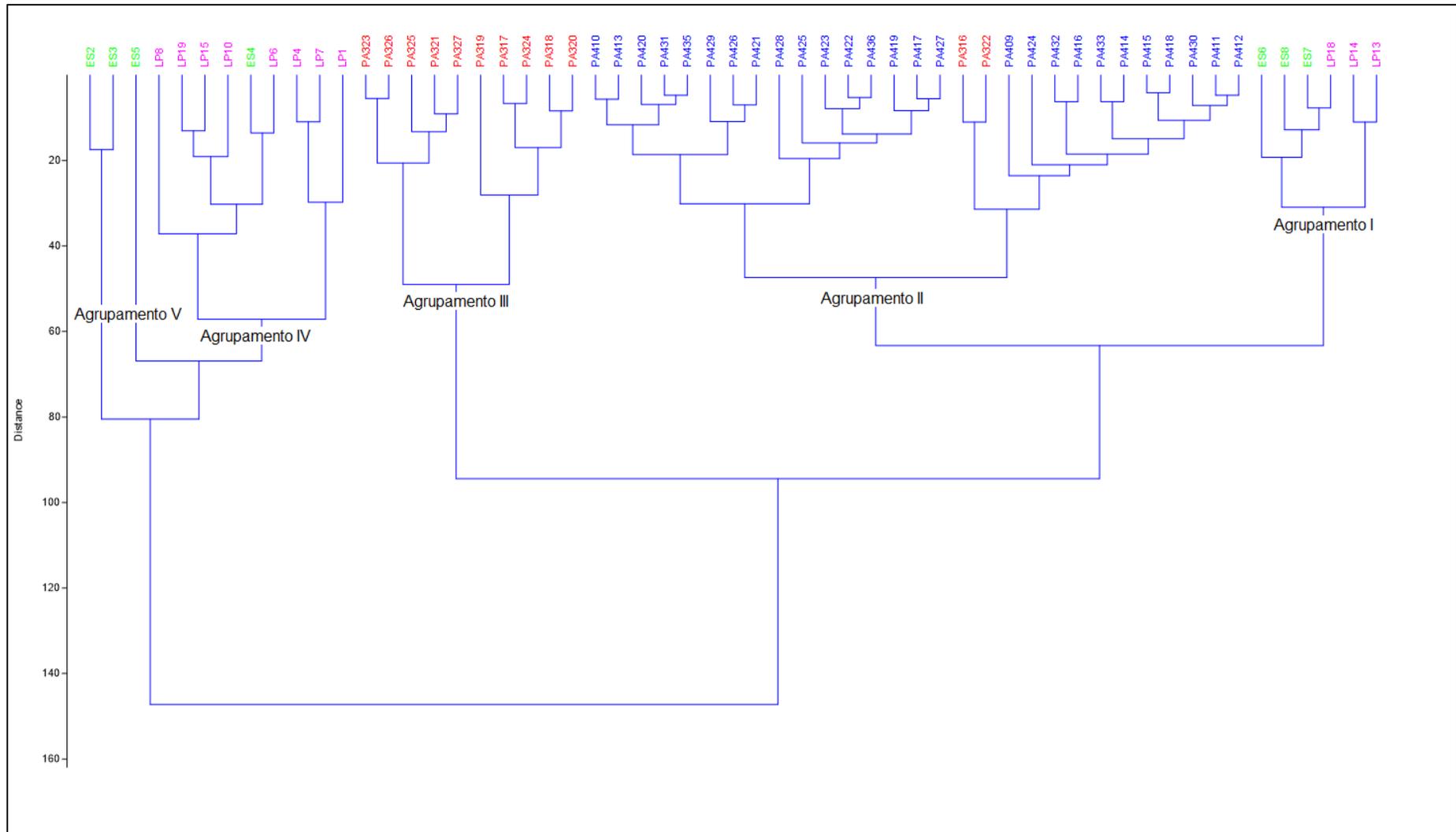
entre 2,8 e 12,5%. Entre os esporos, destacaram-se Anthocerothaceae (máx.: 10,6%; min.: 3,8%), Polypodiaceae (máx.: 5%; min.: 0%) e Salvinaceae (máx.: 4,2%; min.: 0%). Entre os palinómorfos não-polínicos (PNP), as algas Chlorophyta (máx.: 15,9%; min.: 5,3%), Charophyta (máx.: 7,1%; min.: 0%) e Dinophyta (máx.: 5,3%; min.: 0%) foram as mais representativas. A ocorrência de fungos foi restrita as amostras estuarinas (ES7, ES8 e ES6).

O Agrupamento II englobou todos os pontos localizados na plataforma continental, além de dois da marisma da Pólvora (PA322 e PA316). Poaceae apresentou uma predominância hegemônica sobre todos os palinómorfos (máx.: 22,7%; min.: 10,2%), seguida por Cyperaceae (máx.: 16% min.: 5,9%), Amaranthaceae (máx.: 16,7%; min.: 3,4%) e Asteraceae (máx.: 11,5%; min.: 0%). Ainda entre Angiospermae, Arecaceae, Fabaceae, Melastomataceae e Verbenaceae apresentam ocorrências relevantes (Figura 15). Nesse Agrupamento os esporos apresentaram uma grande diversidade de família, sendo Polypodiaceae (máx.: 7,7%; min.: 0,8%) a família mais importante, seguida por Blechnaceae e Cyatheaceae (Figura 15). Entre os PNP, Chlorophyta (máx.: 10,6%; min.: 3,2%) foi a mais representativa, seguida por Fungi, Porifera e Escolecodontes (Figura 15). Ressalta-se a ocorrência, mesmo que esporádica de Ochrophyta, chegando a representar 2,4% na amostra PA431.

O Agrupamento III englobou somente amostras localizadas na marisma da Pólvora. Este grupo foi caracterizado pela grande concentração de Cyperaceae (máx.: 32,9%; min.: 13,1%), Amaranthaceae (máx.: 27,1%; min.: 5,7%), além de Poaceae (máx.: 25,8%; min.: 7,5%). Outras famílias importantes foram Asteraceae e Melastomataceae (Figura 15). Assim como os Agrupamentos anteriores, a Gymnospermae Pinaceae também atingiu altos

valores de frequência (máx.: 12,1%; min.: 5,1%). Entre as oito famílias de Pteridophyta presente nas amostras, nenhuma delas apresentou uma clara predominância (Figura 15). Em relação aos PNP, Fungi (máx.:18,4%; min.: 3,5%) e algas Chlorophyta (máx.:18,1%; min.:2%) foram os mais representativos.

O Agrupamento IV também foi formado por amostras das regiões límnic e estuarina da Lagoa dos Patos. Este grupo apresentou uma clara predominância de Poaceae (máx.: 35,9%; min.: 4,7%) e Amaranthaceae (máx.: 22,8%; min.: 9,1%), seguida por Cyperaceae, Asteraceae e Fabaceae (Figura 15). Apesar da ausência de Pinaceae em algumas amostras, quando presente, atingiu frequência máxima de 23%. Entre os esporos destacou-se a ocorrência de Anthocerothaceae (máx.: 10,5%; min.: 0%), seguida por Polypodiaceae (máx.: 3,7%; min.: 0%) e Lycopodiaceae (máx.: 2,6%; min.: 0%). Entre os PNP Chlorophyta se destacou novamente (máx.: 60,7%; min.: 23%), seguida por Charophyta (máx.: 6%; min.: 0%) e Dinophyta (máx.: 8,6%; min.: 0%).



**Figura 14:** Cinco Agrupamentos definidos pela Análise de Cluster sem restrição.

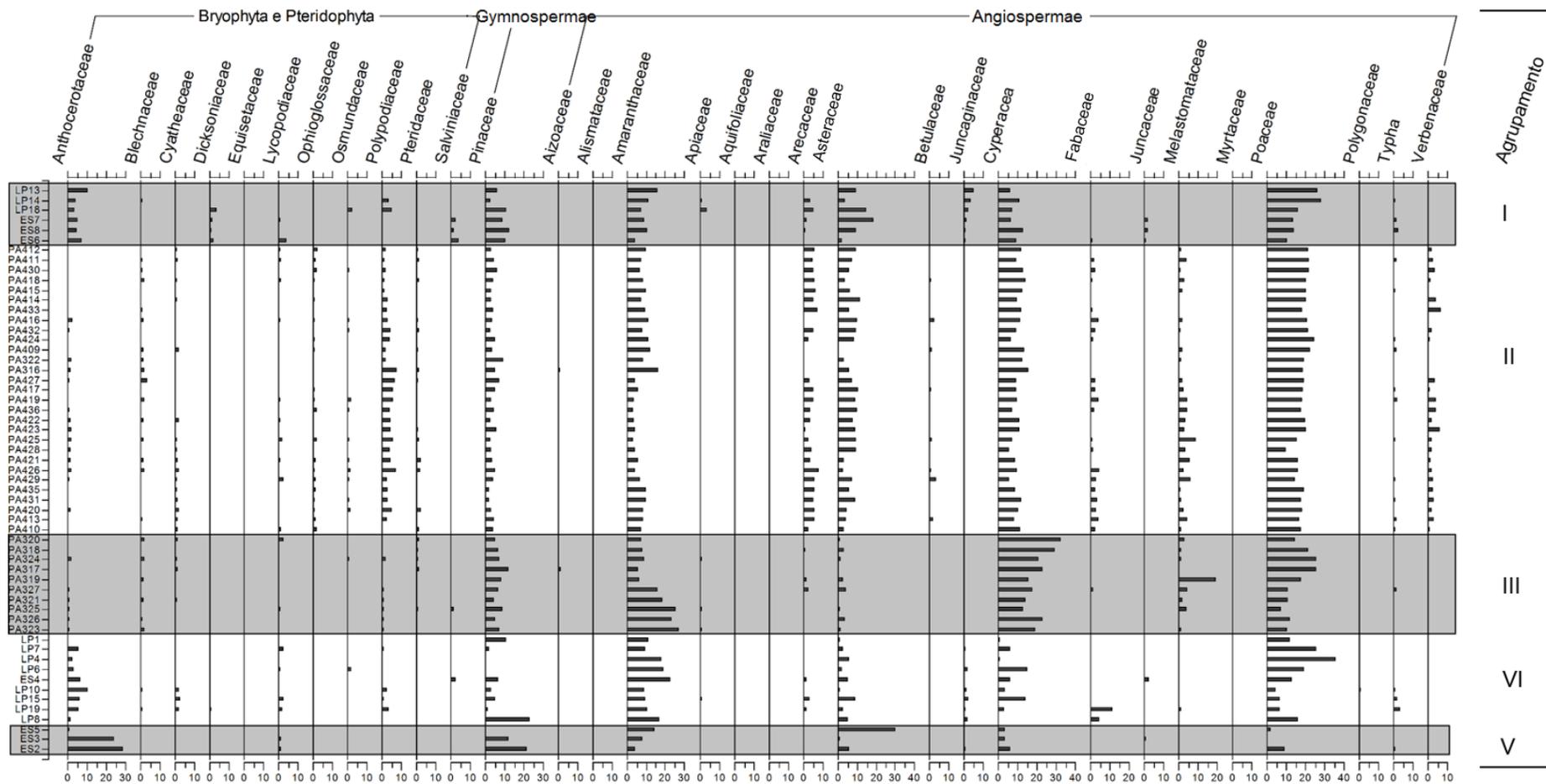
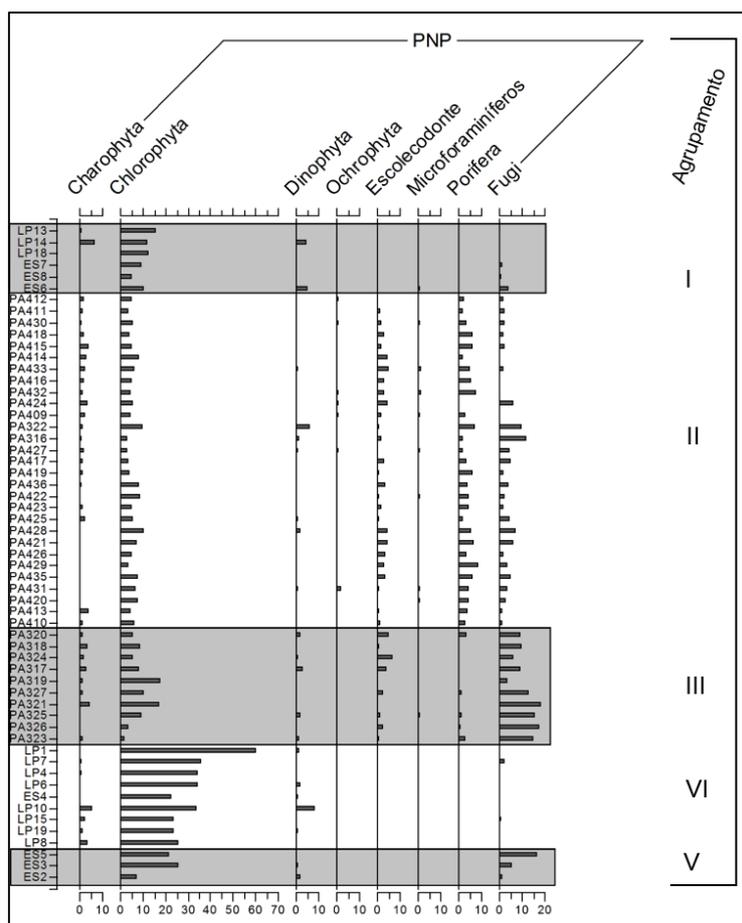


Figura 15: Distribuição dos palinomorfos polínicos identificados de acordo com o resultado da Análise de Cluster.



**Figura 16:** distribuição dos palinomorfos não polínicos (PNP) de acordo com o resultado da Análise de Cluster.

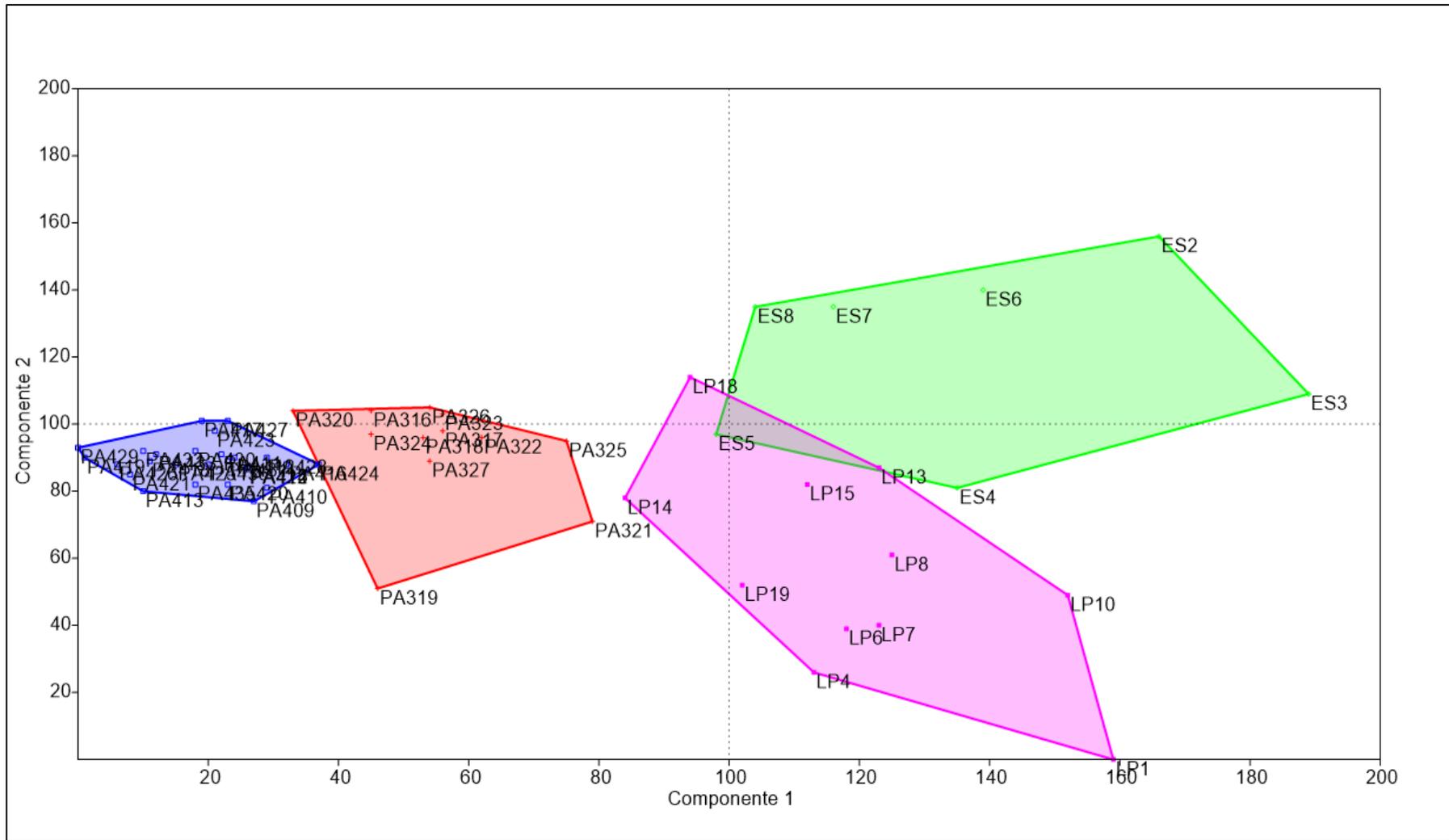
O último Agrupamento, V, foi representado por somente três amostras (ES05, ES03 e ES02). Através da Figura 14 observou-se que a amostra ES05 foi a que mais se diferenciou dentre essas três. Ela foi caracterizada pela grande predominância de Asteraceae (30,5%), seguida por Amaranthaceae (14,4%) e Cyperaceae (3,6%). Essa amostra foi marcada pela ausência de Pinaceae e baixa representatividade de esporos. Entre os PNP Chlorophyta (21,7%) e Fungi (17,1%) foram as mais representativas. Em relação as outras duas amostras, a distribuição de pólen foi dominada por Poaceae (máx.: 9,3%; min.: 0,4%), seguida por Amaranthaceae (máx.: 7,9%; min.: 4,4%) e Cyperaceae (máx.: 6,5%; min.: 3,5%). Em ambas as amostras os valores de Pinaceae foram altos (máx.: 21,4%; min.: 12,2%). Entre os esporos destacou-se Anthocerothaceae (máx.: 28,7%; min.: 24%), seguida por Lycopodiaceae (máx.: 1,8%; min.: 1,4%). Semelhante a

primeira amostra, os PNP também foram dominados por Chlorophyta (máx.: 26,2%; min.: 7,3%) e Fungi (máx.: 5,7%; min.: 1,8%).

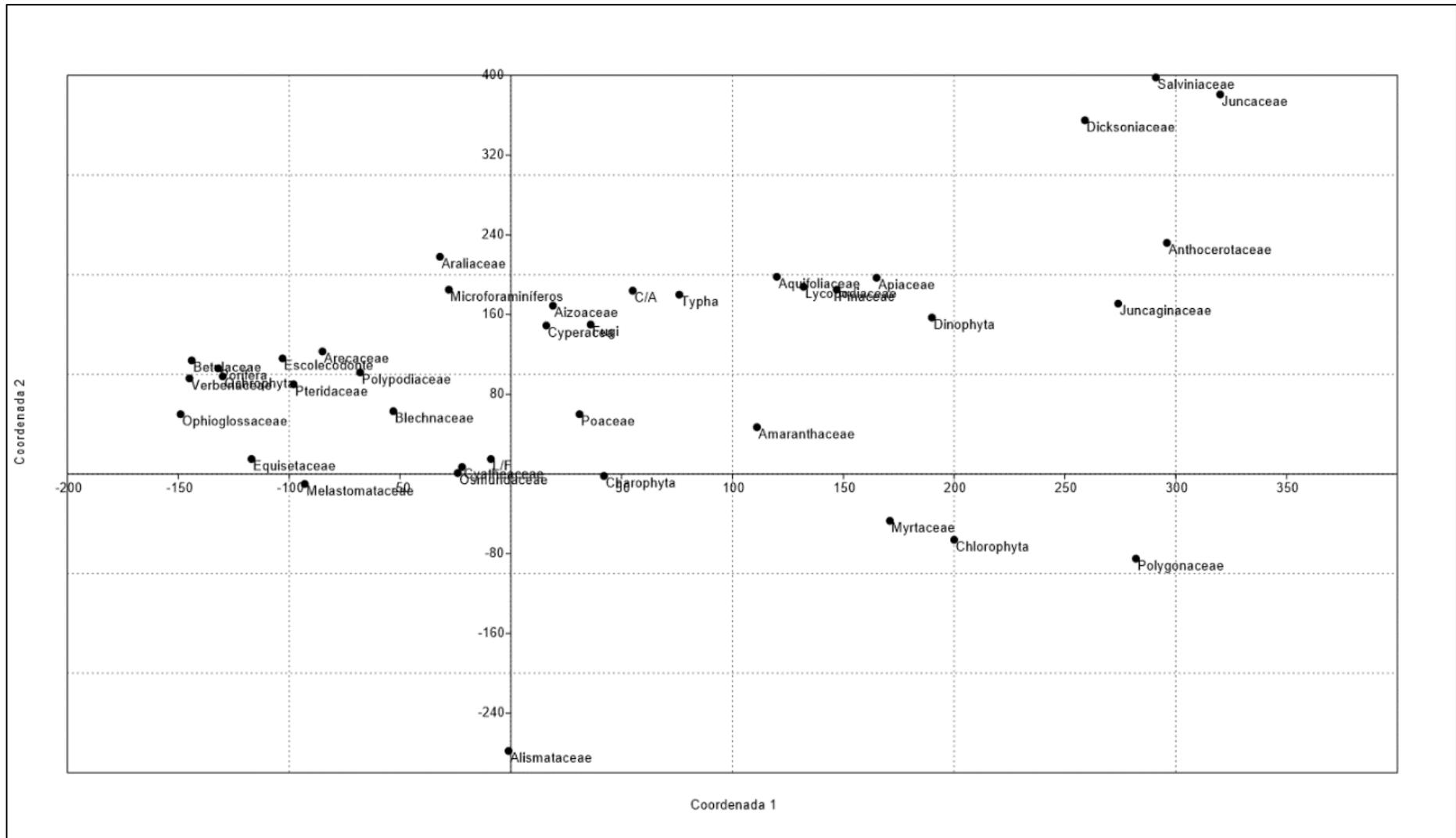
### 5.2.3. DCA (Detrended Correspondence Analysis)

Os resultados da análise de ordenação DCA estão apresentados nas Figura 17 e Figura 18. A ordenação feita por amostra separou quatro grupos distintos, condizentes com a distribuição geográfica das mesmas. O primeiro grupo, marcado pela cor verde, compreendeu as amostras de Medeanic (2006b), o segundo, na cor rosa, os dados de Medeanic et al. (2007), ambas localizadas na Lagoa dos Patos. O terceiro grupo, em vermelho, englobou as amostras da marisma da Pólvora e o quarto grupo, em azul, compreendeu as amostras do Balneário Hermenegildo. A Componente 1 explicou 25,44% e a Componente 2 explicou 8,79% da variabilidade dos dados.

O gradiente de distribuição das amostras foi evidenciado pela componente 1 (Figura 17). As amostras provenientes da Lagoa dos Patos posicionaram-se na extrema direita desta componente, enquanto as amostras da marisma da Pólvora e do Balneário Hermenegildo gradaram para a esquerda. Pela componente 2 não foi possível detectar um padrão de associação entre as amostras.



**Figura 17:** Resultado da ordenação DCA de acordo com as 57 amostras superficiais. Em verde, amostras de Medeanic (2006a), em rosa de Medeanic et al. (2007), em vermelho da marisma da Pólvora e em azul da plataforma continental.



**Figura 18:** Resultado da ordenação DCA de acordo com os 39 táxons identificados.

Já a DCA por táxon, (Figura 18) sugeriu algumas associações florísticas. Poaceae e Cyperaceae, dois dos mais frequentes táxons, amplamente distribuídos em todas as UPN costeiras não apresentaram diferença pela Componente 1 e pouca variabilidade pela Componente 2. Asteraceae e Amaranthaceae, que completam a lista dos mais abundante, também foram posicionados no mesmo quadrante, com uma diferença um pouco maior. Destacou-se a oposição entre dois indicadores marinhos, Microforaminíferos e Dinophyta, apontada pela Coordenada 1. Os esporos de Anthocerothaceae apresentaram distribuição semelhante a outras famílias hidrófilas e higrófitas, como Dicksoniaceae, Salvinaceae e Juncaginaceae. Os principais táxons arbóreos (Melastomataceae, Betulaceae, Arecaceae e Verbenaceae) apresentaram-se agrupados, tanto pela Componente 1 quanto pela componente 2, muito próximo a Polypodiaceae.

## 6. Discussões

---

A plataforma continental pode ser considerada uma zona de transição entre o continente e o oceano. Estudos palinológicos e sedimentológicos atuais nessa região são fundamentais para que se tenha uma compreensão aprofundada da relação entre esses dois ambientes. O entendimento dessa dinâmica atual proporciona informações essenciais para inferirmos sobre as condições ambientais reinantes no passado.

A análise das amostras da plataforma continental interna do extremo sul do Brasil mostrou a presença de sedimentos alóctones (silte e argila) e autóctones (areia e  $\text{CaCO}_3$ ). Em relação aos palinomorfos, foi observado palinomorfos de origem continental (Bryophyta, Pteridophyta, Gymnospermae e Angiospermae), marinha (Ochrophyta, Dinophyta, Microforaminifera) e aqueles de ambientes dulcícolas e salobros (Charophyta e Chlorophyta). Outros palinomorfos, apesar de terem sido registrados e quantificados, sua origem não pode ser determinada, devido à falta de resolução taxonômica, como é o caso de Porifera, Fungi e Escolecodontes.

### 6.1 Sedimentologia da Plataforma Continental Interna, Região do Balneário Hermenegildo

Apesar das principais características das distribuições granulométricas poderem ser inferidas diretamente das curvas de frequência simples e acumulada, a representação numérica é importante pois facilita comparações entre amostras e regiões (SUGUIO, 1973) e também normatiza a forma de apresentação.

As características granulométricas na plataforma interna do RS são resultados de fatores geológicos, geomorfológicos e climáticos (ABREU;

CALLIARI, 2005; MARTINS; MARTINS; URIEN, 1978, 2003; MARTINS; URIEN; EICHLER, 1967) bem como de fatores relacionados com a morfodinâmica costeira (e.g. ondas, correntes transversais e longitudinais e deságuas costeiros) que influenciam na deposição e na classificação dos sedimentos (MARQUES et al., 2009; MARTINS; MARTINS; URIEN, 2003).

A assimetria e os baixos valores de seleção das amostras granulométricas da plataforma continental interna da região do Balneário Hermenegildo demonstraram que os sedimentos depositados nessa região são heterogêneos.

A concentração de areia, predominante na região de estudo (Figura 9) está de acordo com os resultados encontrados por Martins et al. (2003). Este autor aponta a predominância de uma fácies sedimentar arenosa, que se estende desde a plataforma argentina até o norte do estado. Esta areia amplamente distribuída na plataforma continental é considerada relíquia, uma vez que os aportes continentais atuais não possuem capacidade para transportar sedimentos desta classe granulométrica (MARTINS; MARTINS; URIEN, 2003; MARTINS; URIEN; MARTINS, 2005).

Os sedimentos lamosos apresentaram maiores concentrações nos pontos amostrais próximos a linha de costa (Figura 10, Tabela 6), contradizendo Niedoroda et al. (1978). De acordo com essa autora seria esperado uma deposição de sedimentos mais finos em profundidades maiores, de acordo com a diminuição das forças hidrodinâmicas. Este padrão inverso pode estar relacionado com sedimentos lamosos oriundos da Lagoa dos Patos e do Rio da Prata. Martins et al. (1978) aponta a formação da fácies Patos pelos sedimentos lamosos provenientes da Lagoa dos Patos. Segundo Marques et al. (2009) a

pluma formada pela desembocadura desta lagoa desloca-se preferencialmente para sudoeste, em razão dos ventos predominantes na região. Além disso, estes ventos favorecem as condições de vazante da lagoa, contribuindo para o espalhamento de águas doces e salobras sobre a plataforma continental interna, na direção sudoeste. Com o espalhamento das águas da lagoa, também são espalhados os sedimentos finos (PIOLA; ROMERO; ZAJACZKOVSKI, 2008) exportados para a plataforma continental.

Além da Lagoa dos Patos, o Rio da Prata, responsável por um dos mais volumosos aportes continentais no Atlântico Sul (BURRAGE et al., 2008; PIOLA et al., 2005), forma uma grande pluma com forte variação sazonal e interanual no seu deslocamento para o norte (PIOLA; ROMERO; ZAJACZKOVSKI, 2008) sobre a plataforma continental (MÖLLER et al., 2008b; PIOLA; ROMERO; ZAJACZKOVSKI, 2008). Este deslocamento, responsável por efeitos na salinidade, no transporte de biota (STEVENSON et al., 1998) também pode ser responsável pela deposição de sedimentos finos na plataforma. Outra fonte, também associada aos depósitos formados pelo Rio da Prata, são as fácies lamosas encontradas na plataforma continental argentina, uruguaia e brasileira associadas a eventos atuais e pretéritos de deposição que podem estar sendo retrabalhados pela dinâmica costeira atual. (MARTINS; MARTINS; URIEN, 2003).

Os depósitos de  $\text{CaCO}_3$  sob a forma de cascalhos biodetrítico e acumulações de conchas de moluscos são conhecidos desde o início dos estudos da textura superficial da plataforma continental do RS (MARTINS; MARTINS; URIEN, 1978, 2003; MARTINS, 1978). Esta região é recortada por paleocanais e parcéis (ABREU; CALLIARI, 2005; MARTINS; MARTINS; URIEN,

2003), que podem estar relacionados com a origem deste sedimento bioclásticos encontrado em altas concentrações nas amostras mais próximas a linha de costa. A presença de cascalho biodetrítico com alto nível de fragmentação, bordas arredondadas e polidas e mudança na tonalidade original das conchas, estavam mais relacionados com amostras arenosas, consideradas relíquias na plataforma continental (Figura 11). Em contrapartida conchas inteiras ou recém fragmentadas estavam frequentemente associadas com sedimentos lamosos (Figura 11) proveniente de deposição atual.

#### 6.2. Distribuição e Proveniência dos Palinomorfos da Plataforma Continental Interna, Região do Balneário Hermenegildo

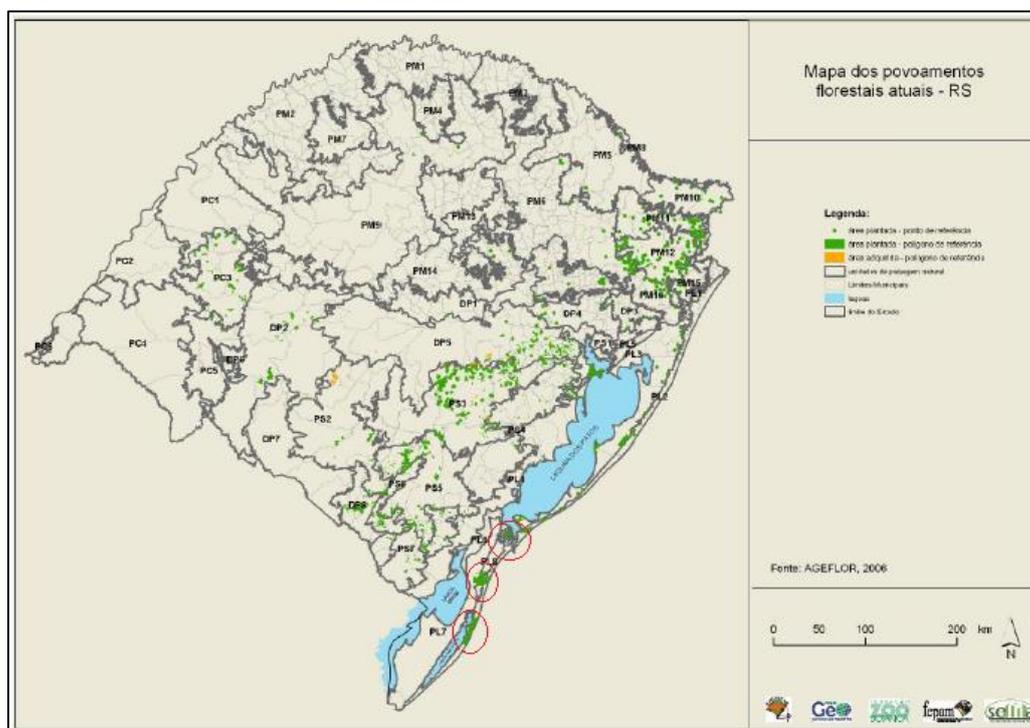
De acordo com o levantamento florístico (Tabela 1) todos os táxons encontrados nas UPN-PL foram considerados palinomorfos de transporte de curta distância continental. Assim, o resultado da análise palinológica revelou uma assembleia de palinomorfos formada principalmente por aqueles de transporte de curta distância continental, com ocorrência subordinada de palinomorfos marinhos autóctones, seguido por marinhos alóctones, além da ocorrência esporádica de polens transportados por longas distâncias (alóctones).

Os palinomorfos continentais autóctones representaram os táxons dominantes nos diferentes tipos de vegetação (e.g. marismas, campos, florestas paludosas e turfeiras) que compõem as UPN-PL, sendo todas as famílias dominantes representadas (e.g. Poaceae, Cyperaceae, Amaranthaceae e Asteraceae) (CORDAZZO; PAIVA; SEELIGER, 2006; PALMA; JARENKOW, 2008).

A perda de resolução é notável quando comparamos a diversidade de táxons vegetais encontrados na região com aqueles registrados nas amostras palinológicas (GORING et al., 2013). A diversidade de Bryophyta nas amostras palinológicas foi muito baixa comparado com as Pteridophyta. Dentre os 39 gêneros de Bryophyta identificados para a região (BORDIN; YANO, 2010; NERVO; WINDISCH; LORSCHREITER, 2010), somente 5,1% estiveram representados nas amostras palinológicas. Já para as Pteridophyta, dos 47 gêneros identificados (Tabela 1), 21,3% foram observados nas amostras. Essa diferença pode estar relacionada a grande abundância de Pteridophyta para a planície costeira gaúcha o que explicaria sua maior representatividade (ATHAYDE; WINDISCH, 2006; GONZATI et al., 2014). No entanto, é importante ressaltar que como estudos de densidade de Bryophyta são muito esparsos para a planície costeira gaúcha é difícil identificar a razão da sua baixa representatividade.

As duas famílias de Gymnospermae identificadas nas UPN-PL costeiras foram introduzidas na região de estudo com objetivos bem definidos: *Cupressus*, para a fixação das dunas e ambientes eólicos (CORDAZZO; PAIVA; SEELIGER, 2006) e *Pinus*, que é amplamente cultivado em maciços florestais para obtenção de madeira e resina (SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO, 2013). Entretanto somente a última foi identificada no registro polínico. A produtividade polínica de *Cupressus* é, em média, 350.000 grãos/flor (HIDALGO; GALÁN; DOMÍNGUEZ, 1999), e para *Pinus* os valores estão em torno de 135.000 grãos/flor (MOLINA et al., 1996). As UPN-PL costeiras destacam-se pela densidade de maciços florestais de *Pinus* (Figura 19) (BURGUEÑO et al., 2013; PORTZ et al., 2011),

aos quais pode ser atribuída a grande quantidade de pólen deste gênero encontrado nas amostras.



**Figura 19:** Distribuição dos maciços florestais exóticos no RS. Em vermelho destaque para as grandes concentrações na região costeira no sul do estado. Fonte: adaptado de FEPAM (2010b).

Angiospermae são o grupo dominante em todas as formações vegetais encontradas na planície costeira (CORDAZZO; PAIVA; SEELIGER, 2006; COSTA; MARANGONI, 2010; MEDEANIC; CORDAZZO, 2008), o que se refletiu diretamente na representatividade deste grupo nas amostras palinológicas. Além disso, algumas famílias são reconhecidas por sua grande produtividade polínica e/ou capacidade de dispersão de polens, como a exemplo Poaceae, cuja produção polínica pode variar de 14.000 a 22.000.000 polens/inflorescência, com dispersão anemófila (PRIETO-BAENA et al., 2003). No entanto, alguns táxons comuns ao litoral gaúcho não estavam presentes nas amostras provavelmente devido ao agente polinizador. Por exemplo, Orchidaceae (JOHNSON; NILSSON, 1999), Cactaceae e Bromeliaceae possuem polinização entomófila (insetos), quiropterófila (morcegos) e ornitófila (aves) (MANDUJANO;

CARLOS MONTANA; EGUIARTE, 1996; MUCHHALA; THOMSON, 2010; SAHLEY, 2007) que pela eficiência na polinização induzem as plantas a uma menor produção polínica.

Apesar da alta produtividade polínica apresentada por Poaceae, nenhum estudo realizado na região revelou uma predominância tão marcada do registro polínico desta família sobre as demais (Tabela 9), chegando a ser 3,5 vezes maior que a segunda família mais abundante, Cyperaceae. Mesmo em amostras coletadas nas regiões de marisma, que possuem alta densidade de espécimes de Poaceae esta dominância não foi observada (MEDEANIC, 2004, 2006b; MEDEANIC et al., 2009). Em quase todos os registros palinológicos, Poaceae é tratada como uma única unidade (sem distinção entre os gêneros), e na ausência de outras informações, é tida como um indicador de ambientes abertos (HOOGHIEMSTRA; VAN DER HAMMEN, 1998; VAN DER HAMMEN; ABSY, 1994). Entretanto, a grande retirada de vegetação nativa para atividades agrossilvopastoris incrementa a abundância polínica de Poaceae (BUSH, 2002) reduzindo a representatividade da vegetação nativa. Outra possível fonte que explicaria essa demasiada presença de Poaceae nas amostras pode estar atrelada às plantações de arroz (*Oryza spp.*) em larga escala no RS e no Uruguai. De acordo com o IRGA (Instituto Rio Grandense do Arroz) a safra 2014/15 contou com 21.556 ha plantados em Rio Grande e 72487 ha em Santa Vitória do Palmar, produzindo 192.538 t e 617.509 t de arroz respectivamente (IRGA, 2015).

Dentre os palinomorfos de algas, as ocorrências mais expressivas foram de *Botryococcus*, alga de ambientes oligotróficos e eurialinas (TYSON, 1995) e *Spirogyra*, característica de ambiente dulcícolas, ambas comumente

encontradas no registro palinológico da Lagoa dos Patos (MEDEANIC, 2006a). As demais algas não possuem registros tão expressivos nos corpos aquáticos costeiros (MEDEANIC; HIRATA; DILLENBURG, 2010; MEDEANIC; SILVA, 2010) e também foram raras nas amostras da plataforma continental. A baixa representatividade de registro de Dinophyta, característica de ambientes marinhos, pode estar relacionado a grande influência de água doce sobre a plataforma gaúcha. De acordo com Pospelova et al. (2004) em regiões próximas a estuários e aportes continentais, a densidade de Dinophyta parece estar diretamente relacionado com a quantidade de água doce exportada para a plataforma. Além da influência do estuário da Lagoa dos Patos, o Rio da Prata contribui com um grande aporte de água doce para a plataforma continental gaúcha (BURRAGE et al., 2008; PIOLA; ROMERO; ZAJACZKOVSKI, 2008), podendo influenciar na distribuição tanto de Dinophyta quanto de *Botryococcus* e *Spirogyra*.

Para os demais grupos de palinórfos não polínicos, a menor frequência de Fungi na plataforma continental em detrimento a Lagoa dos Patos pode ser associado a sua preferência a ambientes dulcícolas e eutróficos. Medeanic (2006b) observou uma tendência de diminuição nos palinórfos de Fungi com o incremento da salinidade, indicando que ambientes dulcícolas são mais favoráveis para a ocorrência de fungos. De acordo com Medeanic & Silva (2010) a grande diversidade de palinórfos de Fungi pode ser associadas com áreas eutrofizadas e impactadas por pecuária. Em relação aos Foraminifera sua baixa representatividade de ocorrência pode estar associada ao hábito exclusivamente marinho o que os tornam bons indicadores de incursões marinhas (MEDEANIC; CORRÊA, 2010). Como mencionado anteriormente, essa área recebe grande

influência de aporte continental, diminuindo assim a salinidade e, conseqüentemente, diminuindo a frequência de Foraminifera. Como não foi possível refinar a taxonomia das Espículas de Porifera elas não puderam ser interpretadas quanto a sua proveniência. Assim como as espículas, os Escolecodontes não puderam ter sua fonte determinada, entretanto, vários autores os consideram indicativos de ambientes marinhos rasos relacionados próximos a aportes continentais (CORRÊA et al., 2014; MEDEANIC; CORRÊA, 2010; TAVORA, 2005). Desta forma, como a plataforma continental interna é influenciada por aportes continentais expressivos, é esperado que a diversidade e a frequência de Escolecodontes seja alta nas amostras superficiais.

Identificações preliminares dos esqueletos de Ochrophyta encontrados na plataforma continental apontam para o gênero *Dictyocha*, característicos de regiões tropicais e subtropicais (BARRON; BUKRY; CHESHIRE, 2014; BARRON; BUKRY; DEAN, 2005; BARRON; STICKLEY; BUKRY, 2015). Portanto, nesse estudo, as ocorrências de Ochrophyta podem ser associadas com massas d'água de origem tropical e subtropical, ambas encontradas sobre a plataforma continental sul-brasileira (MÖLLER et al., 2008b). Como sua frequência de ocorrência na comunidade planctônica em regiões costeiras é muito menor comparado com outros organismos planctônicos, como por exemplo, diatomáceas (BARRON et al., 2009), é esperado que ocorra com menor frequência.

A distribuição superficial de palinórfos está diretamente relacionada com a área fonte. Palinórfos Totais apresentaram uma tendência clara de diminuição com o aumento da profundidade (e. g. DEBUSK, 1997; KAARS, 2001; MOSS; KERSHAW; GRINDROD, 2005). Esse padrão provavelmente está

atrelado ao distanciamento do continente, uma vez que os palinórfos com maior representatividade foram pólnicos. A baixa representatividade dos palinórfos marinhos pode estar associado a menor abundância de Foraminífera e Ochrophyta na região costeira (BOLTOVSKOY, 1970) onde o principal grupo planctônico (diatomácea) (ODEBRECHT et al., 2000) não é considerado um palinórfos.

Quando analisamos a distribuição para cada grupo taxonômico separadamente, para a maioria não houve correlação estatisticamente significativa entre a frequência e a profundidade. Para aqueles que demonstraram correlação significativa, Polypodiaceae, Verbenaceae, *Botryococcus* e Foraminífera apresentaram correlação positiva, enquanto Betulaceae apresentou correlação negativa. Para os palinórfos de origem continental que apresentaram correlação positiva não há uma explicação clara para esse padrão, uma vez que o esperado seria encontrar uma diminuição com o distanciamento da área fonte, como observado para Betulaceae. Já os palinórfos aquáticos que apresentaram correlação positiva somente Foraminífera pode ser associada a características ambientais. Este grupo apresenta uma preferência por águas mais profundas (BOLTOVSKOY, 1970).

Quando analisamos a relação entre a flora da região e sua representatividade em amostras palinológicas, três efeitos responsáveis por modificar esta relação precisam ser considerados (GORING et al., 2013). O primeiro deles, denominado amortecimento taxonômico, afeta a transição do táxon de vegetação para os táxons pólnicos, ou seja, a vegetação possui maior resolução das identificações, com gênero e espécie definidas. Para a identificação pólnica o nível taxonômico tende a ser superior, no nível de família

ou gênero, em função da semelhança na morfologia polínica de alguns táxons (e.g. CANCELLI et al., 2010; SOUZA et al., 2008b; WILLARD, 2004). O segundo efeito importante é tafonômico. Os processos que transformam a comunidade vegetal na assembleia polínica encontrada em sedimentos superficiais são difíceis de serem quantificados diretamente. Parâmetros como distribuição diferencial no espaço, concentração e estado de preservação são indicadores das transformações tafonômicas. O último efeito é a rarefação, que indica o quanto a abundância dos polens na contagem polínica realmente indica sua abundância na vegetação de origem. Destes três efeitos, o primeiro e o segundo foram notáveis nas amostras da plataforma continental. Quando comparamos a diversidade de táxons do levantamento florístico com a diversidade de táxons nas amostras palinológicas, a segunda é consideravelmente menor. O segundo efeito foi representado pelos palinomorfos mal preservados, que foram distribuídos ao longo de toda a área amostrada.

Através da análise de Cluster pode-se observar uma clara associação entre os Agrupamentos identificados e ambientes a eles associados: região límnic e estuarina da Lagoa dos Patos, marisma da Pólvora e Plataforma Continental.

A proximidade dos Agrupamentos I II e III (Figura 14) pode estar relacionada com a maior influência do ambiente marinho nas amostras, visto que todos os pontos apresentaram grande representatividade de táxons tipicamente marinhos. Para as amostras do Agrupamento I, localizadas na zona límnic da lagoa (LP13, LP14 e LP18), Medeanic et al. (2007) já havia assinalado a forte influência marinha por estarem mais próximas da margem leste da lagoa e mais distantes dos aportes continentais por via aquática. Para os outros dois

Agrupamentos já era esperada esta predominância, visto que o Agrupamento II é formado pelas amostras da plataforma continental e o Agrupamento III pelas amostras da marisma da Pólvora, um ambiente salobro com forte influência marinha. Em contrapartida, as amostras dos Agrupamentos IV e V (Figura 14) possuem em comum ausência ou baixa representatividade de indicadores marinhos. De acordo com Medeanic (2006b, 2007), isto decorre da proximidade dos pontos amostrados com a margem oeste da lagoa e com aportes continentais, que aumentam a variabilidade de táxons continentais e dulcícolas.

Apesar dessa separação clara entre os conjuntos de Agrupamentos, as amostras ES1 a ES8 da região estuarina da Lagoa dos Patos, apresentaram um padrão oposto mesmo estando geograficamente próximas (Figura 14). A maior presença de indicadores marinhos nas amostras ES6 a ES8 comparado com as amostras ES1 a ES5 pode estar relacionada com a retirada da vegetação natural no entorno daquelas amostras, o que implicaria no aumento da representatividade de indicadores marinhos.

Ao observar a Componente 1 da DCA, a ordenação das amostras sugeriu um gradiente relacionado com a influência continental e marinha (Figura 17). Por exemplo, a influência continental foi maior nas amostras da região límnic da Lagoa dos Patos e região estuarina, diminuído gradativamente seu impacto em direção ao oceano.

As associações dos táxons evidenciadas pela DCA na Figura 18 apresentaram uma distribuição de acordo com as principais associações florísticas encontradas na região costeira do RS. A proximidade na distribuição de Poaceae, Cyperaceae, Asteraceae e Amaranthaceae está relacionada ao fato dessas famílias serem dominantes em ambientes com alta influência salina,

como marismas e campos de dunas, comuns ao longo de toda região costeira (CORDAZZO; PAIVA; SEELIGER, 2006; COSTA; MARANGONI, 2010). Já a proximidade entre as famílias arbóreas e a família Polypodiaceae se deu devido ao hábito epífita e corticícola que alguns gêneros de Polypodiaceae podem apresentar (ATHAYDE; WINDISCH, 2006; GONÇALVES; WAECHTER, 2002). A ocorrência agrupada dos táxons hidrófilos e higrófitos é explicada pela semelhança entre os requisitos ambientais para seu desenvolvimento (COLLINSON, 2002). Também foi notável sua oposição na distribuição aos táxons arbóreos, que possuem dificuldades de suportar solos encharcados ou alagados (DORNELES; WAECHTER, 2004). A oposição dos indicadores marinhos (Microforaminifera e Dinophyta) ainda precisa de mais estudos para ser elucidada, pois não foi possível encontrar uma explicação para este padrão divergente.

## 7. Conclusões

---

Através da análise sedimentológica e palinológica das amostras coletadas na plataforma continental interna adjacente ao Balneário Hermenegildo foi possível descrever a sedimentologia da região, bem como compreender como a vegetação da região costeira do entorno e a comunidade planctônica estão representadas na camada superficial dos sedimentos.

O conteúdo palinológico das amostras reflete principalmente a diversidade vegetal encontrada na restinga gaúcha (UPN-PL's costeiras). Entretanto é importante ressaltar a grande perda de resolução, fruto de diferenças na capacidade de transporte, produtividade polínica e método de polinização das plantas. Os palinomorfos marinhos foram encontrados com baixas frequências de ocorrência, visto que o principal grupo planctônico da região não é considerado um palinomorfo e não foi contabilizado.

A modificação na composição florística é marcante, principalmente pelos cultivos de *Oryza* e *Pinus*. Ambos cultivares já estão refletidos na assembleia superficial de palinomorfos, enfatizando a importância de estudos palinológicos na compreensão das mudanças antrópicas na paisagem. Os únicos táxons identificados que refletem o transporte de longa distância foram *Alnus* (Betulaceae), por via aérea, e *Dictyocha* (Ochrophyta), por via aquática. Este baixo registro de táxons alóctones, além da presença dos cultivares regionais, reforça o caráter local do registro palinológico.

Regiões da Lagoa dos Patos com maior influência marinha (estuário e margem leste) mostraram maior similaridade palinológica com a plataforma continental. Apesar dessa similaridade, uma gradação entre o conteúdo palinológico das amostras lagunares da zona límnic, pré-límnic, estuarina para

as amostras da plataforma continental foi observada, evidenciando processos contínuos de modificação taxonômica relacionados com a fonte dos palinóforos para as amostras superficiais.

As regiões mais rasas da plataforma continental interna possuem maiores concentrações de palinóforos continentais e lagunares, que diminuem gradativamente com o aumento da profundidade. Esta variação pode ser relacionada com o distanciamento da área fonte (o continente) e com a diluição do conteúdo palinológico nos sedimentos (partículas clásticas). Correntes marinhas também interferem no padrão de deposição, agindo como transportadores deste conteúdo palinológico para regiões distantes.

A distribuição granulométrica encontrada está diretamente relacionada a eventos de transgressão e regressão marinha, que resultaram no retrabalhamento deste pacote sedimentar. A influência da drenagem continental atual é representada pelo aporte de sedimentos finos (silte e argila)

## 8. Referências Bibliográficas

---

- ABREU, J. G. N. DE; CALLIARI, L. J. Paleocanais Na Plataforma Continental Interna Do Rio Grande Do Sul : Evidencias De Uma Drenagem Fluvial Preterita. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 23, p. 123–132, 2005.
- AGEFLOR. **A indústria de base florestal no RS: dados e fatos**, 2015.
- ALEMAN, J. C. et al. Influence of the local environment on lacustrine sedimentary phytolith records. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 414, p. 273–283, 2014.
- ANJOS-ZERFASS, G. D. S. DOS; SOUZA, P. A. DE; JR., F. C. Biocronoestratigrafia da Bacia de Pelotas: estado atual e aplicação na geologia do petróleo. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 38, p. 47–62, 2008.
- ATHAYDE, F. D. P. F.; WINDISCH, P. G. Florística e aspectos ecológicos das pteridófitas em uma floresta de Restinga no estado do Rio Grande do Sul , Brasil. **Iheringia - Série Botânica**, v. 61, n. 1-2, p. 63–71, 2006.
- AYUP, R. N. Intercâmbio sedimentar entre o Rio de La Plata exterior e a plataforma continental adjacente. **Pesquisas em Geociências**, p. 105–126, 1987.
- BARBONI, D. et al. Phytoliths as paleoenvironmental indicators, West Side Middle Awash Valley, Ethiopia. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 152, n. 1-2, p. 87–100, 1999.
- BARRETO, C. F. et al. Distribuição diferencial de palinóforos na baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 9, n. 1, p. 117–126, 2006.
- BARRON, J. A. et al. Paleoceanography of the Gulf of Alaska during the past 15,000 years: Results from diatoms, silicoflagellates, and geochemistry. **Marine Micropaleontology**, v. 72, n. 3-4, p. 176–195, 2009.
- BARRON, J. A.; BUKRY, D. Development of the California Current during the past 12,000yr based on diatoms and silicoflagellates. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 248, n. 3-4, p. 313–338, 2007.
- BARRON, J. A.; BUKRY, D.; CHESHIRE, H. Response of diatom and silicoflagellate assemblages in the central Gulf of California to regional climate change during the past 55kyrs. **Marine Micropaleontology**, v. 108, p. 28–40, 2014.
- BARRON, J. A.; BUKRY, D.; DEAN, W. E. Paleoceanographic history of the Guaymas Basin, Gulf of California, during the past 15,000 years based on diatoms, silicoflagellates, and biogenic sediments. **Marine Micropaleontology**, v. 56, n. 3-4, p. 81–102, 2005.
- BARRON, J. A.; STICKLEY, C. E.; BUKRY, D. Paleoceanographic, and paleoclimatic constraints on the global Eocene diatom and silicoflagellate record. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 422, p. 85–100, 2015.
- BARTHOLOMEU, R. L.; BARROS, M. A. DE; BARTH, O. M. Tafonomia de Esporos de Pteridófitas Encontrados em Sedimentos Turfosos Quaternários do Rio de Janeiro, Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ**, v. 36, n.

1, p. 55–63, 2013.

BATISTA, T. D. L. et al. Levantamento florístico das comunidades vegetais na Área de Proteção Ambiental da Lagoa Verde, Rio Grande, RS. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. 2, p. 225–227, 2007.

BAUERMANN, S.; EVALDT, A.; FUCHS, S. Grãos de pólen e esporos do Vale do Rio Caí, nordeste do Rio Grande do Sul, Brasil: descrições morfológicas e implicações paleoecológicas. **Gaea - Journal of Geoscience**, v. 5, n. 2, p. 86–106, 2009.

BIVAND, R. S.; PEBESMA, E. J.; GOMEZ-RUBIO, V. **Applied spatial data analysis with R** Springer, , 2005.

BOECHAT, S. D. C.; LONGHI-WAGNER, H. M. Padrões de distribuição geográfica dos táxons brasileiros de *Eragrostis* (Poaceae, Chloridoideae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 23, n. 2, p. 177–194, 2000.

BOLDRINI, I. I.; TREVISAN, R.; SCHNEIDER, A. Estudo florístico e fitossociológico de uma área às margens da lagoa do Armazém, Osório, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 6, n. 4, p. 355–367, 2008.

BOLTOVSKOY, E. Distribution of the marine littoral Foraminifera in Argentina, Uruguay and Southern Brazil. **Marine Biology**, v. 6, n. 4, p. 335–344, 1970.

BORDIN, J.; YANO, O. Lista de briófitas (Anthocerotophyta, Bryophyta, Marchantiophyta) do Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas, Botânica**, v. 61, p. 39–170, 2010.

BROWN, A. G.; CARPENTER, R. G.; WALLING, D. E. Monitoring fluvial pollen transport, its relationship to catchment vegetation and implications for palaeoenvironmental studies. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 147, n. 1-4, p. 60–76, 2007.

BUENO, G. V. et al. Bacia de Pelotas. **Boletim de Geociências Petrobras**, v. 15, n. 2, p. 551–559, 2007.

BURGUEÑO, L. E. T. et al. Impactos ambientais de plantios de *Pinus* sp. em zonas úmidas: o caso do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, RS, Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, v. 3, n. 2, p. 192–206, 2013.

BURIOL, G. A. et al. Clima e vegetação natural do estado do Rio Grande do Sul segundo o diagrama climático de Walter e Lieth. **Ciencia Florestal**, v. 17, n. 2, p. 91–100, 2007.

BURRAGE, D. et al. Patos Lagoon outflow within the Río de la Plata plume using an airborne salinity mapper: Observing an embedded plume. **Continental Shelf Research**, v. 28, n. 13, p. 1625–1638, 2008.

BUSH, M. B. On the interpretation of fossil Poaceae pollen in the lowland humid neotropics. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 177, n. 1-2, p. 5–17, 2002.

CALLIARI, L. J. et al. Variabilidade das Dunas Frontais no Litoral Norte e Médio do Rio Grande do Sul, Brasil. **Gravel**, v. 3, p. 15–30, 2005.

CALLIARI, L. J.; KLEIN, A. H. F. Características morfodinâmicas e sedimentológicas das praias oceânicas entre Rio Grande e Chuí, RS. **Pesquisas**, v. 20, n. 1, p. 48–56, 1993.

CANCELLI, R. R. et al. Catálogo palinológico de táxons da família Asteraceae Martinov, no Rio Grande do Sul. **Iheringia - Série Botânica**, v. 65, n. 2, p. 201–280, 2010.

CANCELLI, R. R.; EVALDT, A. C. P.; BAUERMANN, S. G. Contribuição a morfologia polínica da família Asteraceae Martinov. no Rio Grande do Sul - parte I. **Pesquisas, Botânica**, v. 58, p. 347–374, 2007.

COLARES, I. G. et al. Variação da biomassa e produtividade de *Potamogeton pectinatus* L. (Potamogetonaceae) na Lagoa Verde, Rio Grande, RS. **Iheringia - Série Botânica**, v. 62, n. 1-2, p. 131–137, 2007.

COLLINSON, M. E. The ecology of Cainozoic ferns. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 119, p. 51–68, 2002.

CORDAZZO, C. V.; PAIVA, J. B.; SEELIGER, U. **Plantas das dunas da costa sudoeste atlântica**. Pelotas: USEB, 2006.

CORRÊA, I. C. S. et al. Áreas fontes dos minerais pesados e sua distribuição sobre a plataforma continental sul-brasileira, Uruguia e norte-argentina. **Pesquisa em Geociências**, v. 35, n. 1, p. 137–150, 2008.

CORRÊA, I. C. S. et al. The paleo-drainage of the La Plata river in southern Brazil continental shelf. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 32, n. 2, p. 259–271, 2014.

COSTA, C. S. B. et al. Composição florística das formações vegetais sobre uma turfeira topotrófica da planície costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 17, n. 2, p. 203–212, 2003.

COSTA, C. S. B.; MARANGONI, J. C. As comunidades das marismas. In: SEELIGER, U.; ODEBRECHT, C. (Eds.). **O estuário da Lagoa dos Patos: um século de transformações**. Rio Grande: FURG, 2010. p. 126–134.

DARK, P.; ALLEN, J. R. L. Seasonal deposition of Holocene banded sediments in the Severn Estuary Levels (southwest Britain): Palynological and sedimentological evidence. **Quaternary Science Reviews**, v. 24, n. 1-2, p. 11–33, 2005.

DEBUSK, G. H. The distribution of pollen in the surface sediments of Lake Malawi, Africa, and the transport of pollen in large lakes. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 97, n. 1-2, p. 123–153, 1997.

DILLENBURG, S. R. **Atributos petrográficos e proveniência dos sedimentos superficiais da plataforma continental externa do rio Grande do Sul - trecho Rio Grande-Chuí**. Anais do Congresso Brasileiro de Geologia. **Anais...**1990

DILLENBURG, S. R.; TOMAZELLI, L. J.; BARBOZA, E. G. Barrier evolution and placer formation at Bujuru southern Brazil. **Marine Geology**, v. 203, n. 1-2, p. 43–56, 2004.

DORNELES, L. P. P.; WAECHTER, J. L. Fitossociologia do componente arbóreo na floresta turfosa do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, n. 4, p. 815–824, 2004.

ENGELHART, S. E. et al. Mangrove pollen of Indonesia and its suitability as a sea-level indicator. **Marine Geology**, v. 242, n. 1-3, p. 65–81, 2007.

FAEGRI, K.; IVERSEN, J. **The text book of Pollen Analysis**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1975.

FEPAM. **ZONEAMENTO AMBIENTAL DA SILVICULTURA: Diretrizes da Silvicultura por Unidade de Paisagem e Bacia Hidrográfica** Porto Alegre, 2010a.

FEPAM. **ZONEAMENTO AMBIENTAL DA SILVICULTURA: Volume I - Estrutura, Metodologia e Resultados** Porto Alegre, 2010b.

FLORES, A. S.; MIOTTO, S. T. S. Aspectos fitogeográficos das espécies de *Crotalaria* L. (Leguminosae, Faboideae) na Região Sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n. 2, p. 245–249, 2005.

GILBERT, E. R.; CAMARGO, M. G.; SANDRINI-NETO, L. **rysgran: Grain size analysis, textural classification and distribution of unconsolidated sediments** R package version 2.1.0, , 2014.

GONÇALVES, C. N.; WAECHTER, J. L. Epífitos vasculares sobre espécimes de *Ficus organensis* isoladas no norte da planície costeira do Rio Grande do Sul: padrões de abundância e distribuição. **Acta Botanica Brasilica**, v. 16, n. 4, p. 429–441, 2002.

GONZATI, F. et al. Florística e aspectos ecológicos de licófitas e samambaias do litoral médio do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 12, n. 4, p. 215–225, 2014.

GORING, S. et al. Pollen assemblage richness does not reflect regional plant species richness: a cautionary tale. **Journal of Ecology**, v. 101, p. 2237–1145, 2013.

GRAF, M. T.; CHMURA, G. L. Development of modern analogues for natural, mowed and grazed grasslands using pollen assemblages and coprophilous fungi. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 141, n. 1-2, p. 139–149, 2006.

GUIRY, M. D.; GUIRY, G. M. **AlgaeBase. World-wide electronic publication**. Disponível em: <<http://www.algaebase.org>>. Acesso em: 8 fev. 2015.

HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, v. 4, n. 1, p. 1–9, 2001.

HEIDTMANN, L. P. et al. New records of bryophytes for the state of Rio Grande do Sul, Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 27, n. 3, p. 626–628, 2013.

HIDALGO, P. J.; GALÁN, C.; DOMÍNGUEZ, E. Pollen production of the genus *Cupressus*. **Grana**, v. 38, n. 5, p. 296–300, 1999.

HJELLE, K. L. Relationships between pollen and plants in human-influenced vegetation types using presence-absence data in western Norway. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 99, n. 1, p. 1–16, 1997.

HOOGHMESTRA, H.; VAN DER HAMMEN, T. Neogene and Quaternary development of the neotropical rain forest: the forest refugia hypothesis, and a literature overview. **Earth-Science Reviews**, v. 44, p. 147–183, 1998.

HYDE, H. A.; WILLIAMS, D. A. Studies en atmospheric pollen. I. A daily census of pollens at Cariff, 1942. **New Phytologist**, v. 43, n. 1, p. 49–61, 1944.

IRGA. **Produtividades municipais - safra 2014/15**. Disponível em: <<http://www.irga.rs.gov.br/>>. Acesso em: 15 nov. 2015.

IRIARTE, J.; PAZ, E. A. Phytolith analysis of selected native plants and modern

soils from southeastern Uruguay and its implications for paleoenvironmental and archeological reconstruction. **Quaternary International**, v. 193, n. 1-2, p. 99–123, 2009.

ISLEBE, G. A.; HOOGHIEMSTRA, H. Recent pollen spectra of highland Guatemala. **Journal of Biogeography**, v. 22, n. 6, p. 1091–1099, 1995.

JOHNSON, S. D.; NILSSON, L. A. Pollen carryover, geitonogamy, and the evolution of deceptive pollination systems in orchids. **Ecology**, v. 80, n. 8, p. 2607–2619, 1999.

KAARS, S. VAN DER. Pollen distribution in marine sediments from the south-eastern Indonesian waters. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 171, p. 341–361, 2001.

KUINCHTNER, A.; BURIOL, G. A. Clima do Estado do Rio Grande do Sul segundo a classificação climática de Koppen e Thornthwaite. **Disciplinarum Scientia**, v. 2, n. 1, p. 171–182, 2001.

LATORRE, F. et al. Pollen Deposition in Tauber Traps and Surface Soil Samples in the Mar Chiquita Coastal Lagoon Area, Pampa Grasslands (Argentina). **Boletín De La Sociedad Argentina De Botanica**, v. 45, n. 3-4, p. 321–332, 2010.

LIMA, I. D.; GARCIA, C. A. E.; MÖLLER, O. O. Ocean surface processes on the southern Brazilian shelf: characterization and seasonal variability. **Continental Shelf Research**, v. 16, n. 10, p. 1307–1317, 1996.

LIMA, L. G. et al. Sea-level rise and sediment budget controlling the evolution of a transgressive barrier in southern Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 42, p. 27–38, 2013.

LIMAYE, R. B. et al. Non-pollen palynomorphs as potential palaeoenvironment indicators in the Late Quaternary sediments of the west coast of India. **Current Science**, v. 92, n. 10, p. 1370–1382, 2007.

LORSCHUITTER, M. L. et al. Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part I. **Palaentographica Abt. B.**, v. 246, n. 1-3, p. 1–113, 1998.

LORSCHUITTER, M. L. et al. Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part II. **Palaentographica Abt. B.**, v. 251, n. 4-6, p. 72–234, 1999.

LORSCHUITTER, M. L. et al. Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part III. **Palaentographica Abt. B.**, v. 260, n. 1-6, p. 1–165, 2001.

LORSCHUITTER, M. L. et al. Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part IV. **Palaentographica Abt. B.**, v. 263, n. 1-6, p. 1–159, 2002.

LORSCHUITTER, M. L. et al. Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part V. **Palaentographica Abt. B.**, v. 270, n. 1-6, p. 1–180, 2005.

LORSCHUITTER, M. L. et al. Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part VI. **Palaentographica Abt. B.**, v. 281, n. 1, p. 1–96, 2009.

LU, H.; LIU, K. B. Phytoliths of common grasses in the coastal environments of southeastern USA. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 58, n. 3, p. 587–600, 2003.

LU, H. Y. et al. Rice domestication and climatic change: phytolith evidence from East China. **Boreas**, v. 31, n. 4, p. 378–385, 2002.

- LU, H. Y. et al. Phytoliths as quantitative indicators for the reconstruction of past environmental conditions in China II: palaeoenvironmental reconstruction in the Loess Plateau. **Quaternary Science Reviews**, v. 26, n. 5-6, p. 759–772, 2007.
- LULY, J. G. Modern pollen dynamics and surficial sedimentary processes at Lake Tyrrell, semi-arid northwestern Victoria, Australia. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 97, n. 3-4, p. 301–318, 1997.
- MAHIQUES, M. M. et al. The southern Brazilian shelf: general characteristics, Quaternary evolution and sediment distribution. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 58, n. PGGM, p. 25–34, 2010.
- MANDUJANO, M. D. C.; CARLOS MONTANA; EGUIARTE, L. E. Reproductive ecology and inbreeding depression in *Opuntia rastrera* (Cactaceae) in the Chihuahuan Desert: why are sexually derived recruitments so rare? **American Journal of Botany**, v. 83, n. 1, p. 63–70, 1996.
- MANTEN, A. A. Lennart Von Post and the foundation of modern palynology. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 1, n. 1-4, p. 11–22, 1967.
- MARANGONI, J. C. Caracterização da paisagem de uma área de preservação: estudo de caso da Lagoinha (Rio Grande, RS). **Atlântica**, v. 25, n. 2, p. 163–169, 2003.
- MARANGONI, J. C.; COSTA, C. S. B. Diagnóstico ambiental das marismas no estuário da Lagoa dos Patos - RS. **Atlântica**, v. 31, n. 1, p. 85–98, 2009.
- MARCHIORETTO, M. S. et al. Biogeografia da família Amaranthaceae no Rio Grande do Sul. **Pesquisas, Botânica**, v. 59, n. August, p. 171–190, 2008.
- MARQUES, W. C. et al. Numerical modeling of the Patos Lagoon coastal plume, Brazil. **Continental Shelf Research**, v. 29, p. 556–571, 2009.
- MARTIN, L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J.-M. Hauts niveaux marins Pleistocenes du littoral bresilien. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 68, p. 231–239, 1988.
- MARTINHO, C. T.; DILLENBURG, S. R.; HESP, P. A. Mid to late Holocene evolution of transgressive dunefields from Rio Grande do Sul coast, southern Brazil. **Marine Geology**, v. 256, n. 1-4, p. 49–64, 2008.
- MARTINS, I. R.; MARTINS, L. R.; URIEN, C. M. Sedimentos relíquias na plataforma continental brasileira. **Pesquisas em Geociências**, v. 9, p. 76–91, 1978.
- MARTINS, L. R. **Operação GEOMAR IV Geologia Marinha**: Boletim DG32 - IV. Rio de Janeiro: Diretoria de Hidrografia e Navegação, 1978.
- MARTINS, L. R.; MARTINS, I. R.; URIEN, C. M. Aspectos Sedimentares da Plataforma Continental na Área de Influência do Rio de La Plata. **Gravel**, v. 1, p. 68–80, 2003.
- MARTINS, L. R.; URIEN, C. M.; EICHLER, B. B. **Distribuição dos sedimentos modernos da plataforma continental sul-brasileira e uruguaia**. Anais do XXI Congresso Brasileiro de Geologia. **Anais...Curitiba - PR**: 1967
- MARTINS, L. R.; URIEN, C. M.; MARTINS, I. R. Gênese dos sedimentos da plataforma continental atlântica entre o Rio Grande do Sul (Brasil) e Tierra del Fuego (Argentina). **Gravel**, v. 3, p. 85–102, 2005.

- MEDEANIC, S. The distribution of palynomorphs in the superficial sediments on the margin of the Patos lagoon estuary, RS, Brazil, as compared with the actual vegetation. **Iheringia - Série Botânica**, v. 59, n. 2, p. 183–200, 2004.
- MEDEANIC, S. Freshwater algal palynomorph records from Holocene deposits in the coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 141, n. 1-2, p. 83–101, 2006a.
- MEDEANIC, S. The palynomorphs from surface sediments of intertidal marshes in the estuarine part of the Patos lagoon. **Iheringia - Série Botânica**, v. 61, n. 1-2, p. 49–62, 2006b.
- MEDEANIC, S. et al. Diversidade polínica de plantas em dunas no extremo sul do Brasil. **Gravel**, v. 6, n. 1, p. 67–80, 2008.
- MEDEANIC, S. et al. Holocene Marine Transgression in the Coastal Plain of Rio Grande do Sul, Brazil: Palynomorph and Diatom Evidence. **Journal of Coastal Research**, v. 251, p. 224–233, 2009.
- MEDEANIC, S.; CORDAZZO, C. V. Diversidade polínica de plantas em dunas no extremo sul do Brasil. **Gravel**, v. 6, n. 1, p. 67–80, 2008.
- MEDEANIC, S.; CORRÊA, I. C. S. Silicoflagellate *Dictyocha Ehrenberg* from the middle Holocene sediments in the coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil. **Revista Española de Micropaleontología**, v. 39, n. 3, p. 227–239, 2007.
- MEDEANIC, S.; CORRÊA, I. C. S. Climatic changes in the coastal plain of the Rio Grande do Sul state in the Holocene: palynomorph evidences. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 5, p. 287–297, 2010.
- MEDEANIC, S.; CORRÊA, I. C. S.; WESCHENFELDER, J. Palinomorfos nos sedimentos de fundo da Laguna dos Patos-RS: aplicação nas reconstruções paleoambientais. **Gravel**, v. 5, p. 89–102, 2007.
- MEDEANIC, S.; DILLENBURG, S. R. Palynology and <sup>210</sup>Pb datings: first integrate approach to estimating anthropogenic impact on the environment of the Tramandaí Lagoon and adjacent areas during the last century. **Journal of Coastal Research**, 2005.
- 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**, 2001.
- MEDEANIC, S.; GARCIA, M. J.; STEVAUX, J. C. A importância dos palinórfos de fungos e algas nas reconstruções paleoambientais por meio de estudos em sedimentos de alto Rio Paraná, Taquaruçu, Ms, Brasil. **Geociências**, v. 9, n. 6, p. 19–37, 2004.
- MEDEANIC, S.; HIRATA, F.; DILLENBURG, S. R. Algal Palynomorphs Response to Environmental Changes in the Tramandai Lagoon, Southern Brazil, and Climatic Oscillations in the 20th Century. **Journal of Coastal Research**, v. 264, n. 2003, p. 726–735, 2010.
- MEDEANIC, S.; SILVA, M. B. Indicative value of non-pollen palynomorphs (NPPs) and palynofacies for palaeoreconstructions: Holocene Peat, Brazil. **International Journal of Coal Geology**, v. 84, n. 3-4, p. 248–257, 2010.
- MEDEANIC, S.; ZAMORA, N.; CORREA, I. Non-Pollen Palynomorphs As

Environmental Indicators in the Surface Samples From Mangrove. **Revista Geológica de América Central**, v. 39, p. 27–51, 2008.

MIOLA, A. et al. Holocene salt marsh plant communities in the North Adriatic coastal plain (Italy) as reflected by pollen, non-pollen palynomorphs and plant macrofossil analyses. **Vegetation History and Archaeobotany**, v. 19, n. 5, p. 513–529, 2010.

MOEYS, J. AND CONTRIBUTORS FROM W. S. **Soiltexture: functions for soil texture plot, classification and transformation**. R package version 1.2.19, , 2014.

MOLINA, R. T. et al. Pollen production in anemophilous trees. **Grana**, v. 35, n. 1, p. 38–46, 1996.

MÖLLER, O. O. et al. The effects of river discharge and seasonal winds on the shelf off southeastern South America. **Continental Shelf Research**, v. 28, n. 13, p. 1607–1624, 2008a.

MÖLLER, O. O. et al. The effects of river discharge and seasonal winds on the shelf off southeastern South America. **Continental Shelf Research**, v. 28, n. 13, p. 1607–1624, 2008b.

MOSS, P. T.; KERSHAW, A. P.; GRINDROD, J. Pollen transport and deposition in riverine and marine environments within the humid tropics of northeastern Australia. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 134, n. 1-2, p. 55–69, 2005.

MOURELLE, D.; PRIETO, A. R. Modern pollen assemblages of surface samples and their relationships to vegetation in the campos region of Uruguay. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 181, p. 22–33, 2012.

MUCHHALA, N.; THOMSON, J. D. Fur versus feathers: pollen delivery by bats and hummingbirds and consequences for pollen production. **The American Naturalist**, v. 175, n. 6, p. 717–726, 2010.

NAVARRO, C. et al. Sedimentación y distribución superficial de palinomorfos em cuevas del SE Ibérico. Implicaciones en paleontología. **Anales de Biología**, v. 23, p. 103–131, 2001.

NERVO, M. H.; WINDISCH, P.; LORSCHREITER, M. L. Representatividade da base amostral da pteridoflora do estado do Rio Grande do Sul (Brasil) e novos registros de distribuição. **Pesquisas, Botânica**, v. 61, n. August, p. 245–258, 2010.

NEWSOME, J. C. Pollen – vegetation relationships in semi-arid southwestern Australia. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 106, p. 103–119, 1999.

NIEDORODA, A. W.; SWIFT, D. J. P.; HOPKINS, T. S. The shoreface. In: DAVIS, R. A. (Ed.). **Coastal Sedimentary Environments**. 2nd. ed. New York: Springer, 1978. p. 533–624.

ODEBRECHT, C. et al. The distribution of the diatom *Pseudo-nitzschia* off southern Brazil and relationships with oceanographic conditions. **Harmful algal blooms**, p. 42–45, 2000.

PAEZ, M. M. et al. Vegetation and pollen dispersal in the subtropical-temperate climatic transition of Chile and Argentina. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 96, n. 1-2, p. 169–181, 1997.

- PALMA, C. B.; JARENKOW, J. A. Estrutura de uma formação herbácea de dunas frontais no litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil. **Biociências**, v. 16, n. 2, p. 114–124, 2008.
- PAROLIN, M. Registros palinológicos e mudanças ambientais durante o Holoceno de Taquarussu (MS). **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 9, n. 1, p. 137–148, 2006.
- PAROLIN, M. Use of spongofacies as a proxy for river-lake paleohydrology in Quaternary deposits of central-western Brazil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 11, n. 3, p. 187–198, 2008.
- PAROLIN, M.; VOLKMER-RIBEIRO, C.; LENADRINI, J. A. **Abordagem ambiental interdisciplinar em bacias hidrográficas no estado do Paraná**. Campo Mourão, PR: Editora da Fecilcam, 2010. v. 4
- PILLAR, V. D. et al. (EDS.). **Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: MMA, 2009.
- PIOLA, A. R. et al. The influence of the Plata River discharge on the western South Atlantic shelf. **Geophysical Research Letters**, v. 32, n. 1, p. 1–4, 2005.
- PIOLA, A. R.; ROMERO, S. I.; ZAJACZKOVSKI, U. Space-time variability of the Plata plume inferred from ocean color. **Continental Shelf Research**, v. 28, n. 13, p. 1556–1567, 2008.
- PIRES, E. F.; MEDEANIC, S. Palynological implications of the presence of triglochin in holocene palaeoenvironmental reconstructions in the coastal plain of Rio Grande do Sul State, Brazil. **Revista Española de Micropaleontología**, v. 38, n. 1, p. 93–101, 2006.
- PORTZ, L. et al. Dispersão de espécie exótica no Parque Nacional da Lagoa do Peixe e seu entorno. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 1, p. 33–44, 2011.
- POSPELOVA, V.; CHMURA, G. L.; WALKER, H. A. Environmental factors influencing the spatial distribution of dinoflagellate cyst assemblages in shallow lagoons of southern New England (USA). **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 128, n. 1-2, p. 7–34, 2004.
- PRIETO-BAENA, J. C. et al. Pollen production in the Poaceae family. **Grana**, v. 42, n. 3, p. 153–159, 2003.
- QINGHAI, X. et al. Source and distribution of pollen in the surface sediment of Daihai Lake, inner Mongolia. **Quaternary International**, v. 136, n. 1 SPEC. ISS., p. 33–45, 2005.
- RCORETEAM. **R: A language and environment for statistical computing** Vienna, Austria R Foundation for Statistical Computing, , 2015.
- ROCHA, F. S.; WAECHTER, J. L. Sinopse das Orchidaceae terrestres ocorrentes no litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 1, p. 71–86, 2006.
- RODRIGUES, R. S. et al. O gênero *Senna* (Leguminosae, Caesalpinioideae) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n. 1, p. 1–16, 2005.
- RODRÍGUEZ-GALLEGO, L.; MASCIADRI, S.; NIN, M. Modern Vegetation and Pollen Relationships in Four Southwestern Atlantic Coastal Lagoons. **Estuaries and Coasts**, v. 35, p. 785–798, 2012.

- SAHLEY, C. T. Vertebrate pollination, fruit production, and pollen dispersal of *Stenocereus thurberi* (Cactaceae). **The Southwestern Naturalist**, v. 46, n. 3, p. 261–271, 2007.
- SARKAR, D. **Lattice: Multivariate Data Visualization with R**. New York: Springer, 2008.
- SCHERER, A.; MARASCHIN-SILVA, F.; BAPTISTA, L. R. D. M. Florística e estrutura do componente arbóreo de matas de Restinga arenosa no Parque Estadual de Itapuã, RS, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n. 4, p. 717–726, 2005.
- SEELIGER, U.; CORDAZZO, C.; BARCELLOS, L. **Areias do Albardão: um guia ecológico ilustrado do litoral no extremo sul do Brasil**. Rio Grande: Editora Ecoscientia, 2004.
- SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **Florestas do Brasil em resumo - 2013: dados de 2007-2012**. Brasília: SFB, 2013.
- SIBSON, R. A Brief Description of Natural Neighbor Interpolation. In: **Interpolating Multivariate Data**. New York: John Wiley & Sons, 1981. p. 21–36.
- SILVA, M. A. M. Provenance of heavy minerals in beach sands, southeastern Brazil: from Rio Grande do Chuí (Rio Grande do Sul state). **Sedimentary Geology**, v. 24, p. 133–148, 1979.
- SOUZA, C. R. G. et al. **“Restinga”: Conceitos e empregos do termo do Brasil e implicações na legislação ambiental**. 1º Edição ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2008a.
- SOUZA, P. C. T. et al. Estudo polínico de nove espécies da subtribo Baccharinae (Astereae-Asteraceae), ocorrentes no sul do Brasil. **Balduinia**, v. 12, p. 1–11, 2008b.
- STEVENSON, M. R. et al. How do cold water biota arrive in a tropical bay near Rio de Janeiro, Brazil? **Continental Shelf Research**, v. 18, n. 13, p. 1595–1612, 1998.
- STUTZ, S.; PRIETO, A. R. Modern pollen and vegetation relationships in Mar Chiquita coastal lagoon area, southeastern Pampa grasslands, Argentina. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 126, n. 3-4, p. 183–195, 2003.
- SUGUIO, K. **Introdução a Sedimentologia**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1973.
- TAVORA, V. A. **Paleontologia**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2005.
- TOMAZELLI, L. J. O regime de ventos e a taxa de migração das dunas eólicas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas em Geociências**, v. 20, n. 1, p. 18–26, 1993.
- TOMAZELLI, L. J.; DILLENBURG, S. R.; VILLWOCK, J. A. Late Quaternary geological history of Rio Grande do Sul coastal plain, southern Brazil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 30, n. 3, p. 474–476, 2000.
- TOMAZELLI, L. J.; DILLENBURG, S. R.; VILLWOCK, J. A. Geological Evolution of Rio Grande do Sul Coastal Plain, Southern Brazil. **Journal of Coastal Research**, v. 39, n. Proceedings of the 8th International Coastal Symposium (ICS 2004), p. 275–278, 2006.

- TOMAZELLI, L. J.; VILLWOCK, J. A. Geologia do sistema lagunar holocênico do litoral norte de Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas em Geociências**, v. 18, n. 1, p. 13–24, 1991.
- TRAVERSE, A. **Paleopalynology**. Second ed. Dordercht: Springer, 2007.
- TYSON, R. V. **Sedimentary organic matter: organic facies and palynofacies**. London: Chapman and Hall, 1995.
- URREGO, L. E.; BERNAL, G.; POLANÍA, J. Comparison of pollen distribution patterns in surface sediments of a Colombian Caribbean mangrove with geomorphology and vegetation. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 156, n. 3-4, p. 358–375, 2009.
- VAN DER HAMMEN, T.; ABSY, M. L. Amazonia during the last glacial. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 109, n. 2-4, p. 247–261, 1994.
- VENABLES, W. N.; RIPLEY, B. D. **Modern Applied Statistics with S** New YorkSpringer, , 2002.
- VENZKE, T. S. L.; HERTER, G. K.; MATTEI, V. L. Fitossociologia em uma mata de restinga paludosa na Mata do Totó, Pelotas, RS. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 35, n. 82, p. 31–40, 2015.
- VILLWOCK, J. A.; TOMAZELLI, L. J. Geologia costeira do Rio grande do Sul. **Notas técnicas**, v. 8, p. 1–45, 1995.
- VILLWOCK, J. A.; TOMAZELLI, L. J. Planície Costeira. In: BECKER, F. G.; RAMOS, R. A.; MOURA, L. DE A. (Eds.). **Biodiversidade. Regiões da Lagoa do Casamento e dos Butiazais de Tapes, planície costeira do Rio Grande do Sul**. Brasília: MMA/SBF, 2006. p. 20–33.
- WAECHTER, J. L.; JARENKOW, J. A. Composição e estrutura do componente arbóreo nas matas tufosas do Taim, Rio Grande do Sul. **Biotemas**, v. 11, n. 1, p. 45–69, 1998.
- WEACHTER, J. L. Aspectos ecológicos da vegetação de restinga no Rio Grande do Sul, Brasil. **Comunicações do Museu de Ciências da PUCRS, Série Botânica**, v. 33, p. 49–68, 1985.
- WENTWORTH, C. K. A scale grade and class terms for clastic sediments. **Journal of Geology**, v. 30, n. 5, p. 377–392, 1922.
- WESCHENFELDER, J. et al. Paleocanais como indicativo de eventos regressivos quaternários do nível do mar no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 26, n. 3, p. 367–375, 2008.
- WESCHENFELDER, J. et al. Quaternary incised valleys in southern Brazil coastal zone. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 55, p. 83–93, 2014.
- WILLARD, D. A. Atlas of Pollen and Spores of the Florida Everglades. **Palynology**, v. 28, n. 1, p. 175–227, 2004.
- ZAMORA, N.; MEDEANIC, S.; CORRÊA, I. C. S. Microforaminíferos como Indicadores Paleoambientais: Estudos Palinológicos da Região Sul da Costa Rica, América Central. **Gravel**, v. 5, p. 75–87, 2007.

Anexo 1: Análise granulométrica das amostras coletadas na região do Balneário Hermenegildo

Tabela 11: Resultado das análises estatísticas realizadas nas 48 amostras coletadas na região do Balneário Hermenegildo.

Amostra	PA-LOG	Média ( $\phi$ )	Classificação	Seleção	Assimetria	Curtose	% CaCO <sub>3</sub>
01	PA-409	6,57	Silte fino	Pobrememente selecionada	Muito negativa	Muito platicúrtica	0,31
02	PA-410	8,20	Argila	Muito pobremente selecionada	Muito negativa	Muito platicúrtica	0,08
03	PA-411	6,08	Silte fino	Extremamente mal selecionada	Muito negativa	Muito platicúrtica	29,30
04	PA-412	8,59	Argila	Muito pobremente selecionada	Muito negativa	Mesocúrtica	5,11
05		-1,21	Grânulo	Pobrememente selecionada	Muito negativa	Leptocúrtica	87,44
06	PA-412	5,06	Silte médio	Muito pobremente selecionada	Muito negativa	Platicúrtica	8,37
07	PA-414	3,00	Areia fina	Pobrememente selecionada	Muito negativa	Extremamente leptocúrtica	9,57
08		2,46	Areia fina	Bem selecionada	Negativa	Muito Leptocúrtica	10,72
09	PA-415	2,27	Areia fina	Extremamente mal selecionada	Muito positiva	Platicúrtica	57,62
10		-1,21	Grânulo	Moderadamente selecionada	Muito positiva	Muito platicúrtica	95,15
11	PA-417	8,27	Argila	Muito pobremente selecionada	Muito negativa	Muito platicúrtica	3,04
12		2,46	Areia fina	Bem selecionada	Aproximadamente simétrica	Muito platicúrtica	8,33
13		2,31	Areia fina	Moderadamente bem selecionada	Negativa	Muito platicúrtica	8,51
14		-1,02	Grânulo	Moderadamente selecionada	Aproximadamente simétrica	Platicúrtica	92,99
15	PA-416	2,50	Areia fina	Extremamente mal selecionada	Muito positiva	Muito platicúrtica	46,05
16		2,37	Areia fina	Moderadamente bem selecionada	Negativa	Muito leptocúrtica	10,48
17	PA-418	7,05	Silte muito fino	Extremamente mal selecionada	Negativa	Muito platicúrtica	11,69
18	PA-420	4,86	Silte grosso	Muito pobremente selecionada	Muito positiva	Platicúrtica	10,35
19	PA-419	5,49	Silte médio	Muito pobremente selecionada	Muito positiva	Mesocúrtica	5,57
20		2,62	Areia fina	Pobrememente selecionada	Negativa	Extremamente leptocúrtica	15,81
21		5,10	Silte médio	Muito pobremente selecionada	Muito positiva	Leptocúrtica	13,45
22	PA-421	6,06	Silte fino	Muito pobremente selecionada	Negativa	Platicúrtica	14,51
23		1,57	Areia média	Moderadamente bem selecionada	Muito negativa	Leptocúrtica	35,82
24		0,47	Areia grossa	Muito pobremente selecionada	Muito positiva	Mesocúrtica	59,70
25	PA-422	2,94	Areia fina	Pobrememente selecionada	Muito positiva	Extremamente leptocúrtica	3,74
26		2,58	Areia fina	Moderadamente selecionada	Aproximadamente simétrica	Muito leptocúrtica	10,96
27	PA-423	4,96	Silte grosso	Muito pobremente selecionada	Muito positiva	Leptocúrtica	4,05
28	PA-424	5,41	Silte médio	Muito pobremente selecionada	Muito positiva	Mesocúrtica	3,10
29	PA-425	4,94	Silte grosso	Muito pobremente selecionada	Muito positiva	Muito leptocúrtica	9,28
30	PA-426	5,10	Silte médio	Muito pobremente selecionada	Muito positiva	Platicúrtica	5,55
31	PA-427	5,15	Silte médio	Muito pobremente selecionada	Muito positiva	Platicúrtica	4,91
32		4,85	Silte grosso	Muito pobremente selecionada	Muito positiva	Leptocúrtica	7,44
33		4,30	Silte grosso	Muito pobremente selecionada	Muito positiva	Extremamente leptocúrtica	12,76
34		-0,35	Areia muito grossa	Muito pobremente selecionada	Muito positiva	Muito leptocúrtica	79,22
35		3,70	Areia muito fina	Muito pobremente selecionada	Muito positiva	Extremamente leptocúrtica	4,27
36	PA-429	5,54	Silte médio	Muito pobremente selecionada	Muito positiva	Muito leptocúrtica	1,98
37	PA-430	4,47	Silte grosso	Muito pobremente selecionada	Muito positiva	Muito leptocúrtica	2,69
38	PA-431	4,12	Silte grosso	Muito pobremente selecionada	Muito positiva	Muito leptocúrtica	1,59
39	PA-432	5,14	Silte médio	Muito pobremente selecionada	Muito positiva	Muito leptocúrtica	3,10
40	PA-428	5,03	Silte médio	Muito pobremente selecionada	Muito positiva	Platicúrtica	10,80
41		4,54	Silte grosso	Extremamente mal selecionada	Muito positiva	Platicúrtica	17,17
42	PA-433	4,38	Silte grosso	Extremamente mal selecionada	Muito positiva	Leptocúrtica	20,03
43		5,08	Silte médio	Extremamente mal selecionada	Muito positiva	Platicúrtica	3,32
44		5,38	Silte médio	Extremamente mal selecionada	Muito positiva	Platicúrtica	4,38
45	PA-435	5,87	Silte médio	Extremamente mal selecionada	Muito positiva	Muito leptocúrtica	2,90
46	PA-436	4,90	Silte grosso	Extremamente mal selecionada	Muito positiva	Platicúrtica	7,50
47		4,70	Silte grosso	Extremamente mal selecionada	Muito positiva	Muito leptocúrtica	3,58
48		4,91	Silte grosso	Extremamente mal selecionada	Muito positiva	Leptocúrtica	2,12

Anexo 2: Análises Palinológicas Balneário Hermenegildo

Tabela 12: Análises Palinológicas das amostras do Balneário Hermenegildo. Identificação das amostras conforme apontado na Tabela 6. Legenda: -: ausente; +: rara ou esporádica; ++: comum ou frequente; +++: abundante.

Palinomorfos		PA409	PA410	PA411	PA412	PA413	PA414	PA415	PA416	PA417	PA418	PA419	PA420	PA421	PA422	PA423	PA424	PA425	PA426	PA427	PA428	PA429	PA430	PA431	PA432	PA433	PA435	PA436		
Algae	Charophyta	Debarya	+	-	-	-	+	+	++	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+		
		Spirogyra	++	+	+	+++	+++	+++	+++	++	+++	++	+++	+++	+++	++	++	+++	++	+	+++	++	+++	+++	++	+++	+++	+++	+++	
	Chlorophyta	Botryococcus	+++	+++	++	+++	+++	+++	+++	++	+++	++	+++	+++	+++	++	++	+++	+++	++	+++	++	+++	+++	++	+++	+++	+++	+++	
	Incertae sedis	Pseudoschizaea	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	++	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-		
	Dinophyta	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	++	+	-	+	+	+	+	+		
Bryophyta	Anthocerothaceae	Anthoceros	-	-	+	-	+	-	+	+	-	-	+	-	+	+	-	++	+	+		+	-	+	-	-	-	-		
		Phaeoceros	-	+	+	-	-	-	++	-	-	-	+	++	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+	-	+		
	Blechnaceae	Blechnum	++	+	+	-	+	+	+	-	++	++	-	++	+	+	-	-	++	++	++	+	-	+	-	+	+	+		
	Cyatheaceae	Alsophila	++	++	++	+	++	+	+	-	+	+	++	++	++	-	-	+	++	-	+	+	+	++	+	+	+	+		
	Equisetaceae	Equisetum	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Pteridophyta	Lycopodiaceae	Huperzia	+	++	++	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	++	+	+	-	++	-	+	-	-	-	+		
	Ophioglossaceae	Botrychium	+	+	+	++	+	-	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	++	-	-	+	+		
		Ophioglossum	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	-	+	+	
	Osmundaceae	Osmunda	+	+	+	+	+	+	-	+	-	++	++	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	+	+	
	Polypodiaceae	Microgramma	++	+	+	++	+	+	+	++	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	+	++	+	+	++	++	++	+	
		Polypodiaceae		+	-	+	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	+	+	++	++	++	++	++	+	+	++	+	+	+	++
	Pteridaceae	Acrosticum	++	+	++	+	-	+	+	+	-	+	-	++	++	-	-	-	+	++	+	+	+	-	-	++	-	+	+	
Angiospermae	Amaranthaceae	Alternanthera	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-		
		Amaranthus	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-		
		Blutarpuron	++	+	++	++	++	+	+	++	++	+	+	++	+	+	+	-	+	+	+	+	+	++	+	-	+	+	+	
		Chenopodium	+	+	-	-	-	-	++	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	-	
		Salicornia	++	+	+	++	++	++	++	++	+	++	+	++	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	++	+	+	
		Sarcocornia	++	++	++	++	++	+	++	++	+	++	+	++	+	+	+	++	+	+	+	-	+	+	++	++	++	++	+	
		Não diferenciado	++	++	++	++	+	++	+	+++	++	++	+	+	++	+	++	++	++	+	+	+	+++	+	++	++	++	++	+	
		Syagrus	-	+	++	++	++	+	++	-	+	++	+	+	+	+	-	+	+	++	+	+	++	-	++	-	+	+	+	
	Arecaceae	Não diferenciado	-	++	++	+++	++	+++	+++	-	+++	++	++	+++	++	++	+	++	++	+++	++	++	++	+++	+++	++	+++	+++	++	++
		Baccharis	-	+	++	++	++	+++	+	+	++	-	++	+	-	+	++	+	++	-	-	+	++	+	+	++	+	+	++	
Asteraceae	Pteurocaulon	-	+	+	+	-	-	+	-	+	-	-	+	-	++	+	-	-	-	++	+	-	-	-	-	-	+	-		
	Senecio	-	+	+++	+	+	+++	+	++	++	++	++	++	+	-	++	++	++	+	++	++	++	+	+++	+++	++	+	++		
	Não diferenciado	-	++	+	+++	+	+	+	+++	++	++	++	+	++	++	++	++	++	+	++	++	++	++	++	++	++	+	++	++	
Betulaceae	Alnus	++	+	+	-	++	+	-	++	+	+	+	+	+	+	-	-	++	+	-	-	++	+	-	-	+	-	-		
Cyperaceae	Androthrycum	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	-		
	Cyperus	++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	++	++	-	-	++	++	++	+	-	++	-	-	-	+	+		
		Eleocharis	++	+++	++	+++	+++	+++	++	+++	++	+++	++	++	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	+++	++	++	++	++	
		Scirpus	+	++	+	++	+	++	++	++	++	+	+	++	++	++	+	+	+	-	-	+	+	-	++	++	-	+	-	
	Não diferenciado	+++	++	+++	+++	++	++	+++	++	++	+++	+++	++	++	++	+++	+	++	++	++	++	++	++	++	+++	+++	+++	++	++	
Fabaceae	Erythrina?	-	++	++	-	+++	-	+	++	++	+	++	++	-	-	-	+	+	++	++	+	++	++	++	++	+	++	++		
Melastomataceae	Leandra?	++	++	+++	+	+++	-	++	++	++	++	+++	++	+++	++	++	-	+++	++	++	++	+++	++	++	+	-	+	+++		
Poaceae	Andropogon	++	+	+	+	-	-	+	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-		
	Cynodon	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	+	-		
		Oryza	++	++	++	++	++	+	+	++	++	++	+	+	++	++	-	+	-	+	-	+	+	++	+	+	+	+		
		Panicum	+	++	+	+	++	++	++	+	++	++	+++	++	+	+++	++	++	++	++	++	++	++	+	++	++	+	+++	++	+
		Paspalum	+	+	++	+	-	++	++	+	+	++	+	-	-	-	+	+	++	+	++	-	-	-	+	++	+	++	+	
	Spartina	+++	+++	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	++	+++	++	+++	++	+++	+++	+++	++	+++	+++		

	Zea	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	
	Não diferenciado	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
	Typhaceae Typha	++	+	++	+	++	+	+	-	+	-	++	-	+	+	-	+	+	-	+	-	+	+	+	+	-	-	+	
	Verbenaceae Lantana	+	+	++	++	++	+++	-	-	+	++	++	++	++	++	+++	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
	<b>Mal preservados</b>	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
	<b>Ochrophyta</b>	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	++	+	+	+	+	
	<b>Foraminifera</b>	++	++	++	+	+	+++	++	++	++	++	+	+	+++	+	++	++	+	++	-	++	++	++	+	++	+++	++	++	
	<b>Porifera</b>	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+	+	++	+	+	+	
	<b>Escolecodontes</b>	++	++	++	++	+++	++	+++	+++	++	+++	+++	++	+++	+++	+++	-	+	++	++	+++	+++	++	+++	+++	+++	+++	+++	++
	TM I	+	+	+	+	-	+	++	-	++	-	++	++	++	+	++	++	+	++	++	++	++	+	+	-	+	++	++	
	TMII	-	+	+	+	-	+	-	-	+	+	-	-	+	-	++	+	-	-	++	+	-	+	-	+	-	+	-	
	TM III	-	+	+	+	+	-	-	-	+	++	+	+	++	-	-	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-	-	+	
	TM IV	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	++	-	+	+	+	-	++	-	+	+	+	
	Tetraploa	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	
<b>Fungi</b>																													