

## NOVOS DADOS PALINOLÓGICOS DA TRANSGRESSÃO MARINHA PÓS-GLACIAL EM SEDI- MENTOS DA LAGUNA DOS PATOS, RS, BRASIL

### A NEW PALYNOLOGICAL DATA ON THE POST-GLACIAL MARINE TRANSGRESSION IN SEDIMENTS OF THE PATOS LAGOON, RS, BRAZIL

Svetlana MEDEANIC<sup>1</sup>  
Sérgio R. DILLENBURG<sup>2</sup>  
Elirio E. TOLDO JUNIOR<sup>2</sup>

**Resumo:** Estudos palinológicos realizados em testemunhos (TBJ-02 e T-64), perfurados na margem da Laguna dos Patos (RS), permitiram examinar a distribuição de pólenes e esporos de plantas terrestres e aquáticas superiores, bem como zigósporos, cistos de algas marinhas, de água doce e salobra. Foram realizadas reconstruções paleoambientais e paleoclimáticas das mudanças ocorridas na região durante o Holoceno. A presença de cistos de dinoflagelados, silicoflagelados, acritarcas, diatomáceas marinhas e carapaças de microforaminíferos permitiram definir o desenvolvimento de ingressão marinha pós-glacial desde 7.730 $\pm$ 150 anos AP. O aumento na diversidade de algas marinhas nos sedimentos datados de 5.500-6.000 anos AP coincide com máximo desta transgressão, sob um clima mais úmido e mais quente, que durante estágio inicial transgressivo a 7.730 $\pm$ 150 anos AP e do que o atual.

**Palavras-chave:** Palinologia; Laguna dos Patos; Transgressão Marinha; Paleoambiente; Holoceno.

**Abstract:** The palynological analysis of samples from core TBJ-02 and core T-64, collected at the margin of the Patos Lagoon, the distribution of pollen and spores of aquatic and terrestrial higher plants, as well as zygospores, cists of freshwater, brackish-water and marine algae was established along the cores. The palaeoenvironmental and paleoclimatic reconstructions of the region during the Holocene were carried out. The presence of cysts of dinoflagellates, silicoflagellates and acritarchs, diatoms and microforaminifers permitted the recognition of marine water ingressions in the Patos lagoon during the course of the Post-Glacial Marine Transgression, dated at 7.370  $\pm$  150 y BP. The increase in content of marine algae in the studied sediments in coincide with the climax of this transgression which occurred about 5.500-6.000 years BP when climate was more humid and warmer than during the initial transgressive stage at 7.370  $\pm$  150 years BP and than present.

**Keywords:** Palynology; The Patos lagoon; Marine Transgression; Palaeoenvironment; Holocene.

## INTRODUÇÃO

As oscilações do nível do mar foram de fundamental importância na evolução das planícies costeiras brasileiras durante o Holoceno (Suguio et al. 1985, Isla 1989). As flutuações do nível do mar associadas a modificações climáticas, no decorrer do Holoceno, desempenharam um papel fundamental na formação dos sedimentos litorâneos do Brasil e na evolução paleoambiental terrestre e aquática (Villwock & Tomazelli 1995, Weiler 1998).

1 - Bolsista CNPQ, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Caixa Postal 15001, CEP 91500-900, Porto Alegre - RS - Brasil. (E-mail: svetlana.medeanic@ufrgs.br).  
2 - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, CECO, Caixa Postal 15001, CEP 91500-900, Porto Alegre - RS - Brasil. (E-mail: Sergio.dillenburg@ufrgs.br, Toldo@vortex.ufrgs.br).

A Palinologia tem grande aplicação para os estudos de transgressões e regressões marinhas, pois refletem as mudanças ambientais e paleoambientais aquáticas e terrestres. A palinologia centra-se no estudo de palinomorfos fósseis e subfósseis (zigósporos, coenóbias, cistos de algas, acritarcas, carapaças de microforaminíferos, esporos de vegetais inferiores e grãos de pólen de vegetais superiores), que permitem identificar os tipos de vegetação e a origem marinha ou continental dos sedimentos. Variações nas proporções de algas marinhas, algas de água salobra e carapaças de microforaminíferos podem indicar alterações de salinidade causadas por ingressões marinhas em corpos de águas costeiras como lagunas e estuários. Na determinação destas mudanças de salinidade, é fundamental a definição da composição taxonômica das algas e da frequência de espécies eurihalinas, mixohalinas e oligohalinas. Algas marinhas de dinoflagelados (Dinophyceae), silicoflagelados (Dictyochophyceae), acritarcas são particularmente muito importantes neste tipo de investigação. Um grande número de trabalhos atesta a importante aplicação da palinologia

no estudo de transgressões e regressões marinhas (Traverse & Ginsburg 1967, Sarjeant 1970, Dale 1976 e 1978, Wall *et al.* 1977, Bold & Winne 1986, Martin *et al.* 1986, Sournia 1986, Dominguez, 1987, Hunt 1987, Gregory & Hart 1992, Grill & Quattroccio 1996, Desikachary & Prema 1996).

No Rio Grande do Sul, a primeira aplicação da palinologia no estudo de oscilações do nível do mar coube a Lorscheitter (1983). Desde então, novos trabalhos foram desenvolvidos, buscando identificar variações ambientais nos sistemas lagunares da região costeira do Rio Grande do Sul (Cordeiro & Lorscheitter 1994, Lorscheitter & Dillenburg 1998, Medeanic *et al.* 2000). Contudo, a palinologia pode ainda contribuir na busca de respostas que expliquem questões importantes da evolução costeira do Rio Grande do Sul durante o Holoceno, tais como: a definição da existência ou não de paleocanais holocenos de comunicação da Laguna dos Patos com o Oceano Atlântico, a definição da ocorrência de oscilações de alta frequência do nível do mar após o máximo transgressivo de 5.500 <sup>14</sup>C anos AP, ou mesmo uma determinação mais precisa do início de formação

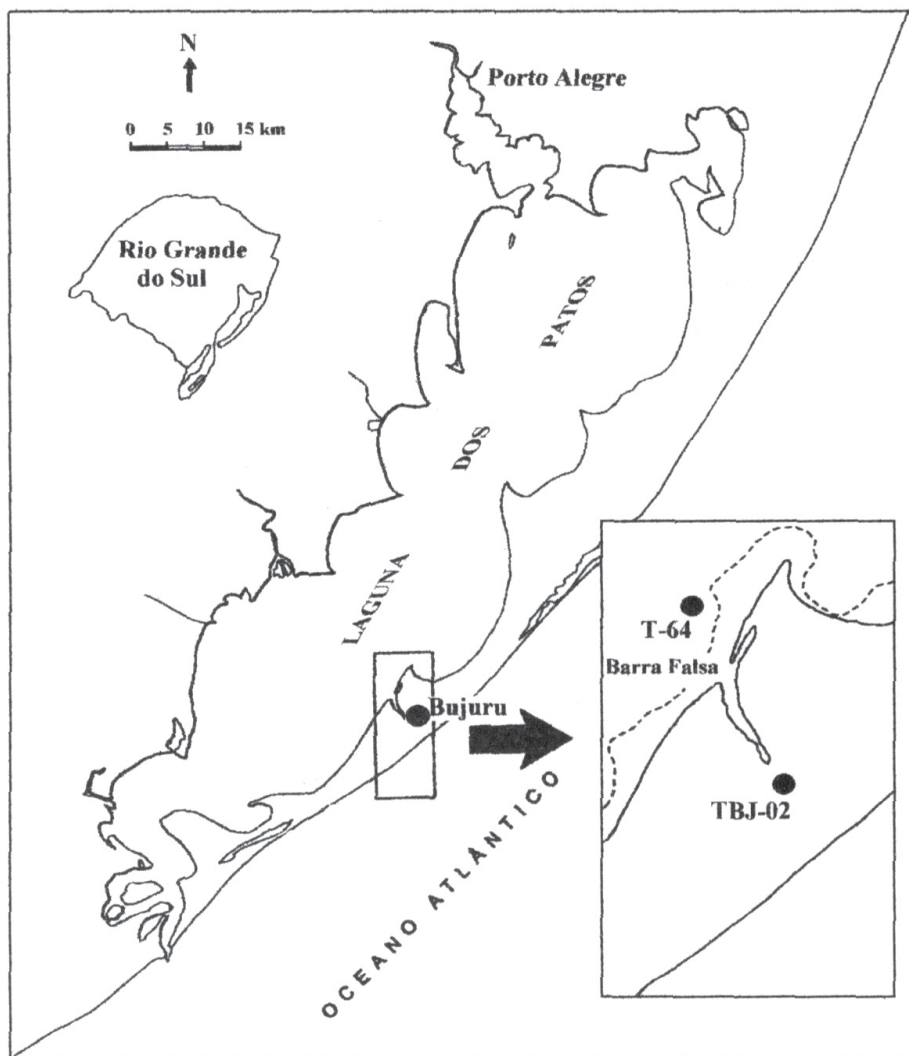


FIGURA 1 : Mapa de localização dos testemunhos T-64 e TBJ-02.

FIGURE 1 : The map, showing the location of studied cores T-64 and TBJ-02.

do sistema lagunar, e outros problemas ligados a mudanças ambientais e climáticas ocorridos durante o Holoceno.

Neste trabalho, foram analisados dois testemunhos de sondagem coletados na margem SE da Laguna dos Patos com o objetivo de avaliar o registro palinológico da transgressão marinha pós-glacial nos sedimentos de fundo da laguna. Um deles - testemunho TBJ-02 está situado especificamente na extremidade SE da feição denominada Barra Falsa localizada no município de Bujuru, Litoral Médio do Rio Grande do Sul (Figura 1).

A área de estudo localiza-se próximo à célula sul da Laguna dos Patos (Figura 1), numa região dominada por dunas costeiras e áreas intermareais de marismas e pradarias submersas do estuário da Laguna dos Patos (Cordazzo & Seeliger 1988, Seeliger 1992, Costa et al. 1996, 1997). As espécies vegetais, mais importantes, que ocupam atualmente a região são: *Spartina alterniflora*, *S. densiflora*, *Juncus effusus*, *J. acutus*, *Scirpus alneyi*, *Typha latifolia*, *Paspalum vaginatum*, *Senecio tweedii*, *Chenopodium album*, *Vigna luteola*, *Rumex paraguayensis*, *Ipomea caria*, *Salicornia gaudichaudiana*, e outros. A composição taxonômica da vegetação nativa atual é influenciada pelo Oceano Atlântico e as espécies halófitas predominam na região da área de estudo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O testemunho analisado (TBJ-02) foi coletado na extremidade SE da Barra Falsa (Figura 1), através de testemunhagem à vibração. A recuperação do registro amostrado foi de 5,5 metros, caracterizando-se por um domínio de lama orgânica em sua porção basal e areia na sua porção de topo (Figura 2). No testemunho TBJ-02 o estudo palinológico foi efetuado em 25 amostras constituídas por lama, do total de 68 amostras coletadas no testemunho em intervalos espaçados de 5 cm. Na profundidade de 333 cm, foi coletada uma amostra para datação por  $^{14}\text{C}$ , enviada ao laboratório da BETA ANALYTIC INC., Flórida, EUA. A idade obtida foi de 7.370 +/- 150 anos AP.

O outro testemunho, T-64, foi analisado para fins de comparação dos dados palinológicos que caracterizam os diferentes períodos, mais novos, da mesma transgressão marinha pós-glacial. Foram analisadas 19 amostras de lama, coletadas com intervalo de 5-6 cm (Figura 3). A datação aproximada da idade absoluta (cerca de 5.500-6.000 anos AP) foi estabelecida com base na correlação da lama orgânica à profundidade de 85-190 cm do testemunho T-64, com sedimentos do testemunho-vizinho que anteriormente já foram datados pelo método radiocarbônico.

O tratamento químico das amostras foi feito segundo as técnicas usuais descritas em Faegri & Iversen (1975). As amostras foram tratadas com ácido clorídrico (10%) e hidróxido de potássio (10%). Aplicou-se o método de separação entre substâncias inorgânicas e orgânicas através de líquido denso (solução aquosa de  $\text{ZnCl}_2$  de densidade 2,2 g/cm<sup>3</sup>). A não aplicação de ataque químico com ácido fluorídrico permitiu a preservação e análise de esqueletos sílicas de diatomáceas e cistos de silicoflagelados. Após de tratamento químico, as amostras foram montadas em lâminas com gelatina-glicerina.

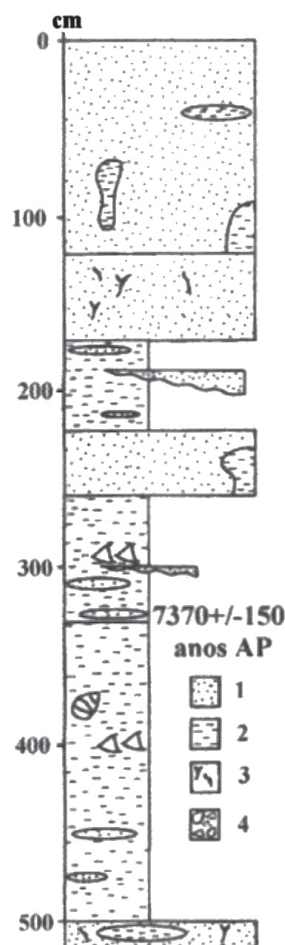


FIGURA 2 : Característica litológica do testemunho TBJ-02: 1-areia, 2-lama, 3-detrito, 4-conchas.

FIGURE 2 : Lithological characteristic of core TBJ-02. 1-sand, 2-silt, 3-detritus, 4-shells.

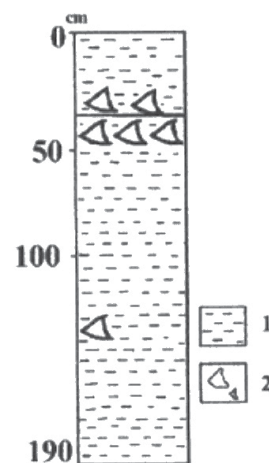


FIGURA 3 : Característica litológica do testemunho T-64. 1-lama, 2-conchas.

FIGURE 3 : Lithological characteristic of core T-64. 1-silt, 2-shells.

A definição taxonômica de grãos de pólen e de esporos foi feita com base nos trabalhos de Barth *et al.* (1976), Neves & Lorscheitter (1992 e 1995), Garcia (1997 e 1998), Lorscheitter *et al.* (1998 e 1999), Coelho & Barth (2000), entre outros, bem como por meio de consulta à palinoteca de grãos de pólen e de esporos das plantas nativas do Estado do Rio Grande do Sul, localizada no Laboratório de Palinologia do Departamento de Paleontologia e Estratigrafia de Universidade Federal do Rio Grande do Sul. As algas verdes, dinoflagelados e diatomáceas encontradas foram determinadas com base na bibliografia pré-existente (Moreira Filho & Teixeira 1963, Moreira 1975, Dale 1976, 1978, Canter-Lund 1995, Van Gell & Van Hammen 1978; Meyer Rosa 1979, Sournia 1986). Neste estudo as diatomáceas tiveram apenas a sua taxonomia definida e foram usadas como indicadores nas mudanças em salinidade de paleolaguna causadas por oscilações do nível do mar e não foram incluídas em contagem junto com os palinomorfos determinados.

As carapaças de microforaminíferos permitem avaliar as mudanças de salinidade da laguna, segundo os estudos de Thunell & Williams (1983).

Os indicadores marinhos incluem as algas marinhas Dinophyceae, Dictyochophyceae, acritarcos e carapaças de microforaminíferos. Os zigósporos de algas de água doce (Chlorophyta) foram considerados como um grupo para caracterizar mudanças em salinidade da paleolaguna. Os grãos de pólen da família Poaceae foram agrupados à parte, em relação a outros grupos de grãos de pólen, devido às diferentes características

ecológicas de gêneros e espécies que compõem esta família.

Todos os palinomorfos foram contados simultaneamente “pollen sum”, a saber: grãos de pólen de plantas terrestres e aquáticas, esporos de briófitas e pteridófitas, zigósporos de algas de água doce (Chlorophyta) e cistos de algas marinhas e salobras (Dinophyceae, Dictyochophyceae e Acritarcha). Foram consideradas as amostras que apresentavam contagem superior a 200 palinomorfos. Os dados obtidos foram plotados em palinodiagramas (Figuras 4 e 5) usando *Microsoft Excel*. Para a confecção e plotagem dos diagramas polínicos (Figuras 5 e 6) foi utilizado o programa (*Software TILIA, TILIAGRAF e CONISS*) (Grimm 1987).

A composição taxonômica de todos os grãos de pólen e de esporos, zigósporos e cistos de dinoflagelados, silicoflagelados, e algas verdes, definida nas amostras dos testemunhos TBJ-02 e T-64, encontra-se apresentada no quadro 1. Os palinomorfos identificados foram fotografados no fotomicroscópio Olympus, na Fundação da Zoobotânica Do Rio Grande do Sul, com objetivas de magnitudes 40x, 65x e são apresentados nas estampas I e II.

## RESULTADOS

Os testemunhos estudados e cujos resultados obtidos referem-se à última transgressão marinha pós-glacial apresentam níveis estratigráficos distintos.

### Testemunho TBJ-02

A análise palinológica dos sedimentos desse testemu-

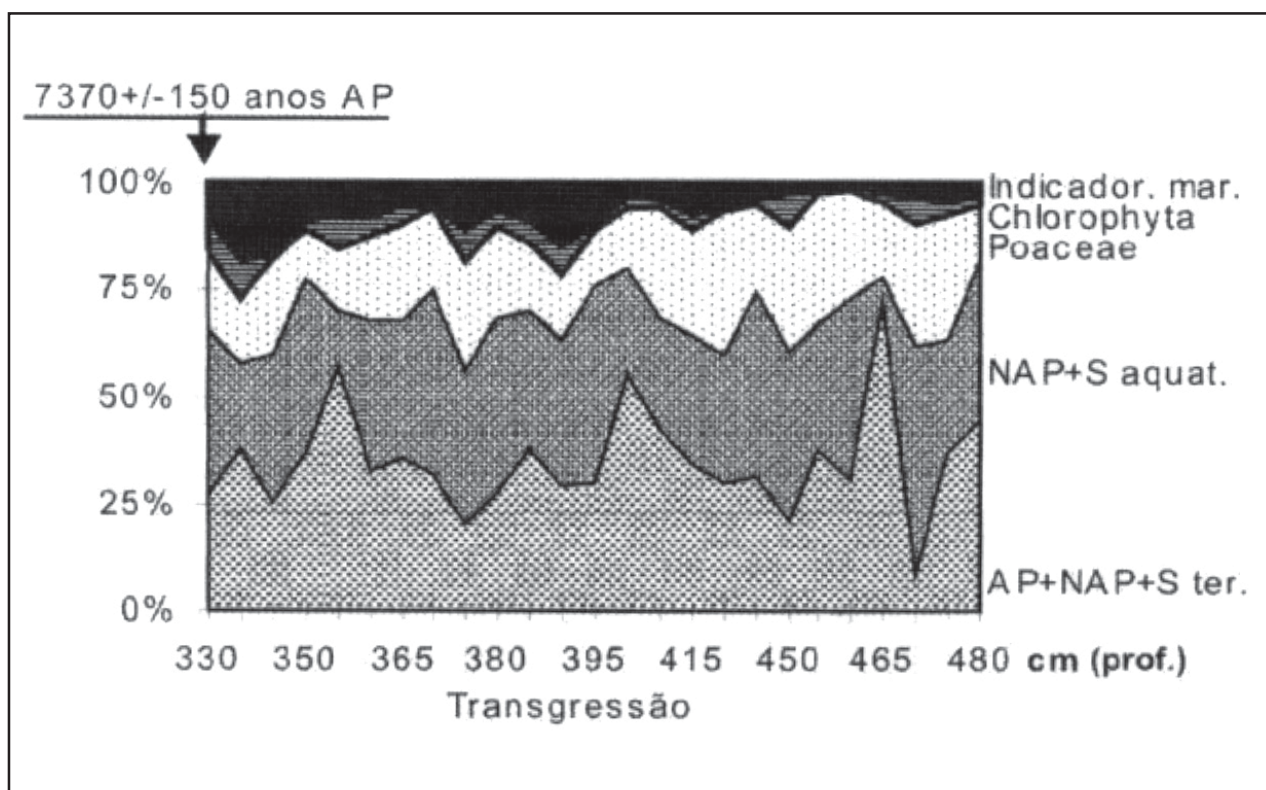
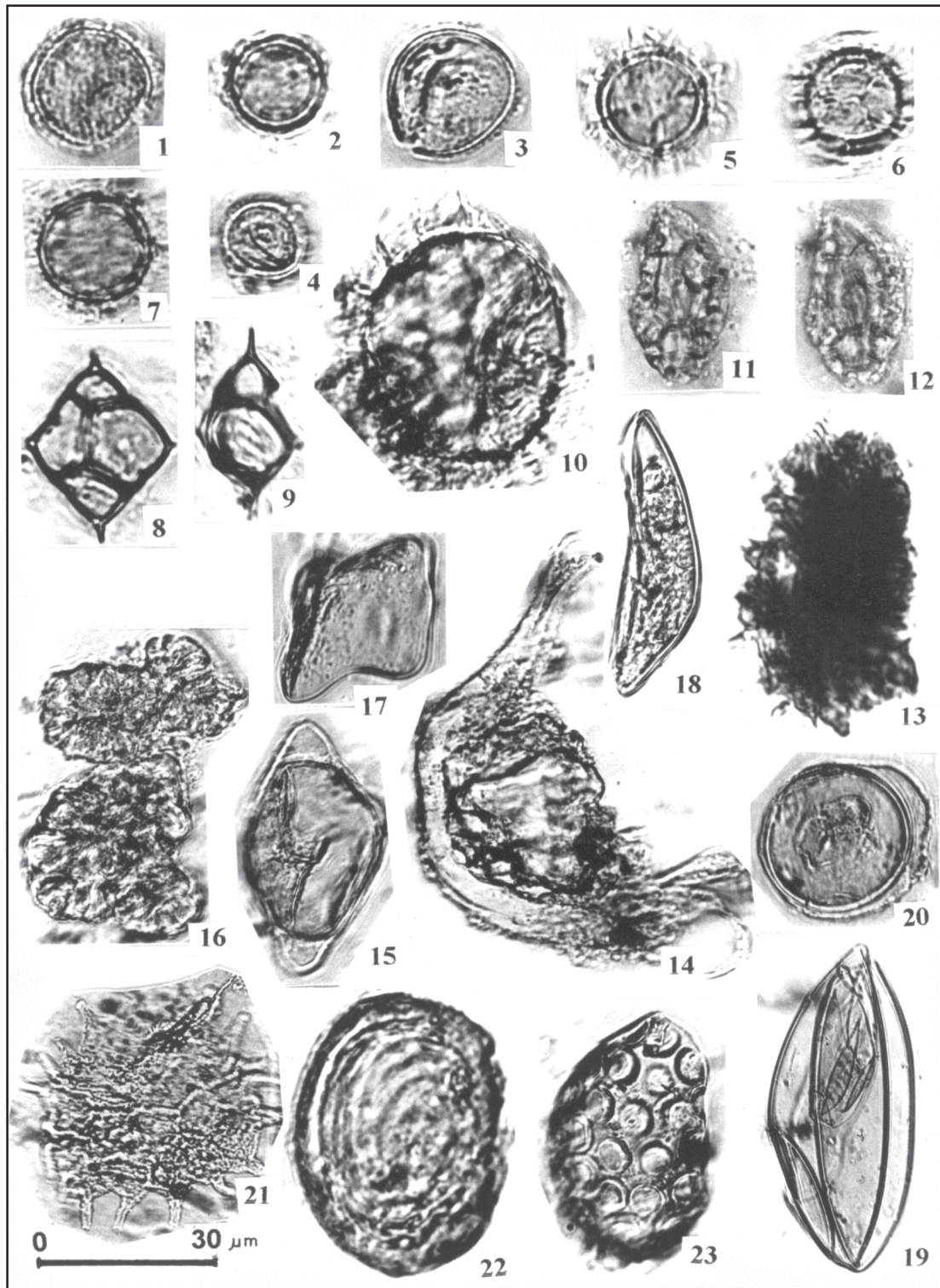


FIGURA 4 : Diagrama do testemunho TBJ-02. AP-pólen arbóreo, NAP-pólen herbáceo, S-esporos de briófitas e pteridófitas.

FIGURE 4: Diagram of core TBJ-02. AP-arboreal pollen, NAP-herbaceous pollen, S-spores of Bryophyta and Pteridophyta.

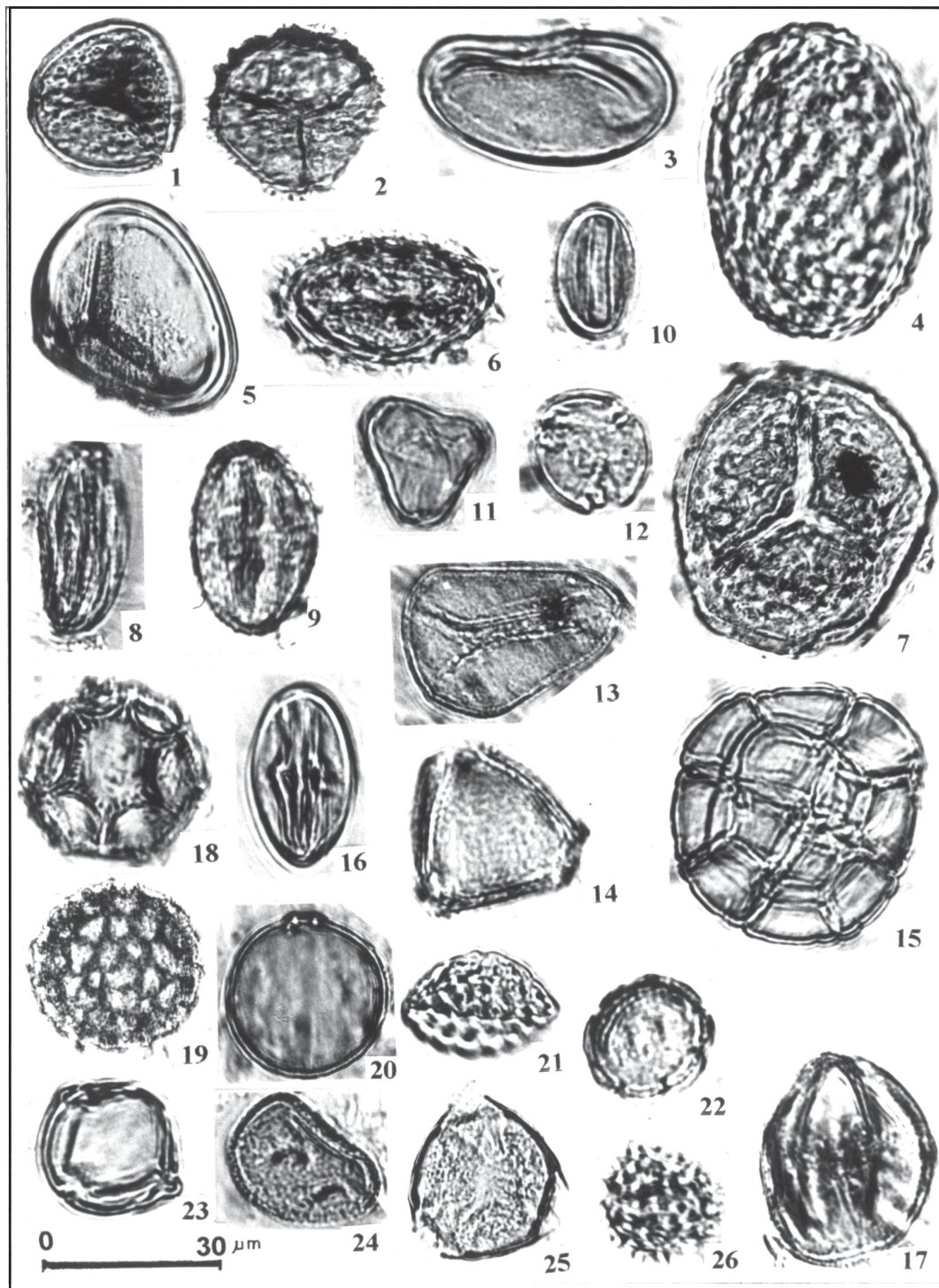


ESTAMPA I: Algas

ACRITARCHA / Figuras 1-4 - Tipo *Microhystridium*. Figuras 5-7 - Tipo *Cymatiosphaera*. DICTYOCOPHYCEAE / Figuras 8, 9 - Tipo *Dictyocha*. DYNOPHYCEAE / Figuras 10, 14 - Tipo *Spiniferites*. Figuras 11, 12 - cistos de dinoflagelados indeterminados. figura 13 - Tipo *Operculodinium*. Figura 15 - cisto de dinoflagelado indeterminado. ZYGNEMATACEAE / Figura 16 - Tipo *Botryococcus*. Figura 17 - Tipo *Mougeotia*. Figuras 18, 19 - Tipo *Spirogyra*. Figura 20 - Tipo *Debarya*. Figura 23 - Tipo *Zygnema*. CHLOROPHYCEAE / Figura 16 - Tipo *Botryococcus*. Figura 21 - Tipo *Pediastrum*. INCERTAE SEDIS / Figura 22 - Tipo *Pseudoschizea*.

PLATE I: Algae

ACRITARCHA / Figures 1-4 - Type *Microhystridium*. Figures 5-7 - Type *Cymatiosphaera*. DICTYOCOPHYCEAE / Figures 8, 9 - Type *Dictyocha*. DYNOPHYCEAE / Figures 10, 14 - Type *Spiniferites*. Figures 11, 12 - cyst of indeterminate dinoflagellate. Figure 13 - Type *Operculodinium*. Figure 15 - cyst of indeterminate dinoflagellate. ZYGNEMATACEAE / Figure 16 - Type *Botryococcus*. Figure 17 - Type *Mougeotia*. Figures 18, 19 - Type *Spirogyra*. Figure 20 - Type *Debarya*. Figure 23 - Type *Zygnema*. CHLOROPHYCEAE / Figure 16 - Type *Botryococcus*. Figure 21 - Type *Pediastrum*. INCERTAE SEDIS / Figure 22 - Type *Pseudoschizea*.



ESTAMPA I I: Esporos e pólen de plantas terrestres e aquáticas superiores BRYOPHYTA / Figura 1- Tipo *Phaeoceros*. Figura 2 - Tipo *Anthoceros*. PTERIDOPHYTA / Figura 3 - Tipo *Blechnum*. Figura 4 - Tipo *Microgramma*. Figura 5 - Tipo *Dicksonia*. Figura 6 - Tipo *Cystopteris*. Figura 7 - Tipo *Lycopodiella*. PINOPHYTA / Figura 8 - Tipo *Ephedra*. MAGNOLIOPHYTA / Figura 9- Tipo *Anacardiaceae*. Figura 10 -Tipo *Rapanea*. Figura 11 - Tipo *Myrtaceae*. Figura 12 - Tipo *Alchornea*. Figura 13 - Tipo *Palmae*. Figura 14 - Tipo *Erythrina*. Figura 15 - Tipo *Acacia*. Figura 16 - Tipo *Euphorbiaceae*. Figura 17 - Tipo *Cordia*. Figura 18-Tipo *Alternanthera*. Figura 19 - Tipo *Polygonum hidropiperoides*. Figura 20 - Tipo *Poaceae*. Figura 21 - Tipo *Amaranthus-Chenopodiaceae*. Figura 22 - Tipo *Lamiaceae*. Figura 23 - Tipo *Solanaceae*. Figura 24 - Tipo *Typha dominguensis*. Figura 25 - Tipo *Verbena*. Figura 26 - Tipo *Asteraceae*.

PLATE I I: Spores and pollen of terrestrial and aquatic higher plants

BRYOPHYTA / Figure 1- Type *Phaeoceros*. Figure 2 - Type *Anthoceros*. PTERIDOPHYTA / Figure 3 - Type *Blechnum*. Figure 4 - Type *Microgramma*. Figure 5 - Type *Dicksonia*. Figure 6 - Type *Cystopteris*. Figure 7 - Type *Lycopodiella*. PINOPHYTA / Figure 8 -Type *Ephedra*. MAGNOLIOPHYTA / Figure 9- Type *Anacardiaceae*. Figure 10 -Type *Rapanea*. Figure 11 - Type *Myrtaceae*. Figure 12 - Type *Alchornea*. Figure 13 - Type *Palmae*. Figure 14 - Type *Erythrina*. Figure 15 - Type *Acacia*. Figure 16 - Type *Euphorbiaceae*. Figure 17 - Type *Cordia*. Figure 18-Type *Alternanthera*. Figure 19 - Type *Polygonum hidropiperoides*. Figure 20 - Type *Poaceae*. Figure 21 - Type *Amaranthus-Chenopodiaceae*. Figure 22 - Type *Lamiaceae*. Figure 23 - Type *Solanaceae*. Figure 24 - Type *Typha dominguensis*. Figure 25 - Type *Verbena*. Figure 26 - Type *Asteraceae*.

no revelou a presença significativa e, portanto, representativa de palinórfos em apenas 25 amostras contidas no intervalo entre as profundidades 330 e 480 cm; nas demais amostras analisadas no intervalo 0,10-300 cm, os palinórfos foram raros ou ausentes, por isso, foram excluídos neste estudo. A composição da palinoflora, assim como a mudança na frequência de diferentes tipos de palinórfos, permitiram a reconstituição da vegetação da época e das oscilações climáticas com **assinaturas** presentes neste intervalo de 150 cm da base do testemunho.

Em todas as amostras foram encontradas espécies de diatomáceas marinhas e de água salobra (*Coscinodiscus* sp., *Cyclotella* cf. *stylorum*, *Diploneis smithii* var. *smithii*, *Melosira* cf. *sulcata*, e *Triceratium*). Também foram identificados os cistos de algas marinhas de dinoflagelados (*Operculodinium*, *Spiniferites*). Os acritarcas estão representados por *Micrhystridium* e *Cymatiosphaera* (2-18%). As carapaças de microforaminíferos são raras. O conteúdo de algas verdes (Chlorophyta) de água doce é limitado até 2-8% (Figura 4), sendo representadas por *Botryococcus* (predominante), *Mougeotia*, *Spirogyra* e *Zygnema*. Grãos de pólen de árvores e arbustos perfazem 2-7%, e são representados por poucos táxons (*Alchornea*, *Celtis*, *Ilex*, *Rapanea*, *Smilax*, *Trema*, Anacardiaceae, Bignoniaceae, Caesalpiniaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae, Loranthaceae, Mimosaceae, Moraceae-Urticaceae, Myrtaceae, e Palmae.). Os grãos de pólen de plantas halófitas e xerófitas perfazem 13-50% do total, e estão principalmente representados pelas espécies de *Amaranthus-Chenopodiaceae* (Figura 6). Entre os grãos de pólen de outras espécies de ervas destacam-se as famílias Asteraceae e Poaceae, enquanto os de espécies de plantas de ervas mesófitas são restritos a 3-12%, e estão representados por

espécies das famílias de Apiaceae, Asteraceae, Convolvulaceae, Fabaceae, Liliaceae, Polygonaceae, Primulaceae, Scrophulariaceae, e Solanaceae. A família Poaceae representa 13-35% do total de palinórfos. Grãos de plantas aquáticas pertencem às espécies de Cyperaceae e Typhaceae. Os esporos da planta aquática *Azolla filiculoides* (4-8%) são encontrados em algumas amostras, enquanto os de Pteridophyta (1-6%) estão representados por Polypodiaceae, *Blechnum*, *Dicranoglossum*, *Microgramma*, e *Osmunda* e os de Bryophyta (13-40%) são encontrados em grande quantidade e são representados por espécies de *Anthoceros* e *Phaeoceros*.

Três palinoespectros foram diferenciados dos demais através da composição taxonômica de grãos de pólen e de esporos, da relação percentual entre grupos de vegetação e através da frequência de indicadores marinhos. Estes palinoespectros foram encontrados em amostras das profundidades 355, 400 e 465 cm (Figura 6), e distinguiram-se basicamente pelo aumento no conteúdo de espécies de ervas xerófitas e halófitas (*Amaranthus-Chenopodiaceae* - 42-50%) e por apresentarem uma frequência maior das espécies de diatomáceas marinhas de *Coscinodiscus*, *Cyclotella* cf. *stylorum*, *Melosira* cf. *sulcata*, e *Triceratium*.

A presença constante de algas marinhas (dinoflagelados, silicoflagelados e acritarcas) e de microforaminíferos no intervalo amostrado, indica que a sua deposição, iniciada a cerca de  $7.370 \pm 150$  anos AP, deu-se sob condições de uma importante ingressão marinha na Laguna dos Patos. A alta salinidade das águas da lagoa resultou na redução do conteúdo e diversidade de algas de água doce das espécies de algas verdes - *Botryococcus*, *Debarya*, *Mougeotia*, *Spirogyra*, *Zygnema*. Durante este período, as plantas de dunas foram representadas por espécies de halófitas e xerófitas

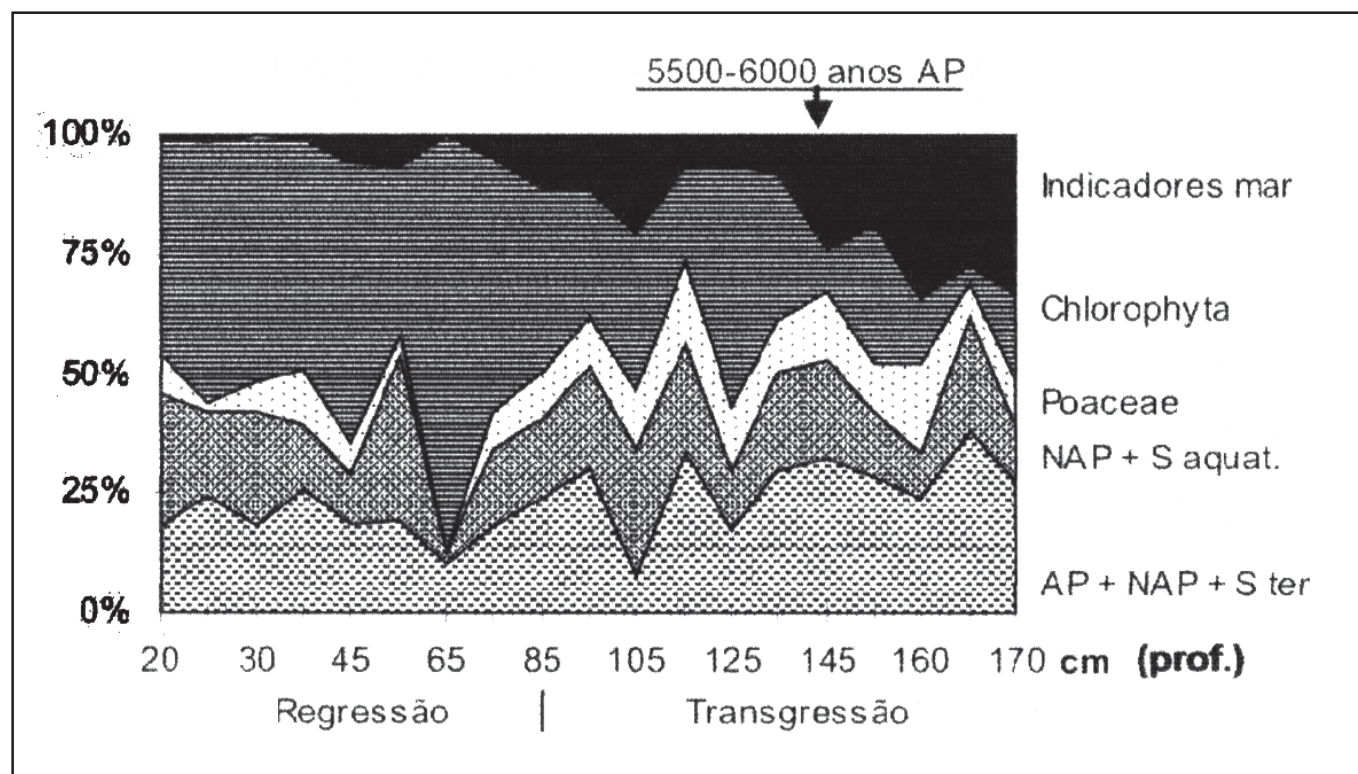


FIGURA 5 : Diagrama do testemunho T-64. AP-pólen arbóreo, NAP-pólen herbáceo, S-esporos de briófitas e pteridófitas.

FIGURE 5 : Diagram of core T-64. AP - arboreal pollen, NAP-herbaceous pollen, S-spores of Bryophyta and Pteridophyta.

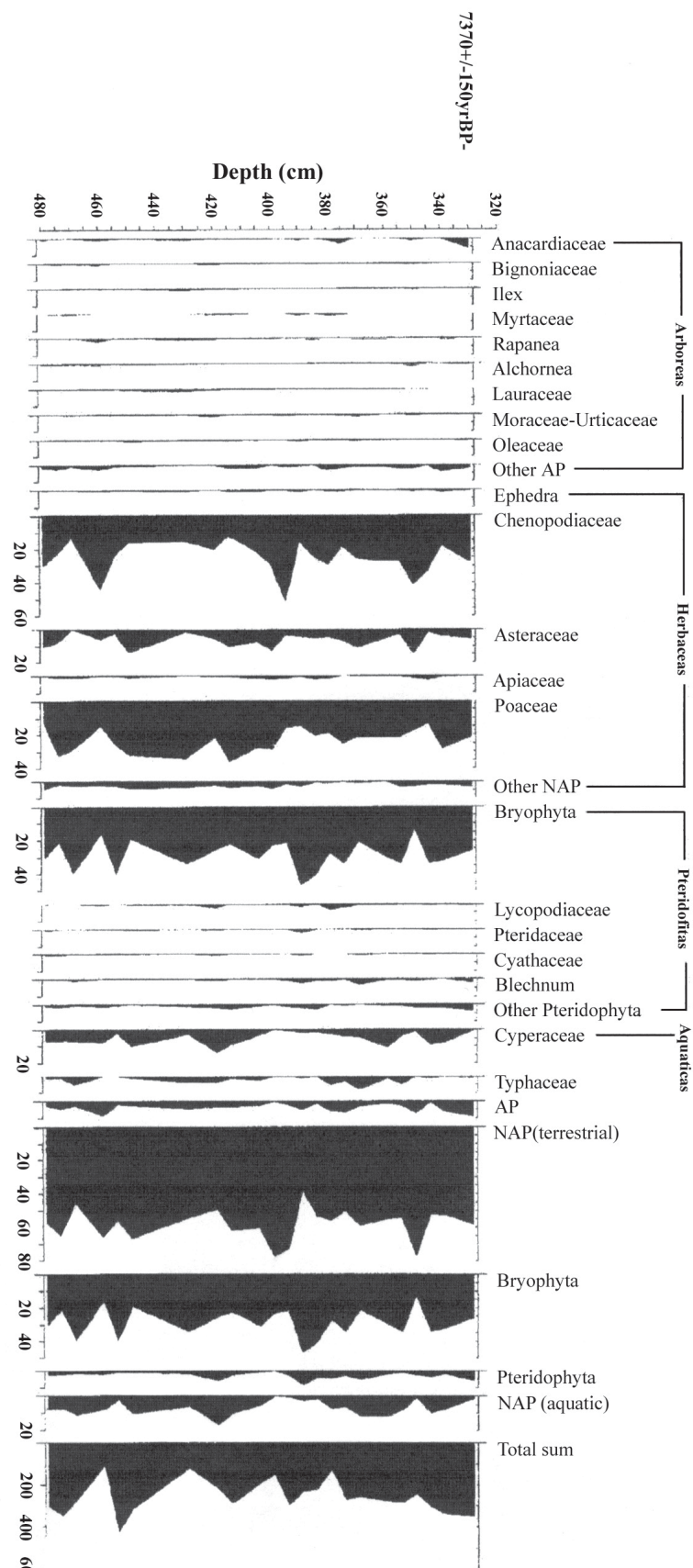


FIGURA 6: Palinodiagrama do testemunho TBJ-02.  
FIGURE 6: Pollen diagram of core TBJ-02.

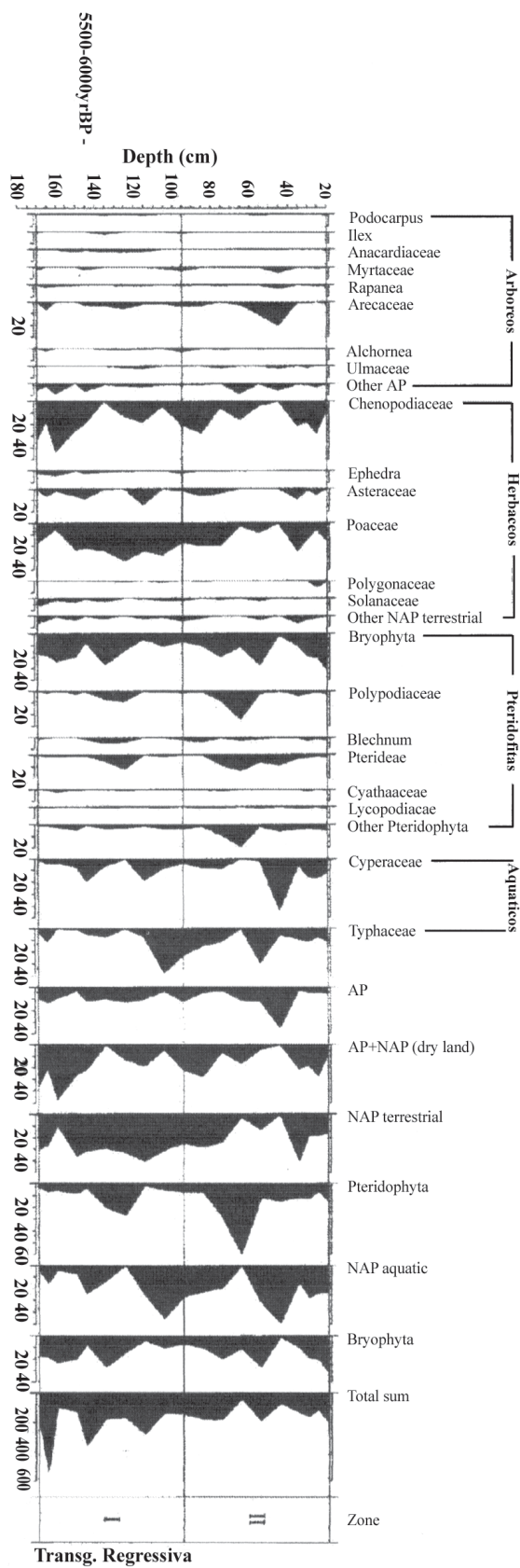


FIGURA 7: Palinodiagrama do testemunho T-64.

FIGURE 7: Palen diagram of core T-64.

de *Amaranthus*-Chenopodiaceae, algumas espécies de Asteraceae, Poaceae e *Ephedra*. Ervas-mesófitas tais como Asteraceae, Apiaceae, Convolvulaceae, Lamiaceae, Liliaceae, Poaceae, Polygonaceae, Primulaceae, Ranunculaceae, Scrophulariaceae sugerem associação florística de campo. As espécies de Pteridophyta foram representadas por *Anemia*, *Anogramma*, *Blechnum*, *Dicranoglossum*, *Dicranopteris*, *Gleichenia*, *Microgramma*, *Osmunda*, *Pteris*, e outros. Os dados palinológicos indicam o domínio de uma condição climática subtropical úmida durante esta fase de ingressão marinha.

Os resultados obtidos, de uma maneira geral, coincidem com aqueles apresentados por Lorscheitter (1983) e Cordeiro &

Lorscheitter (1994), principalmente no que se refere aos tipos de vegetação e mudanças do clima durante os estágios finais da Transgressão Marinha Pós-Glacial (Última Grande Transgressão) na região costeira do Rio Grande do Sul. Os resultados são concordantes, por exemplo, no registro de um aumento de grãos de pólen de plantas xerófitas, halófitas e indicadores marinhos, e na redução de grãos de pólen representativos de florestas subtropicais.

Os três palinoespectros anteriormente mencionados, caracterizados por um aumento importante no conteúdo de plantas xerófitas e também de indicadores marinhos (dinoflagelados, acritarcas e microforaminíferos) indicam pulsos de maior influ-

| Composição taxonômica | T-64 | TBJ-02 | Composição taxonômica | T-64 | TBJ-02 | Composição taxonômica | T-64 | TBJ-02 |
|-----------------------|------|--------|-----------------------|------|--------|-----------------------|------|--------|
| <b>Acritarcha</b>     |      |        | <i>Dicranopteris</i>  | +    | +      | <i>Ilex</i>           | +    |        |
| <i>Cymatiosphaera</i> | +    | +      | <i>Dryopteris</i>     | +    |        | Lamiaceae             | +    | +      |
| <i>Micrhystridium</i> | +    | +      | <i>Equisetum</i>      | +    |        | Lauraceae             | +    |        |
| <b>Chlorophyta</b>    |      |        | <i>Hymenophyllum</i>  | +    | +      | Liliaceae             | +    | +      |
| <i>Botryococcus</i>   | +    | +      | <i>Huperzia</i>       | +    | +      | Loranthaceae          | +    | +      |
| <i>Debarya</i>        | +    | +      | <i>Lycopodium</i>     | +    | +      | <i>Magnolia</i>       | +    | +      |
| <i>Mougeotia</i>      | +    | +      | <i>Marsileaceae</i>   |      | +      | Malvaceae             | +    | +      |
| <i>Pediastrum</i>     | +    | +      | <i>Microgramma</i>    | +    | +      | Mimosaceae            | +    | +      |
| <i>Spirogyra</i>      | +    | +      | <i>Osmunda</i>        | +    | +      | <i>Myrica</i>         | +    | +      |
| <i>Zygnema</i>        | +    | +      | Polypodiaceae         | +    | +      | <i>Myriophyllum</i>   | +    | +      |
| <b>Dinophyta</b>      |      |        | <i>Selaginella</i>    | +    | +      | Moraceae-             | +    | +      |
| <i>Dictyocha</i>      | +    | +      |                       |      |        | Urticaceae            |      |        |
| <i>Ceratium</i>       |      | +      | <b>Pinophyta</b>      |      |        | Myrtaceae             | +    | +      |
| <i>Operculodinium</i> | +    | +      | <i>Araucaria</i>      | +    | +      | Oleaceae              | +    |        |
| <i>Spiniferites</i>   | +    | +      | <i>Ephedra</i>        | +    | +      | Palmae                | +    | +      |
| <b>Incertae sedis</b> |      |        | <b>Magnoliophyta</b>  |      |        | Poaceae               | +    | +      |
| <i>Pseudoschizea</i>  | +    | +      | <i>Alchornea</i>      | +    | +      | Polygonaceae          | +    | +      |
| <b>Bryophyta</b>      |      |        | Alismataceae          | +    |        | <i>Polygonum</i>      | +    | +      |
| <i>Anthoceros</i>     | +    | +      | Anacardiaceae         | +    | +      | Ponteridaceae         | +    | +      |
| <i>Phaeoceros</i>     | +    | +      | <i>Artemisia</i>      |      | +      | Primulaceae           | +    | +      |
| <i>Sphagnum</i>       | +    | +      | Asteraceae            | +    | +      | <i>Rapanea</i>        | +    | +      |
| <b>Pteridophyta</b>   |      |        | Bignoniaceae          | +    |        | Rosaceae              | +    | +      |
| <i>Anogramma</i>      | +    |        | Cactaceae             |      | +      | Rubiaceae             | +    |        |
| <i>Asplenium</i>      | +    |        | Caesalpiniaceae       | +    | +      | <i>Salix</i>          | +    |        |
| <i>Azolla</i>         | +    | +      | <i>Celtis</i>         | +    | +      | <i>Smilax</i>         | +    | +      |
| <i>Blechnum</i>       | +    | +      | Cunoniaceae           | +    |        | Solanaceae            | +    | +      |
| <i>Botrychium</i>     | +    |        | Cyperaceae            | +    | +      | <i>Symplocos</i>      | +    | +      |
| <i>Cyathaceae</i>     | +    | +      | <i>Erythrina</i>      | +    | +      | <i>Trema</i>          | +    | +      |
| <i>Cystopteris</i>    | +    | +      | Fabaceae              | +    | +      | Typhaceae             | +    | +      |
| <i>Dicksonia</i>      | +    |        | Fagaceae              |      | +      | Thymeleaceae          | +    | +      |
| <i>Dicranoglossum</i> | +    | +      | Gomphrena             | +    | +      |                       |      |        |

\* A composição taxonômica do testemunho T-64 foi incluída na tabela para comparação com testemunho TBJ-02

QUADRO 1: Composição taxonômica de pólen, esporos, algas e acritarcas nos sedimentos dos testemunhos TBJ-02 e T-64.\*  
TABLE 1: Taxonomic composition of pollen, spores, algae and acritarch in the samples of cores TBJ-02 and T-64.

ência marinha no corpo lagunar.

O trabalho de Toldo Jr. *et al.* (1991) apresentou a hipótese de que a Barra Falsa representa uma feição geomorfológica remanescente de um antigo canal de comunicação entre o oceano Atlântico e a Laguna dos Patos, ativo há cerca de 2.000–2.500 anos AP. Os registros palinológicos e a datação por  $^{14}\text{C}$  da base do testemunho TBJ-02 comprovam a existência de uma antiga depressão distante no local de coleta do testemunho TBJ-02, sujeita a uma forte influência de águas marinhas há cerca de 7.400 anos AP. A observação do contexto desta antiga depressão, no mapa geológico das Folhas Lagoa Doce e Bojuru (Tomazelli *et al.* 1988), sugere fortemente que a mesma representa uma continuidade já assoreada da Barra Falsa. Portanto, os resultados deste trabalho corroboram com a hipótese de que a Barra Falsa representa o registro remanescente de um paleocanal de comunicação entre o oceano e a Laguna dos Patos.

#### Testemunho T-64

Os registros palinológicos desse segundo testemunho, coletado no corpo d'água principal da Laguna dos Patos de profundidade 85-170 cm, descritos por Medeanic *et al.* (2000), indicam a ocorrência de mudanças ambientais importantes entre a fase de ingressão marinha, iniciada a  $7.370 \pm 150$  anos AP, registrada pelo testemunho TBJ-02, e uma fase mais recente, próxima do clímax da Transgressão Marinha Pós-Glacial, ocorrida entre 6.000 e 5.500 anos AP, registrada no T-64. Neste último testemunho, segundo Medeanic *et al.* (2000), foram encontrados indicadores marinhos representados por dinoflagelados (*Operculodinium*, *Spiniferites*), silicoflagelados (*Dictyocha*), acritarcas (*Micrhystridium*, *Cymatiosphaera*) e carapaças de microforaminíferos, que indicam uma significativa salinidade da Laguna dos Patos no intervalo de tempo amostrado no testemunho (Figuras 5 e 7). Na figura 7, a fase transgressiva coincide com zona I. As algas de água doce das espécies *Botryococcus*, *Spirogyra*, *Zygnema* ocorrem de uma forma restrita. A floresta subtropical, afastada da influência marinha, foi representada por espécies de *Acacia*, *Alchornea*, *Celtis*, *Ilex*, *Rapanea*, *Symplocos*, *Trema*, *Anacardiaceae*, *Apocynaceae*, *Bignoniaceae*, *Mimosaceae*, *Euphorbiaceae*, *Lauraceae*, *Mimosaceae*, *Myrtaceae*, *Palmae*, outros. Ambientes paludiais, de ocorrência restrita, estão representados por espécies de *Cyperaceae*, *Typhaceae*, *Anthoceros*, *Huperzia*, *Phaeoceros*, *Selaginella*, *Sphagnum*, *Osmunda*, algumas espécies de *Poaceae* e *Azolla filiculoides*. As espécies das plantas-halófitas de *Amaranthus*-*Chenopodiaceae* predominavam nas dunas (Figura 7).

#### DISCUSSÕES

Os dados palinológicos do testemunho TBJ-02 são diferenciados daqueles obtidos do testemunho T-64. No TBJ-02 observa-se um predomínio de dinoflagelados de *Spiniferites*, a ausência, na maioria das amostras de silicoflagelados (*Dictyocha*), uma presença limitada de pólenes e esporos de plantas de pântanos, uma diversidade mais restrita de espécies de Pteridophyta e uma maior distribuição e variedade de plantas halófitas e xerófitas (Quadro 1). A análise comparativa entre os

registros palinológicos dos dois testemunhos indica que os intervalos amostrados em ambos correspondem a níveis estratigráficos distintos; e que, ao final da Transgressão Marinha Pós-Glacial (6.000 - 5.500 anos AP) o clima era subtropical, com maior número de meses quentes e com maiores precipitações atmosféricas em comparação à fase transgressiva de  $7.370 \pm 150$  anos AP. Essa fase transgressiva, mais antiga, situa-se temporalmente próxima ao início da ingressão marinha na Laguna dos Patos, ocorrida, segundo Toldo Jr. *et al.* (2000), há cerca de 8.000 anos AP. A amenidade climática interpretada para a fase final da transgressão marinha pós-glacial, expressa por maiores médias anuais de temperatura, coincide com a condição de ótimo climático durante o Holoceno, interpretado por vários autores (Deevey & Flint 1957, Davis *et al.* 1980, COHMAP 1988, Ledru *et al.* 1996, 1998, Weiler 1998), ocorrido à cerca de 5.000-6.000-anos AP.

#### CONCLUSÕES

Com base em novos dados palinológicos, obtidos no registro sedimentar holoceno da Laguna dos Patos, foi identificada uma importante ingressão marinha, ocorrida à cerca de  $7.370 \pm 150$  anos AP., correspondente aos estágios iniciais de inundação da área da Laguna dos Patos, resultante do desenvolvimento da transgressão marinha pós-glacial (Última Grande Transgressão). O aumento na proporção de algas marinhas (dinoflagelados, silicoflagelados, acritarcas, diatomáceas) e microforaminíferos foi o critério mais importante no diagnóstico desta ingressão marinha.

Os três palinoespectros identificados, distinguidos por incrementos na proporção de plantas xerófitas e algas marinhas, indicam que esta ingressão marinha deu-se através de pulsos.

O crescimento na salinidade da laguna causou a diminuição na diversidade e na proporção de espécies de algas de água doce (Chlorophyta) e algumas espécies de plantas aquáticas de *Cyperaceae*, *Typhaceae*, e outras.

O registro palinológico de sedimentos formados no início de transgressão marinha (cerca de  $7370 \pm 150$  anos AP) permitiu interpretar uma condição climática subtropical com estação mais seca do que durante época próxima ao máximo da transgressão (6.000 – 5.500 anos AP). De acordo com os resultados obtidos por Cordeiro & Lorscheitter (1994), Neves & Lorscheitter (1992 e 1995), Medeanic *et al.* (2000), o máximo da transgressão marinha é caracterizado por um clima subtropical úmido, quando ocorreram as elevadas maiores taxas de precipitação atmosférica, e também as maiores médias anuais de temperatura.

Os dados do testemunho TBJ-02 corroboram a hipótese de que a Barra Falsa representa um remanescente geomorfológico de um antigo canal de comunicação entre o Oceano Atlântico e a Laguna dos Patos.

#### AGRADECIMENTOS

A autora principal agradece à Conselho Nacional de Pesquisa (CNPQ) pela Bolsa de Pesquisadora-Visitante (Processo

nº 300569/99-8), CECO/IG/UFRGS pelas facilidades oferecidas no desenvolvimento deste trabalho, Dr.<sup>a</sup> Lezilda Carvalho Torgan, pesquisadora da Fundação de Zoobotânica do Rio Grande do Sul, e Luz Flávio P. Lopes, fotógrafo do Instituto de Geociências da UFRGS pelo suporte na realização de microfotografias.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARTH, O. M.; BARBOSA, H.S.; MACIEIRA, E.G. 1976. Morfologia da pólen anemófilo e alegizante no Brasil VI- Gramineae, Palmae, Typhaceae, Cyperaceae, Cupressaceae e Combretaceae. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, **74** (3/4): 347-359.
- BOLD, H. C. & WYNNE, M. J. 1986. *Introduction to the Algae*. Prentice Hall, Inc., Englewood. 720 p.
- CANTER-LUND, H. 1995. *Fresh water Algae. Their microscopic world explored*. England, Biopress. 360 p.
- COELHO, L.G. & BARTH, O. M. 2000. Morfologia polínica e habitat das espécies do gênero *Alchornea* (Euphorbiaceae) presentes nas matas de Santa Catarina, Sul do Brasil. *Revista Universidade Guarulhos - Geociências*, **V** (nº especial): 228-230.
- COHMAP (members). 1988. Climatic changes of the last 18000 years: Observations and model simulations. *Science*, **241**: 1043-1052.
- CORDAZZO, C. V. & SEELIGER, U. 1988. *Guia ilustrado da vegetação costeira no extremo sul do Brasil*. Rio Grande. Ed. da FURG. 275 p.
- CORDEIRO, S. H. & LORSCHETTER, M. L. 1994. Palynology of Lagoa dos Patos sediments, Rio Grande do Sul, Brasil. *Journal of Paleolimnology*, **10**: 35-42.
- COSTA, C. S. B.; CORDAZZO, C. V.; SEELIGER, U. 1996. Shore disturbance and dune plant distribution. *Journal of Coastal Research*, **12**(1): 133-140.
- COSTA, C. S. B.; SEELIGER, U.; OLIVEIRA, C. P. L.; MAZO, A. M. M. 1997. Distribuição, funções e valores das marismas e pradarias submersas no estuário da Lagoa dos Patos (RS, Brasil). *Atlântica*, **19**: 67-85.
- DALE, B. 1976. Cyst formation, sedimentation and preservation: factors affecting Dinoflagellate assemblages in recent sediments from Trodheims fiord, Norway. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **22**(1): 39-60.
- DALE, B. 1978. Acritarchous cysts of *Peridinium faeroense* Paulsen: implication for dinoflagellate systematics. *Palynology*, **2**: 187-193.
- DAVIS, M.B.; SPEAR, R.W.; SHANE, L.C.K. 1980. Holocene climate of New England. *Quaternary Research*, **14**: 240-250.
- DEEVEY, E. S. & FLINT, R. F. 1957. Postglacial hypsithermal interval. *Science*, **125**: 182-184.
- DESIKACHARY, T. V. & PREMA, P. 1996. Silicoflagellates (Dictyochophyceae). *Biblioteca Phycologica*, **100**: 298.
- DOMINGUEZ, J. M. L. 1987. Sea-level history and Quaternary Evolution of River Mouth-Associated Beach-Ridge Plains along the East-Southeast Brazilian coasts. *Assumary. SEPM*, special publication, **41**: 58-65.
- FAEGRI, K. & IVERSEN, J. 1975. *Text-book of Pollen Analysis*. Blackwell Scientific Publications, 295 p.
- HUNT, C. O. 1987. Dinoflagellate cyst and acritarch assemblages in shallow-marine and marginal-marine carbonates: the Portland Sand, Portland stone and Purbeck Formation (Upper Jurassic/Lower Cretaceous) of Southern England and Northern France. In: *Micropaleontology of Carbonate Botryococcus Environments of Ellis Horwood*. Chichester, p. 208-225.
- ISLA, F. I. 1989. Holocene sea-level fluctuations in the southern hemisphere. *Quaternary Science Review*, **8**: 359-227.
- GARCIA, M. J. 1997. Palinologia de Turfeiras Quaternárias do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, estado de São Paulo, Brasil. Parte I: Fungos, Algas, Briófitas e Pteridófitas. *Revista Universidade Guarulhos - Geociências*, **II** (nº especial): 148-165.
- GARCIA, M. J. 1998. Palinologia de Turfeiras Quaternárias, do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, Estado de São Paulo, Brasil. Parte II: Gymnospermae e Magnoliophyta. *Revista Universidade Guarulhos - Geociências*, **III**(6): 84-107.
- GREGORY, W. A. & HART, G. F. 1992. Towards a Predictive Model for the Palynologic Response to Sea-Level Changes. *Palaios*, **7**: 3-33.
- GRILL, S. C. & QUATTROCCIO, M. E. 1996. Fluctuaciones eustáticas durante el Holoceno a partir de registro de paleomicroplancton: arroyo Naposta Grande, sur de la provincia de Buenos Aires. *Ameghiniana*, **33**(4): 435-442.
- GRIMM, E. C. CONISS. 1987. A tortran 77 Program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of the incremental sum of squares. *Pergamon Journal*, **13**: 13-35.
- LEDRU, M. P.; BRAGA, P. S.; SOUBIÉS, F.; FOURNIER, M.; MARTIN, L.; SUGUIO, K.; TURQ, B. 1996. The last 50.000 years in the Neotropics (Southern Brazil): evolution of vegetation and climate. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **123**: 239-257.
- LEDRU, M. P.; SALGADO-LABOURIAU, M. L.; LORSCHETTER, M. L. 1998. Vegetation dynamics in Southern and Central Brazil during the last 10.000 yr BP. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **99**(2): 131-142.
- LORSCHETTER, M. L. 1983. Evidences of sea oscillations of Late Quaternary in Rio Grande do Sul, Brazil, provided by palynological studies. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*, **1**: 53-60.
- LORSCHETTER, M. L. & DILLENBURG, S. R. 1998. Holocene palaeoenvironments of the Northern coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil, reconstructed from palynology of Tramandaí lagoon sediments. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*, **11**: 73-97.
- LORSCHETTER, M. L.; ASHRAF, A. R.; BUENO, R. M.; MOSBRUGER, V. 1998. Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part I. *Palaeontographica, ABT*, **B. BD.**, **246**: 1-113..
- LORSCHETTER, M. L.; ASHRAF, A. R.; WINDINDISCH, P. G.; MOSBRUGER, V. 1999. Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part II. *Palaeontographica, ABT*, **B. BD.**, **251**: 1-235.
- MARTIN, L.; MORNER, N.; SUGUIO, K. 1986. Fundamentos e reconstrução de antigos níveis marinhos do Quaternário. *Boletim do Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo*, **4**: 1-161.
- MEDEANIC, S.; TOLDO JUNIOR, E. E.; DILLENBURG, S. R. 2000. Palynological evidence of marine ingression in the Lagoa dos Patos lagoon during the Late Holocene. *Revista Universidade Guarulhos - Geociências*, **V** (nº especial): 141-145.
- MEYER ROSA, Z. 1979. *Diatomáceas marinhas e estuarinas de Tramandaí, Rio Grande do Sul, Brasil*. Porto Alegre. 72 p. (Dissertação de Mestrado em Biociências, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul).
- MOREIRA, V. 1975. Contribuição ao estudo das Bacillariophyceae (Diatomáceas) em Diatomitos Brasileiros. *Acta Biológica*, **4**(3, 4): 135-198.
- MOREIRA FILHO, H. & TEIXEIRA, C. 1963. Noções gerais sobre as diatomáceas (Chrysophyta-Bacillariophyceae). *Boletim da Universidade do Paraná, Botânica*, **11**: 1-26.
- NEVES, P. C. P. & LORSCHETTER, M. L. 1992. Palinologia de Sedimentos de uma Mata Tropical Paludosa em Terra de Areia, Planície Costeira Norte, Rio Grande do Sul, Brasil. Descrições Taxonômicas. Parte I; Fungos, Algas, Briófitas, Pteridófitas, palinómorfs e outros fragmentos de invertebrados. *Acta Geológica Leopoldensia*, **XV**(36): 83-114.

- NEVES, P. C. P. & LORSCHREITER M. L. 1995. Palinologia de Sedimentos de uma Mata Tropical Paludosa (Terra de Areia, Planície Costeira Norte, Rio Grande do Sul, Brasil). Descrições taxonômicas. Parte II: Gimnospermas e Angiospermas. *Acta Geológica Leopoldénsia*, **XVIII**(41): 45-82.
- SARJEANT, W. 1970. The genus *Spiniferites* Mantell, 1850 (Dinophyceae). *Grana Palynologica*, **10**: 74-78.
- SEELIGER, U. 1992. Coastal Foredunes of Southern Brazil: Physiography, habitats and vegetation. In: SEELIGER (ed.). *Coastal Plant Communities of Latin America*. FURG. p. 367-375.
- SOURNIA, A. 1986. *Atlas du Phytoplancton Marine. Introduction, Cyanophycees, Dictyochophycees, Dinophycees et Raphidophycees*. Paris. 219 p.
- SUGUIO, K.; MARTIN, L.; BITTENCOURT, A. C.; DOMINGUEZ, M. L.; FLEXOR, J. M.; AZEVEDO, A. E. G. 1985. Flutuações do Nível do Mar Durante o Quaternário Superior ao longo do Litoral Brasileiro e suas Implicações na Sedimentação Costeira. *Revista Brasileira de Geociências*, **15**(4): 273-286.
- THUNELL, R. C. & WILLIAMS, D. F. 1983. Paleotemperature and paleosalinity history of the Eastern Mediterranean during the Late Quaternary. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **44**: 23-39.
- TOLDO JUNIOR, E. E.; AYUP-ZOUAIN, R. N.; CORRÊA, I. C. S.; DILLENBURG, S. R. 1991. Barra Falsa: Hipótese de um Paleocanal Holocênico de Comunicação entre a Laguna dos Patos e o Oceano Atlântico. *Pesquisas*, **18**(2): 99-103.
- TOLDO JUNIOR, E. E.; DILLENBURG, S. R.; CORRÊA, I. C. S.; ALMEIDA, L. E. S. B. 2000. Holocene Sedimentation in Lagoa dos Patos Lagoon, Rio Grande do Sul, Brazil. *Journal of Coastal Research*, **16** (3): 816-822.
- TOMAZELLI, L. J.; DEHNHARDT, B. A.; LOSS, E. L.; BACHI, F. A.; VILLWOCK, J. A.; DEHNHARDT, E. A.; GODOLPHIM, M. F. 1988. *Mapa Geológico, folhas Lagoa Doce e Bojuru*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, CECO, 1:100.000.
- TRAVERSE, A & GINSBURG, R N. 1967. Pollen and Associated Microfossils in the Marine Surface Sediments of the Great Bahama Bank. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **3**: 243-254.
- VAN GELL, B. & VAN DER HAMMEN, T. 1978. Zygnemataceae in Quaternary, Colombian sediments. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **25**(5): 377-392.
- VILLWOCK, J. A. & TOMAZELLI, L. J. 1995. Geologia costeira do Rio Grande do Sul. *Notas Técnicas*, **8**: 1-45.
- WALL, D. ; DALE, B.; LOHMANN, G.; SMITH, W. 1977. The Environmental and Climatic distribution of the Dinoflagellate Cysts in Modern Marine Sediments from Regions in the North and South Atlantic Oceans and Adjacent Seas. *Marine Micropaleontology*, **2**: 121-200.
- WEILER, N. E. 1998. Holocene Sea Levels in Anegada Bay, Argentine Republic. *Journal of Coastal Research*, **14**(3): 1034-1043.