



---

**CEPPE**

Centro de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão  
MESTRADO EM ANÁLISE GEOAMBIENTAL

MARIA CRISTINA SANTIAGO HUSSEIN VILELA

ANÁLISE DE DIATOMÁCEAS EM SEDIMENTOS QUATERNÁRIOS DA ESTAÇÃO  
ECOLÓGICA JURÉIA-ITATINS (SP): CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DE VARIAÇÕES  
DO NÍVEL DO MAR NO HOLOCENO

GUARULHOS  
2010

MARIA CRISTINA SANTIAGO HUSSEIN VILELA

ANÁLISE DE DIATOMÁCEAS EM SEDIMENTOS QUATERNÁRIOS DA ESTAÇÃO  
ECOLÓGICA JURÉIA-ITATINS (SP): CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DE VARIAÇÕES  
DO NÍVEL DO MAR NO HOLOCENO

Dissertação apresentada à Universidade  
Guarulhos, como parte dos requisitos para  
obtenção do grau de Mestre em Geociências.  
Área de concentração: Análise Geoambiental

Orientador: Prof. Dr. Kenitiro Suguio

Co-orientador: Prof. Dr. Paulo Eduardo De Oliveira

GUARULHOS

2010



A Comissão Julgadora dos Trabalhos de Defesa de Dissertação de MESTRADO, intitulada “**Análise de Diatomáceas em Sedimentos Quaternários da Estação Ecológica Juréia-Itatins (SP): Contribuição dos Estudos de Variação do Nível do Mar no Holoceno**”, em sessão pública realizada em 06 de Agosto de 2010, considerou a candidata *Maria Cristina Santiago Hussein Vilela* **aprovada**.

A Banca Examinadora foi composta pelos seguintes pesquisadores:

Prof. Dr. Kenitiro Suguio  
**Orientador**  
**Universidade Guarulhos - UnG**

Profa. Dra. Enide Eskinazi Leça  
**Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRP**

Profa. Dra. Maria Judite Garcia  
**Universidade Guarulhos - UnG**

Guarulhos  
2010

Gustavo, com todo amor, dedico a você este trabalho.



## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao professor Dr. Kenitiro Suguio, meu orientador e coordenador do projeto, pela oportunidade de participar de um projeto tão importante, por sua excelente e inesquecível orientação e atenção em todos os momentos que precisei.

Agradeço ao professor Dr. Paulo Eduardo De Oliveira, meu co-orientador, pelas informações, sugestões e momentos de reflexão sobre este trabalho.

Agradeço à professora Dra. Maria Judite Garcia pelo apoio, carinho e dedicação ao longo deste trabalho, não só como professora, mas como amiga. Presente nos momentos bons e ruins, sempre me apresentava as palavras certas e acolhedoras.

Agradeço à Universidade Guarulhos-UnG que me propiciou os meios materiais indispensáveis à plena realização desta pesquisa.

Agradeço ao Projeto FAPESP nº 2006/04467-7 - "Estação Ecológica Juréia-Itatins (SP): flutuações de níveis marinhos abaixo do atual no Holoceno" - e a todos os seus colaboradores, em especial à vice-coordenadora Dra. Alethéa Martins Salun e Dr. William Salun Filho pelo apoio, quanto ao fornecimento das informações necessárias ao desenvolvimento desta pesquisa.

Agradeço à Fundação Florestal e o Instituto Florestal da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, órgãos gestores das Unidades de Conservação no Estado de São Paulo, que apoiaram o desenvolvimento dos trabalhos de campo. E, o apoio logístico e a disponibilização de recursos humanos da Estação Ecológica Juréia-Itatins (EEJI) tornaram possível a realização das sondagens.

Agradeço à professora Dr. Alcina Magnólia Franca Barreto por intermediar o valioso contato com a professora Dr. Enide Eskinazi Leça, da Universidade Federal de Pernambuco, que colaborou na identificação dos táxons de diatomáceas e por isso, faz parte de nossa equipe. Agradeço também a Dra. Maria da Glória Gonçalves da Silva Cunha, professora do Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco pela valiosa colaboração na identificação dos táxons.

Agradeço ao coordenador do curso de Mestrado professor Dr. Antonio Roberto Saad e ao professor Mario Lincoln Echebehere pelos conhecimentos fornecidos, não só no início, mas ao longo do curso.

Agradeço aos professores Dr. Carlos Alberto Bistrichi, Dr. José Candido Stevaux, MSc. Marisa Vianna Mesquita e MSc. Elza de Fátima Bedani, por me auxiliarem nos momentos de maior dúvida e aos demais professores do Laboratório de Geociências, que se mostraram presentes e sempre dispostos a ajudar.

Agradeço à Dra. Denise de Campos Bicudo do Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo e aos seus orientados Carlos Eduardo Wetzel e Angélica Righetti pelo auxílio na identificação inicial das espécies de diatomáceas.

Agradeço à minha amiga-irmã professora MSc. Eliane de Siqueira Zanzini por estar ao meu lado em todos os momentos em que mais precisei, ouvindo minhas confidências com paciência e carinho.

Agradeço à grande amiga professora MSc. Rosana Saraiva Fernandes pelos conselhos, momentos de descontração e de resolução de dúvidas ao longo desses dois anos. E também, pelo grande auxílio na confecção das estampas.

Agradeço à grande amiga e colega de turma, Biól. Andréa Barbieri Rezende pelo apoio, dedicação e amizade.

Agradeço à toda equipe do Laboratório de Geoprocessamento pelo auxílio, principalmente ao técnico Esp. William de Queiroz pelo indispensável auxílio na montagem dos gráficos e à professora MSc. Sandra Emi Sato pela finalização e impressão de painéis dos eventos científicos.

Agradeço aos técnicos do Laboratório de Geociências, MSc. Fábio da Costa Casado, Raquel de Almeida Cardoso, Mitz Harumi Tanaka, Ricardo Seiffer N. de Paula, Raphael Paixão Branco Teixeira, Patrícia Ferreira Rosa Cardoso, alunos de Iniciação Científica e do Mestrado em Análise Geoambiental pelo apoio técnico, momentos de amizade e descontração.

Agradeço à direção e coordenação do Colégio Brasília, professores, auxiliares e alunos pelos momentos de grande aprendizado, os quais foram indispensáveis no desenvolvimento desta pesquisa.

Agradeço à minha família, que em todos os momentos esteve presente para permitir que esse grande sonho fosse realizado.

*Se eu vi mais longe, foi por estar de pé sobre ombros de gigantes.*

*Isaac Newton*

## RESUMO

As análises diatomológicas de um testemunho sedimentar de 5,79 m de comprimento obtido de depósitos paleolagunares da EEJI (Estação Ecológica Juréia-Itatins) situada entre Iguape e Peruíbe, no Estado de São Paulo, indicam que o NRM (nível relativo do mar) teria atingido valores mais altos e mais baixos que o atual durante o Holoceno. A coleta do testemunho sedimentar foi realizada numa área emersa, sem qualquer influência marinha atual na margem esquerda do Rio Comprido. Através das datações por radiocarbono foi possível obter idades variáveis entre  $280\pm 40$  anos A.P. no topo e  $8.370\pm 50$  anos A.P. na base. Doze idades adicionais ao radiocarbono foram obtidas entre as extremidades. Esses sedimentos apresentam litologia bem homogênea, já que apenas argilas levemente arenosas e mais ou menos orgânicas foram encontradas. Além disso, nas análises constatou-se a ausência de valvas preservadas de diatomáceas nos 25 cm iniciais mas, ao longo do testemunho, tornam-se cada vez mais numerosas. Informações relativas às distribuições dos táxons e requerimentos ecológicos de diatomáceas são utilizadas na interpretação dos eventos paleoambientais ocorridos durante o Holoceno e, como são relativamente escassos os trabalhos semelhantes realizados no Brasil, são discutidos de forma detalhada, os dados existentes sobre o assunto.

Palavras-chave: Holoceno, diatomáceas, Estação Ecológica Juréia-Itatins, Estado de São Paulo.

## ABSTRACT

Diatom analyses of a 5.79 m long sediment core obtained from paleolagoonal deposits of the EEJI (Estação Ecológica Juréia-Itatins), located between Iguape and Peruibe, in the São Paulo State indicate that the RSL (relative sea-level) have attained values higher and lower than the present during the Holocene. A sediment core was sampled in a emerged area, presently without any marine influence, at the Comprido River left margin. Through radiocarbon datings was possible to obtain changeable ages from  $280\pm 40$  years B.P. at the top and  $8,370\pm 50$  years B.P. at the base. Twelve additional radiocarbon ages were also obtained between the extremities. These sediments presented a very homogeneous lithology, because only slightly sandy and more or less organic clays were found. Moreover, the analyses showed an absence of preserved diatom valves within the beginning for 25 cm however, they became increasingly numerous along the core. The data related to the taxa distribution and their ecological requirements are used in the interpretation of the paleoenvironmental events occurred during the Holocene and, as this type of studies are relatively scarce in Brazil, the data to this time available on the subject are discussed in a more detailed way.

Key words: Holocene, diatom, Estação Ecológica Juréia-Itatins, São Paulo State.

**LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

FIGURA 1 – Modelo esquemático da frústula de uma diatomácea.....	11
FIGURA 2 – Reprodução assexuada de diatomáceas.....	12
FIGURA 3 – Diatomáceas comuns em diatomitos brasileiros.....	17
FIGURA 4 – Curvas esquemáticas médias de variações dos níveis relativo do mar.....	19
FIGURA 5 – Setores da costa brasileira mais detalhadamente pesquisados em termos de mudanças do NRM.....	20
FIGURA 6 – Fatores responsáveis pelas variações do nível relativo do mar.....	21
FIGURA 7 – Curva média aproximada de variações do NRM nos últimos 7.000 anos ao longo da costa brasileira.....	22
FIGURA 8 – Reconstituição de paleossalinidades e paleobatimetrias do paleoambiente estuarino da antiga Baía de Tóquio (Japão).....	24
FIGURA 9 – Curva de variação do NRM durante os últimos 7.000 anos na área de Salvador, BA.....	25
FIGURA 10 - Diagrama de concentração (nº de valvas/cm <sup>3</sup> ) de <i>Melosira (Aulacoseira) sulcata</i> , táxons marinhos, salobros, dulcícolas e não identificados, para a Lagoa Olho D'Água (PE).....	26
FIGURA 11 – Diagrama de porcentagem de diatomáceas na amostra do testemunho FS – 20.....	27

FIGURA 12 – Localização da EEJI com destaque para o ponto de coleta do testemunho S03.....	28
FIGURA 13 – Mapa geológico da região do Morro da Juréia e arredores.....	29
FIGURA 14 – Estágios evolutivos propostos para explicar a origem da planície costeira de Cananéia ao Morro da Juréia.....	31
FIGURA 15 – Mapa geomorfológico da EEJI.....	32
FIGURA 16 - Cena de testemunhagem por vibrotestemunhador na Estação Ecológica Juréia-Itatins.....	35
FIGURA 17 - Micropipetagem do resíduo sobre a lamínula.....	37
FIGURA 18 – Resíduo após a evaporação da água.....	37
FIGURA 19 – Aplicação de gotículas de resina Entellan sobre a lâmina.....	37
FIGURA 20 - Taxa de sedimentação em cm/ano.....	40
FIGURA 21 – Perfil litológico do testemunho S03.....	41
FIGURA 22 - Diagrama de concentração (nº de valvas /cm <sup>3</sup> ) por categoria de táxons: dulcícolas, estuarinos, marinhos e marinhos/estuarinos de todo o perfil.....	60
FIGURA 23 - Diagrama de concentração (nº de valvas /cm <sup>3</sup> ) de táxons dulcícolas, estuarinos, marinhos e marinhos/estuarinos de todo o perfil.....	61
FIGURA 24 - Diagrama de concentração (nº de valvas /cm <sup>3</sup> ) por categoria de táxons: dulcícolas, estuarinos, marinhos e marinhos/estuarinos dos 190 cm	

iniciais do perfil.....	65
FIGURA 25 - Diagrama de concentração (nº de valvas /cm <sup>3</sup> ) de táxons dulcícolas, estuarinos, marinhos e marinhos/estuarinos dos 190 cm iniciais do perfil.....	66
FIGURA 26 - Palinograma de concentração por cm <sup>3</sup> dos elementos arbóreos, de mangue, de restinga e marinhos dos 100 cm iniciais do perfil.....	71



**LISTA DE TABELAS**

TABELA 1 – Lista dos táxons fitoplanctônicos registrados no estuário do rio Una do Prelado da EEJL.....	34
TABELA 2 – Idades obtidas pela datação $^{14}\text{C}$ no testemunho coletado.....	57

**LISTA DE APÊNDICES**

APÊNDICE A – Estampa I.....	89
APÊNDICE B – Estampa II.....	90
APÊNDICE C – Estampa III.....	91
APÊNDICE D – Estampa IV.....	92
APÊNDICE E – Estampa V.....	93
APÊNDICE F – Estampa VI.....	94
APÊNDICE G – Estampa VII.....	95
APÊNDICE H – Estampa VIII.....	96
APÊNDICE I – Estampa IX.....	97
APÊNDICE J – Estampa X.....	98
APÊNDICE K – Estampa XI.....	99

## SUMÁRIO

<b>1 – INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2 – OBJETIVOS.....</b>	<b>3</b>
<b>3 – JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>4</b>
<b>4 – O AMBIENTE MARINHO.....</b>	<b>5</b>
<b>4.1 - Características gerais.....</b>	<b>6</b>
<b>5 – INDICADORES PALEOAMBIENTAIS.....</b>	<b>8</b>
<b>6 – GENERALIDADES.....</b>	<b>10</b>
<b>6.1 - Estrutura morfológica geral .....</b>	<b>11</b>
<b>6.2 – Ecologia.....</b>	<b>13</b>
<b>7 – HISTÓRIA GEOLÓGICA DAS DIATOMÁCEAS.....</b>	<b>15</b>
<b>7.1 - Estudos Paleoecológicos e Paleoambientais.....</b>	<b>15</b>
<b>7.1.1 – Diatomito.....</b>	<b>16</b>
<b>8 – VARIAÇÕES DOS NÍVEIS RELATIVOS DO MAR .....</b>	<b>19</b>
<b>8.1 – Definição.....</b>	<b>19</b>
<b>8.2 – Estudos prévios.....</b>	<b>20</b>
<b>9 – O USO DE DIATOMÁCEAS NOS ESTUDOS DE VARIAÇÕES DO NÍVEL RELATIVO DO MAR.....</b>	<b>23</b>
<b>10 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....</b>	<b>28</b>
<b>10.1 – Provável evolução geológica da área de estudo.....</b>	<b>29</b>
<b>10.2 – Aspectos geomorfológicos da área de estudo.....</b>	<b>31</b>
<b>10.3 - Estudos anteriores de diatomáceas da área da EEJI (Estação Ecológica Juréia- Itatins).....</b>	<b>33</b>

<b>11 – MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>35</b>
<b>11.1 – Métodos de campo e amostragem.....</b>	<b>35</b>
<b>11.2 – Métodos de laboratório.....</b>	<b>35</b>
11.2.2 – Amostragem para datação por $^{14}\text{C}$ .....	36
11.2.3 – Processamento químico.....	36
11.2.4 – Montagem das lâminas.....	36
11.2.5 – Estocagem.....	37
<b>11.3 – Análise das lâminas.....</b>	<b>38</b>
11.3.1 – Análise qualitativa.....	38
11.3.2 – Análise quantitativa.....	38
<b>12 – RESULTADOS.....</b>	<b>39</b>
<b>12.1 – Resultados qualitativos.....</b>	<b>39</b>
12.1.1 – Taxa de sedimentação.....	39
12.1.2 - Descrição dos sedimentos analisados.....	40
12.1.3 - Taxonomia.....	42
<b>12.2 – Quantitativos.....</b>	<b>56</b>
12.2.1 - Datações por $^{14}\text{C}$ .....	56
12.2.2 – Diagramas de concentração.....	57
12.2.2.1 – Análise completa do perfil.....	58
12.2.2.2 – Análise dos 190 cm iniciais do perfil.....	62
12.2.2.2.1 – Ecozona A.....	62
12.2.2.2.2 - Ecozona B.....	63
12.2.2.2.3 – Ecozona C.....	64
12.2.2.2.4 - Ecozona D.....	64
<b>13- DISCUSSÕES.....</b>	<b>67</b>
<b>13.1 – O significado paleoambiental da E.E.J.I.....</b>	<b>67</b>
13.1.1 - Discussão completa do perfil.....	67
13.1.2 - Discussão dos 190 cm iniciais.....	68
13.1.2.1 – Ecozona A.....	68
13.1.2.2 – Ecozona B.....	69
13.1.2.3 – Ecozona C.....	70
13.1.2.4 – Ecozona D.....	70

<b>13.2 – Sedimentação quaternária da EEJI. ....</b>	<b>72</b>
<b>14- CONCLUSÕES.....</b>	<b>73</b>
<b>15 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>75</b>

## 1- INTRODUÇÃO

Pertencentes ao Filo Bacillariophyta (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2001), as diatomáceas são seres unicelulares fotoautotróficos com duas valvas silicosas (frústula), que vivem em ambientes aquáticos (águas doce, salobra ou salgada), onde constituem, em sua maioria, o plâncton (ROUND; CROWFORD; MANN, 1990). Quando fossilizadas, suas valvas podem fornecer informações para a identificação das espécies, já que a ornamentação delas é característica e torna possível sua comparação com comunidades contemporâneas (KOSUGI, 1988). De acordo com Patrick e Reimer (1966), as diatomáceas são consideradas excelentes indicadoras paleoambientais em função do bom conhecimento que se tem sobre as suas distribuições geográfica e ecológica. Tais informações podem auxiliar na obtenção de dados sobre condições pretéritas de um corpo d'água como pH, composição química da água, salinidade, estado trófico, profundidade, grau de turbulência, estratificação, entre outras (BRADBURY, 1989). De acordo com Suguio et al. (2005), restos biogênicos ligados a partes de animais ou vegetais marinhos ou fósseis-traço diversos, encontrados em depósitos sedimentares de área próxima do nível do mar atual, representam bons indicadores biológicos de variações de níveis oceânicos. As diatomáceas podem ser incluídas neste grupo e auxiliam em estudos sobre variações do nível do mar.

Servant-Vildary e Suguio (1990) utilizaram diatomáceas em pesquisas na planície costeira entre Morro da Juréia e Barra do Una (SP), onde puderam confirmar a ocorrência de oscilações de paleoníveis marinhos na região durante o Quaternário. A Formação Cananéia teria sido depositada em ambiente marinho raso quando o nível do mar situava-se  $8\pm 2$ m acima do atual durante o Pleistoceno, em fase de transgressão máxima seguida de regressão. De forma semelhante, Gomes et al. (2003) evidenciaram a influência de paleonível superior na Baía de Iguape (BA), quando o nível oceânico atingiu 70 cm acima do atual no intervalo de ca. 900 a 250 anos A. P. Estudos realizados por Santiago-Hussein et al. (2005) em Recife (PE) permitiram reafirmar que, no Holoceno, o mar passou pelo menos duas vezes por paleoníveis acima do atual, intercalados por fases regressivas.

Neste estudo, foram obtidas informações de comunidades fósseis de diatomáceas contidas em sedimentos paleolagunares da EEJI (Estação Ecológica Juréia-Itatins, SP) para detectar as variações positivas e negativas do nível do mar, provavelmente registradas nesses sedimentos. A importância deste trabalho reside no fato de situar-se em área submetida a

constantes modificações de níveis marinhos e que estão sendo ocupadas por populações humanas (SUGUIO et al., 2005). As informações aqui obtidas deverão subsidiar, juntamente com resultados de outras pesquisas em andamento na área, os planos de conservação da EEJI e os projetos de ocupação antrópica mais segura de ambientes costeiros semelhantes. A preocupação em preservar tal área reside no fato de existir ali informações importantes sobre o passado geológico recente, registradas em sedimentos, microfósseis e sambaquis. Além disso, este estudo permite caracterizar os eventos climáticos pretéritos na área para, se possível, prever os climas futuros e os seus prováveis efeitos sobre as populações humanas locais.

Este estudo integra o projeto FAPESP 2006/04467-7 "Estação Ecológica Juréia-Itatins (SP): flutuações de níveis marinhos abaixo do atual no Holoceno", cujo objetivo principal consiste na identificação mais precisa possível das oscilações negativas dos paleoníveis marinhos nos últimos 7.000 a 8.000 anos, conforme identificadas previamente por Martin et al. (1986) e Suguio et al. (1985).

## **2- OBJETIVOS**

### **Os principais objetivos desse trabalho são:**

- a) Reconstruir as mudanças paleoambientais ocorridas na Estação Ecológica Juréia-Itatins através da análise de diagramas de concentração e porcentagens de táxons de diatomáceas;
- b) Confirmar ou não as flutuações de níveis marinhos abaixo do atual no Holoceno antes sugeridas por Suguio e Martin (1978 a,b); e
- c) Contribuir com novas informações aos estudos prévios realizados em geologia ambiental na área de estudo.



### 3- JUSTIFICATIVA

Com base em indicadores biológicos, geológicos e pré-históricos, Suguio et al. (1985) e Martin et al. (1996) reconheceram flutuações de paleoníveis marinhos mais altos e mais baixos que o atual nos últimos 6.500 anos ao longo da costa brasileira, através de datações por  $^{14}\text{C}$  e interpretações de evidências indicadoras de níveis marinhos diferentes do atual em mais de 700 amostras da porção central da costa brasileira.

A existência das oscilações negativas de paleoníveis marinhos do Holoceno, propostas por Suguio et al. (1985) e por Martin et al. (1996), foi questionada veementemente por Angulo e Lessa (1997) com base principalmente em datações de tubos de vermetídeos “fósseis” coletados acima do nível do mar atual. Entretanto, flutuações negativas dos paleoníveis marinhos durante o Holoceno sugeridas por Suguio e Martin (1978 a, b) já foram comprovadas por Massad, Suguio e Pérez (1996) e Santiago-Hussein et al. (2005). Porém, Angulo, Lessa e Souza (2006) ainda insistem que, ao longo da costa brasileira, os paleoníveis relativos do mar teriam permanecido sempre acima do atual, nos últimos 7.000 anos. Esses autores questionam a curva construída para a planície Cananéia-Iguape (SP) a partir de dados obtidos nas proximidades da EEJI. Desta maneira, tornou-se necessário obter dados adicionais, até por novos indicadores ainda não-utilizados, para dirimir eventuais dúvidas existentes, nesta região.

Os ecossistemas costeiros estão relativamente bem preservados na área da EEJI, de modo que ajudam a entender melhor a evolução geológica e geomorfológica e, portanto, pode ser considerada, como área de especial interesse no sudeste brasileiro, onde é possível diferenciar os processos naturais dos induzidos por ações antrópicas (SUGUIO, 2004). A análise das diatomáceas, permitiu obter argumentos favoráveis à real existência de paleoníveis do mar abaixo do atual após o Holoceno médio, bem como forneceu novos subsídios à melhor conservação da área da EEJI.

## 4- O AMBIENTE MARINHO

Há 3,55 bilhões de anos o primeiro sedimento marinho teria sido acumulado no planeta Terra, cuja idade seria comparável à dos primeiros continentes. Dessa forma, é provável que as bacias sedimentares da época já possuíam águas oceânicas (SUGUIO; SUZUKI, 2003). Atualmente, a abundância da água neste ambiente permite que a Terra seja denominada até de “planeta água”, já que a sua área de ocorrência equivale a 70% da superfície e corresponde a 97% em volume dos recursos de água do planeta, ou ainda, a 1.350 bilhões de km<sup>3</sup> (CAMDESSUS et al. 2005) embora a presença de sais impossibilite o seu uso como água potável pelos seres humanos. A existência de oceanos só é conhecida na Terra e, segundo Suguio (2006), isto criaria como consequência várias circunstâncias favoráveis. Ainda, segundo este autor, a profundidade média dos oceanos é de 3.800 m, embora os seres vivos que ali habitam sejam melhor conhecidos até aproximadamente 200 m.

De acordo com Suguio (2008) este ambiente, através de sua superfície, mantém constante intercâmbio de matéria (água e substâncias em solução ou suspensão na água) e energia (principalmente calor) com a atmosfera. O seu papel é conhecido apenas na sua porção rasa, ou seja, desde a linha de maré vazante até a profundidade limite da plataforma continental, de aproximadamente 200 m, que constitui a zona fótica onde, até cerca de 80 m, se tem a zona eufótica, que propicia a reprodução da maior parte dos seres vivos. Entre 80 a 200 m tem-se a zona disfótica e abaixo a zona afótica.

A água constitui um excelente meio para a realização de processos químicos pelos seres vivos. Fora deste meio não é possível imaginar a vida, cuja proliferação é favorecida pela sua fluidez e densidade, que não seriam encontradas num sólido rígido ou num gás volátil (RICKLEFS, 2003). Este fato ainda pode ser ratificado em termos de geologia histórica pois, embora a vida tenha surgido e evoluído nos oceanos, provavelmente, entre 3,8 a 3,4 bilhões de anos passados, a conquista do ambiente terrestre por alguns seres vivos só foi possível há 420 milhões de anos (SUGUIO, 2006). Atualmente, o ambiente marinho apresenta um espaço disponível, aproximadamente 300 vezes maior do que os habitats terrestres e de água doce (SOARES-GOMES; FIGUEIREDO, 2009).

#### 4.1. Características gerais

Habitats diferentes podem ser encontrados no ambiente marinho em decorrência da interação de fatores que, segundo Soares-Gomes e Figueiredo (2009), entre outros, devem ser considerados:

- *Temperatura*: Representa um fator limitante ao crescimento, reprodução e distribuição dos organismos, pois a superfície terrestre apresenta diferentes zonas climáticas;
- *Marés*: São os movimentos verticais frequentes das massas d'água que ocorrem na costa, tendo como principal causa a atração do Sol e da Lua (SUGUIO, 1992);
- *Ondas*: Representam movimentos causados pela ação dos ventos nas massas de água superficiais;
- *Salinidade*: Pode ser definida como a medida do peso total de sais dissolvidos em 1 kg água do mar. Esta apresenta salinidade normal entre 33‰ e 37‰ (SUGUIO, 1992). As substâncias dissolvidas na água do mar são íons inorgânicos (principalmente cloro, sódio, sulfato, magnésio, cálcio e potássio), substâncias orgânicas e gases;
- *Oxigênio dissolvido*: A solubilidade dos gases na água em geral não é grande, principalmente à temperatura mais alta. Quanto menor for a temperatura, mais oxigênio se encontrará dissolvido. Além disso, a distribuição vertical de oxigênio não é uniforme, nos 10-20 m superiores há uma supersaturação (8 mL/L) e entre 500 e 1.000 m esse conteúdo é mínimo (4-6 mL/L), podendo, em certas áreas, chegar a zero de concentração. Tal fato é explicado pela ação de decompositores e pela ausência da atividade fotossintética ou inexistência do contato entre ar e água. Entretanto, em zonas inferiores os valores de oxigênio dissolvido podem aumentar gradualmente com a profundidade, como um resultado da circulação das águas ricas em oxigênio das altas latitudes. Vale ressaltar que a essa profundidade, exceto em áreas tropicais, os valores de oxigênio não chegam a atingir os da superfície;
- *Dióxido de carbono e carbonatos*: O dióxido de carbono ou gás carbônico reage quimicamente com a água e forma o ácido carbônico, cuja solubilidade é maior em água fria e em altas pressões. Como na água do mar esse gás está presente em abundância, apresenta alta capacidade para absorver esse gás. Posteriormente a essas reações ocorre a dissociação do ácido em íons  $H^+$  e  $HCO_3^-$  (bicarbonato), este último pode ainda sofrer dissociação em íons  $H^+$  e  $CO_3^{2-}$  (carbonato). Tal sistema (dióxido de carbono - ácido carbônico – bicarbonato) tende a permanecer em equilíbrio, pois trata-se de um sistema químico complexo;

- *Potencial de hidrogenação (pH)*: Trata-se da medida da força de um ácido ou de uma base. É representado pela sigla pH e é definido como o logaritmo negativo na base 10, da sua concentração de íons de hidrogênio ( $H^+$ ) (SUGUIO, 1992). Diversas reações que ocorrem nesse ambiente podem produzir ou absorver hidrogênio livre ( $H^+$ ). Quanto mais íons  $H^+$ , mais ácida é considerada a água.

Portanto, as particularidades apresentadas pelos habitats marinhos selecionam as espécies que terão ou não sucesso nesses locais, o que promove o florescimento da vida.

## 5- INDICADORES PALEOAMBIENTAIS

Durante o Holoceno, o nível relativo do mar (NRM) sofreu variações verticais, que causaram transgressões (avanço progressivo do mar sobre áreas do continente) e regressões (recoo gradual do mar). Dessa forma, vestígios deixados por seres vivos, como aqueles incrustados em paredes rochosos, foram encontrados em sedimentos da planície costeira. Tais vestígios podem ser analisados, o que permite conclusões importantes que posteriormente podem ser enquadradas numa escala temporal por datações radiométricas.

Suguio (2001) agrupou em três (geológicos, pré-históricos e biológicos) os vários tipos de indicadores encontrados durante seus estudos sobre o Quaternário do litoral brasileiro.

Os indicadores geológicos são representados basicamente por terraços arenosos construídos durante episódios transgressivos e regressivos (SUGUIO, 1983/1984). Frequentemente, observa-se os terraços de abrasão marinha, que sofrem erosão, na sua superfície, pela energia do mar. Tal erosão pode ser iniciada como entalhes marinhos e evoluir para cavernas marinhas. Estas, quando os tetos sofrem colapso, originam, então, os terraços de abrasão marinha (SUGUIO, 2001).

As rochas praias (“beach rocks” - arenitos e conglomerados formados por grãos predominantemente quartzosos e cimentados por calcita:  $\text{CaCO}_3$ ) (SUGUIO, 1992) e conchas de animais marinhos neles presentes, são outros indicadores geológicos importantes. Essas rochas fornecem, por análises granulométricas e das suas estruturas sedimentares primárias, indicações a respeito dos subambientes praias onde ocorreu sua sedimentação. Sendo assim, podem definir a posição do nível médio marinho durante sua deposição, com precisão aproximada de 50 cm (SUGUIO, 1983/1984). As conchas contidas nas rochas podem ser datadas pelo radiocarbono, como foi feito para a área de Salvador por Flexor e Martin (1979) ao contrário do cimento carbonático, que pode compreender várias fases de cimentação. Entretanto, as conchas também podem ter pertencido a moluscos que viveram em épocas anteriores à sedimentação da rocha praias em questão.

Os sambaquis são montes de conchas de moluscos empilhados pela ação de antigos habitantes de zonas costeiras (SUGUIO, 1992), e pertencem ao grupo dos indicadores pré-históricos. Eles fornecem informações quanto à posição limite da paleolinha de costa, que pode indicar períodos de nível do mar mais alto que o atual. Portanto, a base do sambaqui

indica que ele estaria acima do nível da maré alta no momento da sua construção (MARTIN; SUGUIO; FLEXOR, 1984).

A existência de sambaquis no interior do continente (até 20 a 30 km ou mais) pode ter relação com a elevação do nível do mar na região, já que é pouco provável que essas conchas tenham sido carregadas a grandes distâncias (SUGUIO, 1983/1984).

Os indicadores biológicos compreendem uma grande variedade de grupos de organismos fósseis que, por seus hábitos e exigências ambientais, podem fornecer informações relevantes para as pesquisas das variações do nível relativo do mar durante o Quaternário, ou seja, os últimos 2,6 milhões de anos (SUGUIO, 2001).

Incrustações de vermetídeos (gastrópodes), ostras, cracas e tocas de ouriços têm sido encontradas em zonas superiores às de vida atual das normalmente encontradas na costa brasileira (LABOREL, 1979). Os corais também podem evidenciar posições pretéritas mais elevadas do nível do mar e contribuir também para a determinação de paleotemperaturas das águas superficiais dos oceanos, já que esses animais são sensíveis a pequenas alterações (SUGUIO, 2001).

Juntamente a essas evidências, tubos de *Callichirus* (crustáceos) e de *Phragmatophora* (anelídeos), moluscos marinhos, florestas submersas, paleomangues, foraminíferos, diatomáceas e ostracodes podem ser utilizados como subsídios importantes na determinação de mudanças paleoambientais e de níveis relativos do mar no Quaternário (VAN DE PLASSCHE, 1986).

## 6- GENERALIDADES

Todas as formas de vida da natureza são sustentadas pela produção primária, que no mar é resultante da fotossíntese desenvolvida, com destaque pelo fitoplâncton (coccolitoforídeos, dinoflagelados, silicoflagelados, criptofíceas, clorofíceas e cianobactérias), microalgas bentônicas (diatomáceas, euglenofíceas, clorofíceas, dinoflagelados e cianobactérias), macroalgas, plantas vasculares e associações simbióticas que envolvem algas. Os seres vivos integrantes do fitoplâncton são em geral fotoautotróficos e constituem o principal grupo de produtores primários marinhos, que são considerados como fonte primária de alimentos para os animais da coluna d'água com papel ecológico similar ao das plantas terrestres para os animais herbívoros (LOURENÇO; MARQUES JUNIOR, 2009), já que dão início às cadeias alimentares pela transformação da energia luminosa do Sol em alimento (glicose). Em maricultura, as espécies de diatomáceas como *Thalassiosira pseudonana*, são usadas como alimento por bivalves economicamente valiosos como as ostras, que fornecem aos animais carboidratos essenciais, ácidos graxos, esteróis e vitaminas (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2001).

As diatomáceas são seres vivos abundantes e de ampla distribuição geográfica, que ocupam diversos habitats determinados pela interação de fatores ambientais, como luz, nutrientes, profundidade e turbulência da água, temperatura e pH, segundo Bradbury (1992). De acordo com Trainor (1978), as diatomáceas são os organismos mais abundantes no fitoplâncton. Num meio competitivo quanto ao espaço, à luz e aos nutrientes, as adaptações fisiológicas e morfológicas, tais como, as diversas ornamentações da frústula para residência na coluna d'água e a resistência da parede celular foram de grande importância para seleção natural e adaptação deste microrganismo a este ambiente (FARINA; AMADO-FILHO, 2009). As diatomáceas são comuns nos oceanos em regiões de ressurgência ou que recebem nutrientes do continente através de deltas e estuários, que fornecem as substâncias necessárias ao seu crescimento (sílica, nitratos, fósforo e ferro), abundantes nesses locais (VILELA, 2004).

## 6.1. Estrutura morfológica geral

Segundo Patrick e Reimer (1966), a frústula de uma diatomácea é composta por duas valvas, a externa chamada de epiteca e a interna de hipoteca, que são unidas por uma cinta de sílica e, acham-se encaixadas como duas placas de Petri de tamanhos ligeiramente diferentes. Morfologicamente podem ser de dois tipos: penadas (com simetria bilateral) ou cêntricas (com simetria radial), conforme observações de Schütt, 1896 (apud PATRICK; REIMER, 1966), quando dividiu a Família Bacillariaceae. A proporção entre superfície e volume das diatomáceas cêntricas é maior que a das penadas e, portanto, flutuam com maior facilidade e são encontradas com maior frequência em lagos de salinidade alta e em ambientes marinhos (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2001).

A identificação dos táxons é feita por observação e análise de ornamentação, principalmente pela presença ou não de estrias (pontos ou perfurações nas paredes), tipo e posição da rafe (estrutura de posição longitudinal ligada à locomoção e/ou aderência aos substratos). A ausência da rafe dá lugar a uma faixa hialina, denominada pseudo-rafe. Outra importante feição morfológica é a costa, que é uma estrutura retilínea perpendicular à rafe. A análise microscópica das frústulas de diatomáceas é realizada sob dois tipos principais de observação: a valvar, quando a valva apresenta disposição frontal ao observador e a pleural, quando o local de encaixe das valvas pode ser visualizado (Fig. 1). O tamanho da célula pode variar dentro de um gênero ou espécie de poucos a 400 micrômetros ( $\mu\text{m}$ ) que, certamente, representariam diferentes variedades (PATRICK; REIMER, 1966).

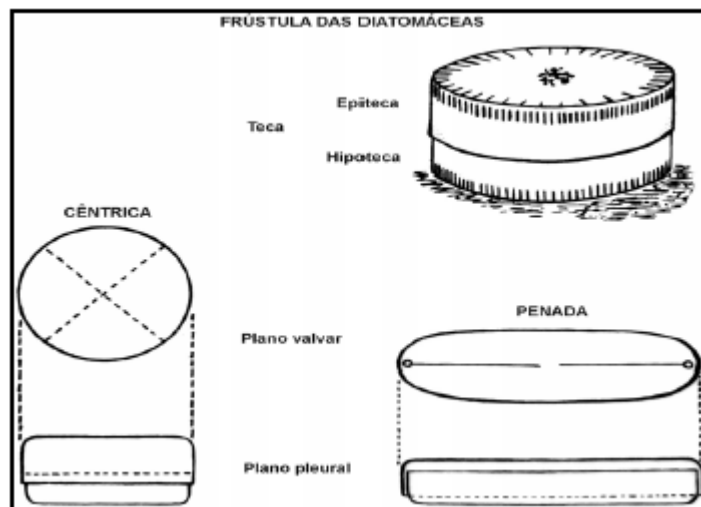


Figura 1: Modelo esquemático de uma frústula de diatomácea. Modificado de Miller e Florin (1989)



A reprodução mais comum nas diatomáceas é a assexuada, que ocorre por divisão celular mitótica, isto é, a célula-mãe separa suas valvas e dá origem a duas células-filha e cada uma dessas células dá origem à respectiva valva por mitose. Durante sucessivas gerações a divisão mitótica causa a diminuição de tamanho das células da espécie (ROUND, 1983). Entretanto, quando as células de uma população alcançam seu tamanho mínimo (dependendo da espécie) ou próximo dele, ocorre a reprodução sexuada, pela formação de um zigoto, que é denominado auxósporo (TRAINOR, 1978) (Fig. 2).

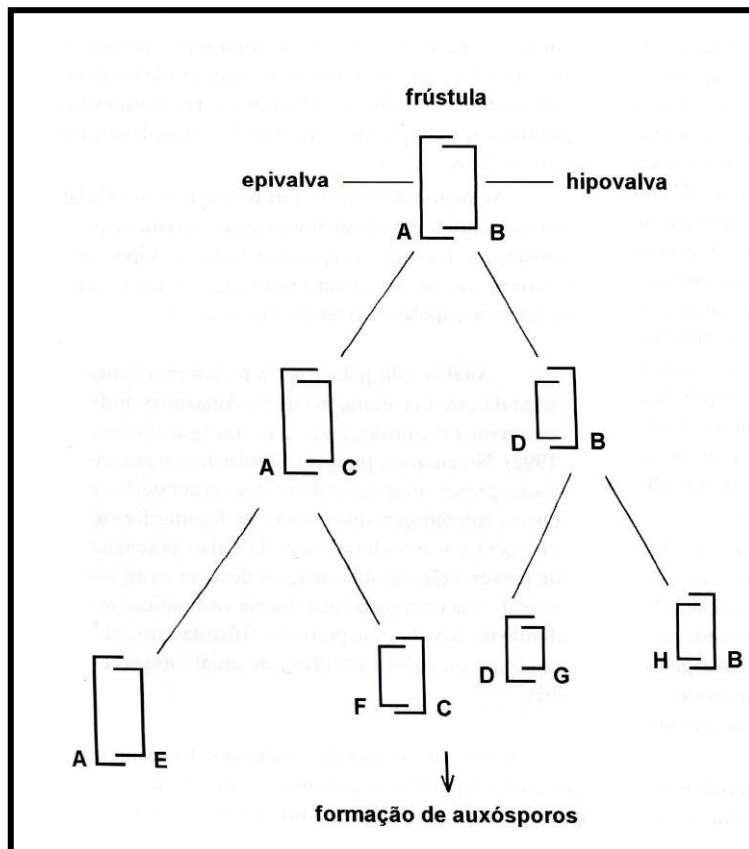


Figura 2: Reprodução assexuada de diatomáceas (modif. de Burkle, 1978)

## 6.2. Ecologia

Segundo Round, Crawford e Mann (1990) a presença de determinadas espécies nos ambientes está relacionada a fatores como intensidade de luz solar, disponibilidade de nutrientes, incidência de parasitismo e presença ou não de predadores. Além disso, a disponibilidade de sílica e a estabilidade da coluna d'água podem determinar a estrutura da valva e a característica ecológica da diatomácea.

Quando preservadas em sedimentos, as assembléias de diatomáceas podem fornecer informações indiretas sobre a qualidade da água, expressa por pH, salinidade, estado trófico, temperatura e profundidade. Essas informações podem ser utilizadas na compreensão das mudanças na vegetação, impactos de desmatamentos, incêndios e mudanças climáticas (BATARBEE, 1986).

A interação entre parâmetros físicos, químicos e biológicos determina as características dos habitats distintos, que serão ocupados pelas diatomáceas que, segundo Lowe (1974) constituem diferentes nichos ecológicos, tais como, litorâneos, perifíticos e planctônicos. O nicho litorâneo está relacionado à vida nas margens de lagos de pequena profundidade, quando normalmente se apresentam associadas ao perifíton. Segundo Wetzel (1983), no nicho litorâneo a diatomácea está associada à microbiota composta de fungos, bactérias, algas e animais, além de detritos orgânicos e inorgânicos, que podem fixar-se a um substrato ou objeto (inorgânico ou organismos; vivo ou morto) submerso na água, próximo à superfície ou no fundo. Os organismos podem desenvolver-se também sobre substratos emersos, como musgos (muscícolos) e solos (edáficos). Os nichos dos organismos planctônicos, que vivem em suspensão, são deslocados com os movimentos das águas. As diatomáceas continentais não constituem o plâncton, mas podem ser componentes do epifíton, quando vivem sobre outras plantas vivas ou restos vegetais, epilíton, que vivem sobre rochas, episamon, quando vivem sobre grãos de areia ou epipelon, se vivem sobre sedimentos síltico-argilosos (LOBO; CALLEGARO; BENDER, 2002). Existem também as diatomáceas bentônicas, que são livres ou presas ao substrato, cujas espécies são mais numerosas que as planctônicas, mas ecologicamente menos compreendidas, de acordo com Round, Crawford e Mann (1990). Além disso, existem as terrestres, que dependem de umidificação periódica dos seus locais de vida (REVIERS, 2006) ou vivem como simbioses com foraminíferos (LEE, 1992) e esponjas (WILKINSON, 1992). Portanto, Round e Crawford (1990) consideram as diatomáceas como os seres aquáticos de maior distribuição depois das bactérias.

A salinidade é também outro fator importante, já que a tolerância dos organismos ao sal pode mudar de um táxon para outro, que constitui uma ferramenta muito útil na distinção dos paleoambientes marinhos costeiros (talássicos) ou continentais salinos (atalássicos). Segundo a classificação de Lowe (1974), as diatomáceas podem ser halófobas (intolerantes ao sal), oligohalóbias (água doce com teor de sal inferior a  $5\text{g.L}^{-1}$ ), halófilas (água doce com leve teor salino), indiferentes (desenvolvimento ótimo em água doce, mas que toleram até pequenas quantidades de sal), isto é, água levemente salobra, mesohalóbias (água salobra com salinidade entre 0,5 e  $30\text{ g.L}^{-1}$ ), polihalóbias (salinidade acima de  $30\text{g.L}^{-1}$ ), eurialinas (concentrações de sal variáveis) ou euhalóbias (sinônimo de polihalóbia e mesohalóbia).

A temperatura ótima à vida das diatomáceas situa-se entre 18 a  $30^{\circ}\text{C}$  e a maior parte dessas algas desenvolve-se melhor em pH neutro ou quase neutro, (CAIRNS; PRATT, 1993).

## 7- HISTÓRIA GEOLÓGICA DAS DIATOMÁCEAS

As diatomáceas, conforme Conger (1939), após deposição em ambientes marinhos e lacustres, podem transformar-se num depósito sedimentar denominado “diatomito” ou terra de diatomácea, que podem atingir mais de 200 m de espessura, como no Lago Lompoc na Califórnia, EUA (TRAINOR, 1978). Conforme Round (1983), os registros de diatomáceas fósseis mais antigos datam do Jurássico. Entretanto, esta flora foi muito abundante no Cretáceo e a maior parte dos gêneros mais antigos integram as diatomáceas cêntricas. Alguns trabalhos referem-se à presença desta alga em sedimentos paleozóicos, mas essas observações não são confiáveis. Após o Cretáceo superior surgem as diatomáceas penadas (valvas alongadas e estreitas), também chamadas de naviculóides pela semelhança ao formato de barcos ou naves.

No limite entre as eras Mesozóica e Cenozóica ocorreu extinção acentuada de animais e vegetais, que também atingiu as diatomáceas e causou o desaparecimento de diversas espécies cêntricas, com surgimento de novas espécies deste grupo. As diatomáceas penadas, do mesmo modo, diversificaram-se gradualmente a partir do Paleoceno e, até hoje, constituem as espécies predominantes (VILELA, 2004). Patrick e Reimer (1966) afirmam ainda que, antes do Mioceno todas as espécies eram marinhas.

Alguns fatores podem comprometer a preservação de diatomáceas até em sedimentos geologicamente mais recentes, como do Pleistoceno tardio e Holoceno. Segundo Bradbury et al. (1981) a presença de calcário pode aumentar o pH (até acima de 9) e pode causar a dissolução de valvas silicosas. Além disso, a temperatura e a concentração do íon dissolvido  $\text{SiO}_2$  (BATARBEE, 1986), também podem interferir na preservação das valvas de diatomáceas.

### 7.1. Estudos Paleocológicos e Paleoambientais

A ampla distribuição geográfica das diatomáceas planctônicas permite o seu uso em bioestratigrafia, para correlações de biozonas de regiões quentes e frias, conforme Kanaya (1971). Como as diatomáceas são sensíveis às variações de composição química e

profundidade da água, os estudos de diatomáceas fósseis fornecem importantes informações paleoambientais, geoquímicas e paleobatimétricas, respectivamente (BRUGAM; GRIMM; EYSTER-SMITH, 1988). Segundo Davis (1989) e Flower (1993) as interpretações de paleoambientes, particularmente de idades holocênicas, são realizadas pelo uso de comunidades de diatomáceas fósseis em âmbito global, e por isso o estudo de diatomáceas constitui uma das técnicas paleoecológicas mais usadas em reconstruções paleoambientais.

No Brasil, as diatomáceas como indicadores paleoambientais na caracterização do Quaternário, tiveram início nas regiões Sul e Sudeste com as investigações de Abreu et al. (1987), de Ireland (1988) e de Callegaro e Lobo (1990). Recentemente, esses estudos tiveram continuidade em outras regiões do Brasil, com pesquisas de Moro e Bicudo (1998); de Vilanova e Prieto (2001); de Fürstenberger (2001); de Medeanic, Marques-Toigo e Toldo Junior (2001); de Nascimento et al. (2001); de Clerot et al. (2003); de Gomes et al. (2003); Nascimento et al. (2003); de Saupe e Mosimann (2003); de Souza et al. (2003); De Oliveira et al. (2003); Ybert et al. (2003); de Moro et al. (2004); de Machado et al. (2005); Santiago-Hussein et al. (2005); de Nascimento, Sifeddine e Abrão (2005); de Laslandes et al. (2006); de Medeanic e Torgan (2006); de Souza et al. (2007); de Amaral (2008); de Vidotto (2008); de Medeanic et al. (2009). Na Amazônia, especialmente no estado do Pará, destaca-se o trabalho pioneiro de Ribeiro (2004); de Ribeiro, Senna e Paiva (2005) e de Ribeiro (2007).

### 7.1.1- Diatomito

Essa rocha também é conhecida também como *kieselguhr* (em língua alemã), farinha-fóssil, terra de diatomáceas, trípoli ou *randannite* (em inglês) (REVIERS, 2006). Esses sedimentos silicosos são de origem essencialmente biogênica e formam-se através da decantação de frústulas de diatomáceas e eventualmente de restos de outros organismos, tais como, de radiolários e de esponjas (Suguio, 2003). As suas paredes celulares impregnadas por sílica representam uma grande vantagem para as diatomáceas, como indicadores paleoambientais, pois são preservadas com maior eficiência pela resistência oferecida à decomposição (PATRICK; REIMER, 1966) nas condições normais da superfície terrestre.

Essa rocha ocorre nas baixadas correspondentes às lagoas e lagos colmatados em quase todo o território brasileiro onde as maiores reservas estão no Ceará, Rio Grande do Norte, Bahia, Rio de Janeiro e Santa Catarina (KIHARA, 1982).

Conforme Moreira (1975), os diatomitos brasileiros foram sedimentados principalmente no Período Quaternário da Era Cenozóica. Este mesmo autor relacionou 166 espécies e 23 gêneros de diatomáceas em depósitos brasileiros provenientes de Santa Catarina, Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Maranhão e Paraná e concluiu que, durante a formação desses depósitos não ocorreu transgressão marinha nas vizinhanças, isto é, a sua formação ocorreu em ambiente de água doce (Fig. 3).

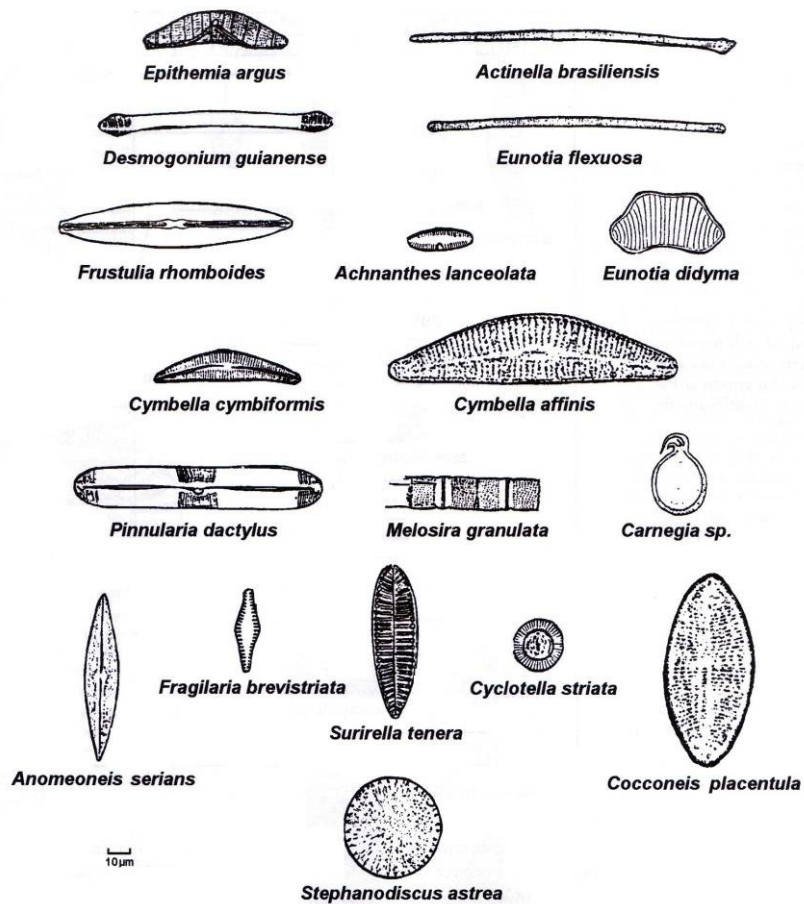


Figura 3 – Diatomáceas comuns em diatomitos brasileiros (modificado de MOREIRA, 1975)

Segundo Round (1983), o diatomito é utilizado, principalmente como meio de filtração nas indústrias de vinho e de antibiótico; como carga de enchimento para fabricação de tintas, vernizes e produtos de papel; como isolantes de temperaturas altas e baixas; em reciclagens de águas; em recuperações de substâncias químicas; como catalisadores industriais e em fabricação de tijolos refratários.

Segundo Bates et al. (1989), são raras as espécies de diatomáceas prejudiciais ao homem, mas algumas espécies do gênero *Pseudonitzschia* apresentam ácido domóico, que é uma substância biocumulativa nas cadeias alimentares, que pode levar à morte. São também conhecidos casos de silicose (doença dos pulmões causada pela inalação de poeira com sílica)

e, por isso o emprego de pó de diatomáceas é regulamentado por lei. Além disso, para evitar o acúmulo de frústulas nos rins (entre outras causas) as águas potáveis são tratadas (HOFFMAN et al., 2000).

Para que haja o aproveitamento racional do diatomito, Suguio (2003) alerta sobre alguns cuidados a serem tomados já que, além dos aspectos geológicos de extração e de transporte, a sua exploração deve prever a necessidade de recuperação do ambiente, pois podem deixar cicatrizes, que provocam a degradação estética da paisagem e pode inutilizar o terreno para outras atividades, como a agricultura em geral.

## 8- VARIAÇÕES DOS NÍVEIS RELATIVOS DO MAR

### 8.1. Definição

Alguns termos importantes, na compreensão do nível do mar, de acordo com Martin et al. (1986), são os seguintes: nível de equilíbrio, nível médio e nível de maré média. Suguio (2001) reconhece diferentes níveis do mar por considerar a simples designação nível do mar muito vaga, pois representaria a superfície do mar próxima à praia, que é muito variável segundo as marés, agentes meteorológicos etc. De acordo com este mesmo autor, têm-se:

- nível de equilíbrio - situação teórica que ocorreria se os efeitos gravitacionais do Sol e da Lua fossem nulos;
- nível médio - superfície em torno da qual ocorrem oscilações das ondas e de marés, conhecido também como nível de maré nula; e
- nível de maré média - obtido através da média aritmética dos níveis de marés alta e baixa de um determinado local.

Como a amplitude de variação que se pretende determinar, comumente, é menor que a amplitude local das marés, é importante que esses termos estejam bem definidos.

Tanto os continentes como os oceanos podem ter variado seus níveis, pois cada um pode ter subido ou descido e o resultado final, que se traduz por deslocamento da linha de costa, depende do quanto cada um aumentou ou diminuiu e, portanto, utilizam-se os valores relativos (SUGUIO, 2001).

As flutuações de níveis relativos do mar não seguem os mesmos padrões em todas as partes do mundo, segundo Suguio (2001). Na costa oriental dos Estados Unidos, por exemplo, o padrão dos últimos milhares de anos pode ser comparado a uma situação que ocorreu no Brasil antes de 5.100 anos A.P. (SUGUIO et al., 1985), demonstrando que lá o nível do mar nunca esteve acima do atual durante os últimos milênios (Fig. 4).

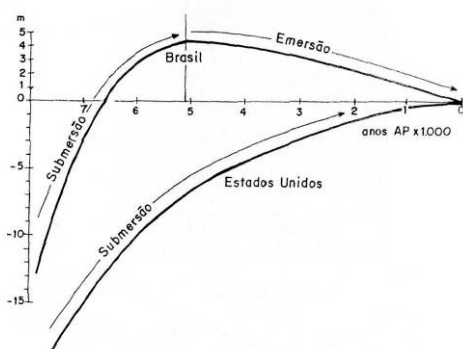


Figura 4 – Curvas esquemáticas médias de variações dos níveis relativos do mar ao longo da costa central brasileira e ao longo das costas Atlântica e do Golfo do México dos Estados Unidos durante os últimos 7.000 anos (MARTIN et al., 1987)



## 8.2. Estudos prévios

Até a década de 70, os estudos sobre mudanças dos níveis do mar e das linhas de costa eram raros no Brasil, embora C. R. Darwin em 1841 já tivesse sugerido a ocorrência de flutuações pretéritas do NRM, baseadas em rochas praias do litoral de Pernambuco. O método do radiocarbono, para datação dos eventos geológicos quaternários é essencial, porém a sua invenção ocorreu só em meados do século XX, mais de 100 anos depois. Os conhecimentos sobre as mudanças do NRM, durante os últimos 7.000 anos A.P., foram aperfeiçoados através de estudos na parte central da costa brasileira após 1974 (SUGUIO, 2001). A Fig. 5 mostra os setores do litoral brasileiro, desde Santa Catarina até Belém, onde as pesquisas de detalhe, em relação às mudanças do NRM ao longo do Quaternário tardio, foram executadas entre Rio Grande do Norte e Rio Grande do Sul.



Figura 5 – Setores da costa brasileira mais detalhadamente pesquisados em termos de mudanças do NRM, durante o Quaternário tardio, entre Rio Grande do Norte e Rio Grande do Sul com indicação das posições das desembocaduras fluviais mais importantes (SUGUIO, 2001).

De maneiras diferentes, os níveis relativos do mar variaram não só na costa brasileira, mas também em outras regiões do globo durante o Holoceno (últimos 10.000 anos A. P.), (Martin et al., 1986). Para Suguio (2001), vários fatores podem interferir nesta variação, entretanto o aumento atual do nível relativo do mar está relacionado, principalmente, ao aumento na taxa de derretimento das geleiras, observado em várias partes da Terra em função das mudanças climáticas.

O volume das águas oceânicas e, portanto, o seu nível pode ser alterado pelo clima, que promove derretimento de geleiras ou congelamento das águas e causa a glacioeustasia. As bacias oceânicas podem ter o seu volume modificado por atividades dinâmicas diversas, como por tectonismo, que causa o fenômeno denominado de tectono-eustasia. A rotação e o campo gravitacional terrestres causam mudanças na superfície geoidal, tanto nas áreas continental como oceânica, chamadas de geoidoeustasia. A atuação simultânea desses fatores, tornam os fenômenos eustáticos muito complexos (MARTIN et al., 1986) (Fig. 6) pois, qualquer um desses fatores pode atuar positiva ou negativamente, em relação aos níveis dos continentes ou dos oceanos.

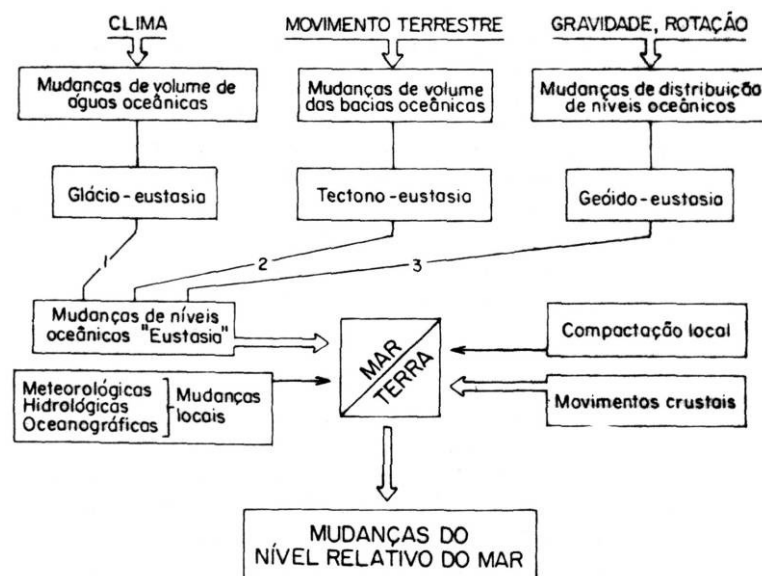


Figura 6 – Fatores responsáveis pelas variações do nível relativo do mar (MÖRNER, 1980).

Interações complexas entre os oceanos e os continentes causam oscilações do NRM, que podem ocorrer em escalas mundial, devido à tectono-eustasia e à glacio-eustasia ou regional pela geoidoeustasia ou até tectono-eustasia, conforme sugeriram Suguio et al. (1985).

Diversos estudos sobre o tema estão disponíveis na literatura, mas alguns aspectos ainda geram controvérsias. É o caso da curva esboçada por Tomazelli e Villwock (1989) no

Rio Grande do Sul que sugeriu, após suave descida uma subida gradual do NRM nos últimos 2.000 anos, enquanto que a curva proposta por Suguio et al. (1985) para trechos do litoral brasileiro entre Itajaí (SC) e Salvador (BA), no mesmo período, indicava descida com pequenas flutuações. Algumas evidências de posições de paleoníveis marinhos, utilizadas na construção da curva do Rio Grande do Sul, foram também questionadas por Angulo e Giannini (1996). De modo semelhante, a altura do máximo da transgressão holocênica no estado do Paraná, proposta por Suguio et al. (1985), foi modificada por Angulo e Suguio (1995). Uma curva média esboçada por Angulo e Lessa (1997), baseada essencialmente em tubos fósseis de vermetídeos coletados sempre acima do NRM atual, coloca em dúvida as curvas de Suguio et al. (1985), quanto às oscilações negativas de alta frequência (200 a 300 anos) (Fig. 7).

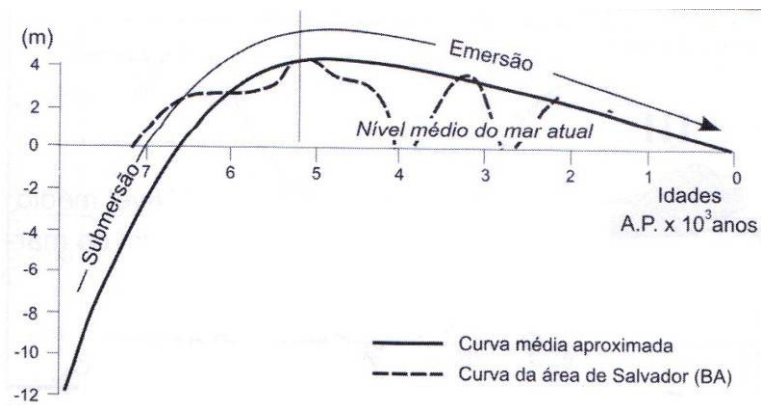


Figura 7 – Curva média aproximada de variações do NRM nos últimos 7.000 anos ao longo da costa brasileira, em confronto com a curva delineada para a área de Salvador (SUGUIO; TESSLER, 1984).

## 9- O USO DE DIATOMÁCEAS NOS ESTUDOS DE VARIAÇÕES DO NÍVEL RELATIVO DO MAR

Segundo Martin et al. (1986) restos biogênicos compostos de incrustações de organismos coloniais, sésseis ou traços fossilizados (tubos de *Callichirus* ou tocas de ouriços), encontrados próximos ao NRM atual, representam indicadores biológicos. Além disso, eles devem distribuir-se preferencialmente em intervalo vertical restrito que, em parte, depende da amplitude de maré e, portanto, permitem obter posições mais precisas do NRM.

As diatomáceas podem também ser usadas em estudos de oscilações de NRM, pois estão distribuídas amplamente em ambientes aquáticos, onde muitas espécies preferem limites específicos de salinidade e, além disso, a sílica constituinte das valvas, na forma de opala, é resistente às alterações químicas e físicas decorrentes do soterramento, e a matéria orgânica associada ao sedimento pode ser datada pelo método do radiocarbono até o limite máximo de 30.000 a 50.000 anos A.P. do Quaternário tardio (PALMER; ABOTT, 1986).

Um dos trabalhos mais antigos sobre o assunto foi publicado por Halden em 1929 no Norte da Europa (PALMER; ABOTT, 1986) e outras pesquisas sobre o tema têm sido realizadas pelo mundo afora, mas ainda é relativamente pouco estudada, pois a maioria dos especialistas dedica-se ao estudo de indivíduos planctônicos vivos. Segundo Patrick e Reimer (1966), essas algas são consideradas como excelentes bioindicadores ambientais em função do grande número de estudos feitos sobre as suas distribuições (espaciais e temporais) e seus requisitos ecológicos. Além disso, as formas fósseis não apresentam alterações significativas, nas formas de suas valvas, ao longo da Era Cenozóica e podem ser comparadas com as valvas de indivíduos recentes.

Deste maneira, assembléias de diatomáceas fósseis encontradas em sedimentos costeiros podem registrar, de forma mais ou menos precisa, as variações de salinidades em função das flutuações do NRM dos locais analisados (PALMER; ABOTT, 1986). Kosugi et al. (1989) estudaram populações de diatomáceas na planície de Kantô (Japão) e reconstituíram as paleossalinidades e as paleobatimetrias do ambiente estuarino, constituído pela antiga Baía de Tóquio, durante o estágio de culminação do NRM, há cerca de 6 mil anos A.P (Fig. 8). Foi possível verificar também a existência de sambaquis, compostos de conchas de moluscos de água salobra (paleossalinidades entre 5% a 12%), no interior da atual linha de costa da Baía

de Tóquio, situada a até mais de 50 km. Esses eventos aconteceram durante a culminação da Idade Hipsitérmica (ou Ótimo Climático), que ocorreu entre 8.500 – 2.500 anos A.P.

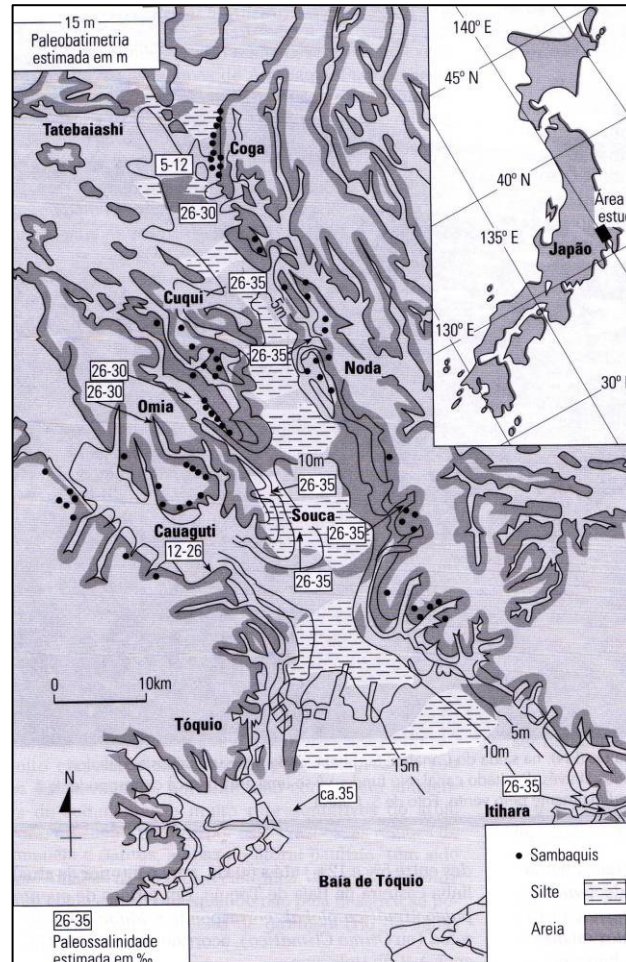


Figura 8 – Reconstituição de paleossalinidades e paleobatimetrias do paleoambiente estuarino da antiga Baía de Tóquio (Japão), durante o estágio de culminação do nível do mar holocênico, há cerca de 6.000 anos A.P., baseada principalmente em estudos de diatomáceas (KOSUGI et al., 1989). Observe a ocorrência de muitos sambaquis, com conchas de moluscos de águas salobras, até mais de 50 km da atual linha de costa.

Por análises diatomológica, palinológica e datações por  $^{14}\text{C}$ , Vilanova e Prieto (2001) determinaram índices de paleossalinidade durante o ciclo transgressivo-regressivo do Holoceno no sudeste da estepe pampeana da Argentina. Dessa forma puderam concluir que entre ca. 7.000 (base) e 4.000 anos A. P. o ambiente apresentava alta salinidade, entre 4.000 e 2.000 anos A. P. ocorreram flutuações de salinidade e no topo da sequência, verificou-se condições de alta salinidade. Para que a as tendências regionais de paleossalinidade, tal registro foi comparado a outros costeiros disponíveis do sudeste as Estepe Pampeana.

Na Baía de Iguape (BA), estudos com diatomáceas realizados por Gomes et al. (2003) evidenciaram que, quando o mar atingiu 70 cm acima do atual, houve influência marinha na área.

Na região de Iguape (litoral sul do Estado de São Paulo), Ybert et al. (2003) interpretaram mudanças no NRM da região há 4.900 anos cal A.P. através das análises de pólen e de diatomáceas. A base da coluna estudada por esses autores (intervalo datado entre 4.900 e 3.470 anos cal A.P.) indicou a ocorrência de um ambiente estuarino devido à presença das espécies *Actinocyclus* sp., *Actinoptychus hookeri* Ehrenberg, *A. senarius* Ehrenberg, *A. splendens* (Shadbolt) Ralfs in Pritchard, *A. vulgaris* Schumann, *Biddulphia rhombus* (Ehrenberg) W. Smith, *Diploneis bombus* (Ehrenberg) Cleve, *Nitzschia panduriformes* Gregory, *Polymixus coronalis* L. W. Bail., *Raphoneis* sp., *Thalassiosira* sp. e *Triceratium patagonicum* A. Schimidt. Nos sedimentos também foram encontradas espécies marinhas que indicaram que o NRM estava de 1 a 2 m acima do atual, quando uma extensa laguna teria ocupado a área. A análise do conteúdo polínico permitiu verificar que, com a queda progressiva do NRM após 3.400 anos A. P., houve o estabelecimento de vegetação de pântano no lugar da paleolaguna.

Registros de diatomáceas, em sedimentos litorâneos brasileiros, foram também estudados na Lagoa Olho D'água (Recife, PE) por Santiago-Hussein et al. (2005), que permitiram comprovar as oscilações negativas do NRM, durante os últimos 7.000 anos (Fig. 9), de acordo com as propostas de Martin e Suguio (1989) na área de Salvador (BA), evidenciadas principalmente pela ocorrência em alta concentração de *Aulacoseira sulcata* (Ehrenberg) Cleve, conforme as exigências ambientais deste táxon marinho. A par disso, o aumento de táxons dulcícolas sugere o decréscimo simultâneo do NRM e aumento do influxo de água doce ao sistema lagunar, principalmente a partir de aproximadamente 2.500 A.P. (Fig. 10). Na região estudada, ocorreu o clímax do NRM de, no mínimo 2 m acima do atual, pois a atual lagoa Olho D'água distante cerca de 4 km da praia, está localizada sobre um terraço de construção marinha de 2 a 3 m acima do nível oceânico.

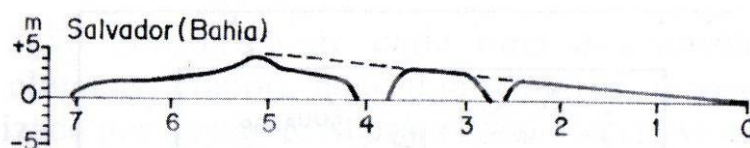


Figura 9 - Curva de variação do NRM durante os últimos 7.000 anos na área de Salvador, BA (MARTIN et al., 1979).

Esta curva é a mais precisa até hoje, de todo o litoral brasileiro, pois foi baseada em mais de 50 indicadores de diferentes naturezas (geológico-geomorfológicas e biológicas), que foram datadas pelo método do radiocarbono, pois estudos dessa natureza tornam-se mais confiáveis quando são baseados em convergência de evidências.

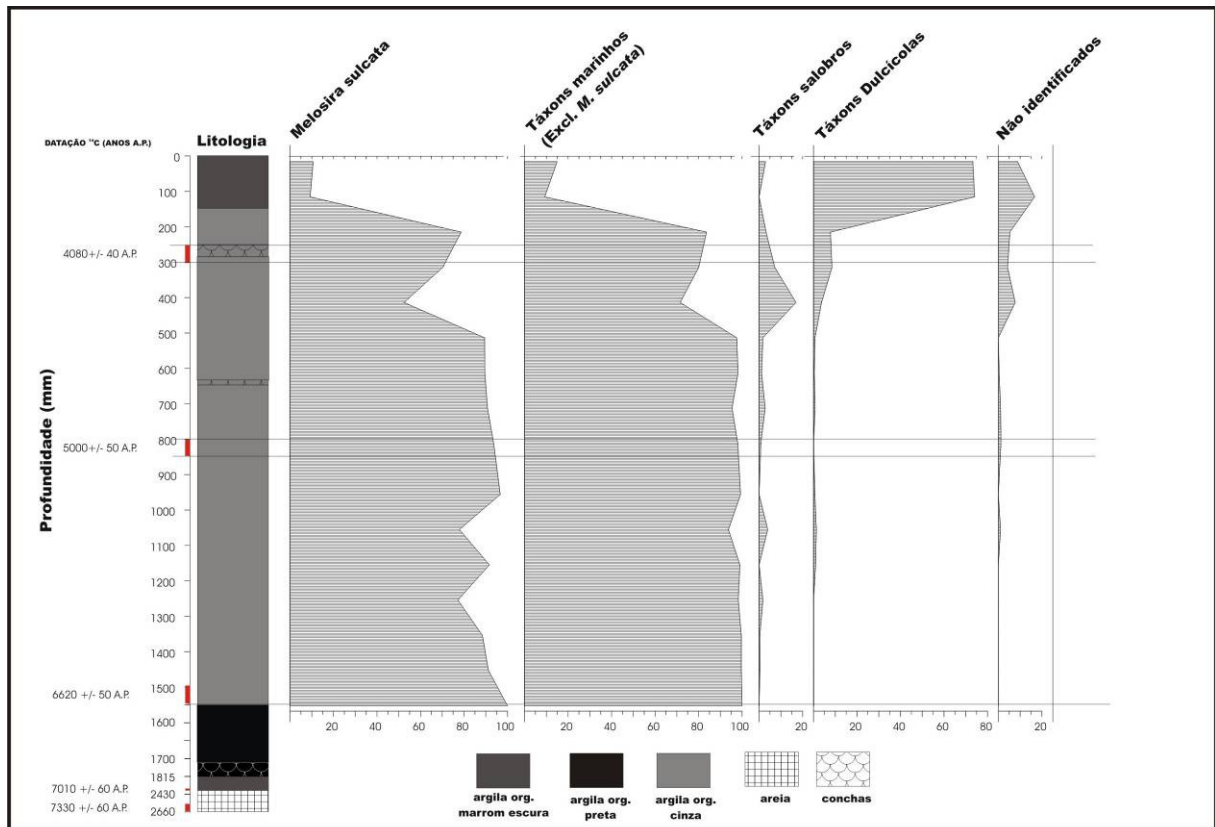


Figura 10 – Diagrama de concentração (nº de valvas/cm<sup>3</sup>) de *Melosira (Aulacoseira) sulcata*, táxons marinhos (com exclusão de *M. sulcata*), salobros, dulcícolas e não-identificados, para a Lagoa Olho D'Água (Recife, PE), com demarcação das regiões datadas segundo Santiago-Hussein (2005).

Informações fornecidas por palinomorfos (grãos de pólen e esporos de plantas vasculares, os zigósporos e colônias de clorofilas, cistos de dinoflagelados e acritarcas, esporos de fungos e microforaminíferos), silicoflagelados, e diatomáceas, obtidas por Medeanic et al. (2009) permitiram inferir a existência pretérita de uma baía, durante a transgressão marinha ( $4.940 \pm 80$  A.P.), na planície costeira do Rio Grande do Sul (Fig. 11). Alterações na composição taxonômica, abundância e frequência de palinomorfos e diatomáceas encontradas, nas amostras representativas da transgressão marinha, sugerem oscilações do nível do mar. A deposição de sedimentos arenosos e a formação de dunas eólicas representariam o resultado da regressão marinha posterior.



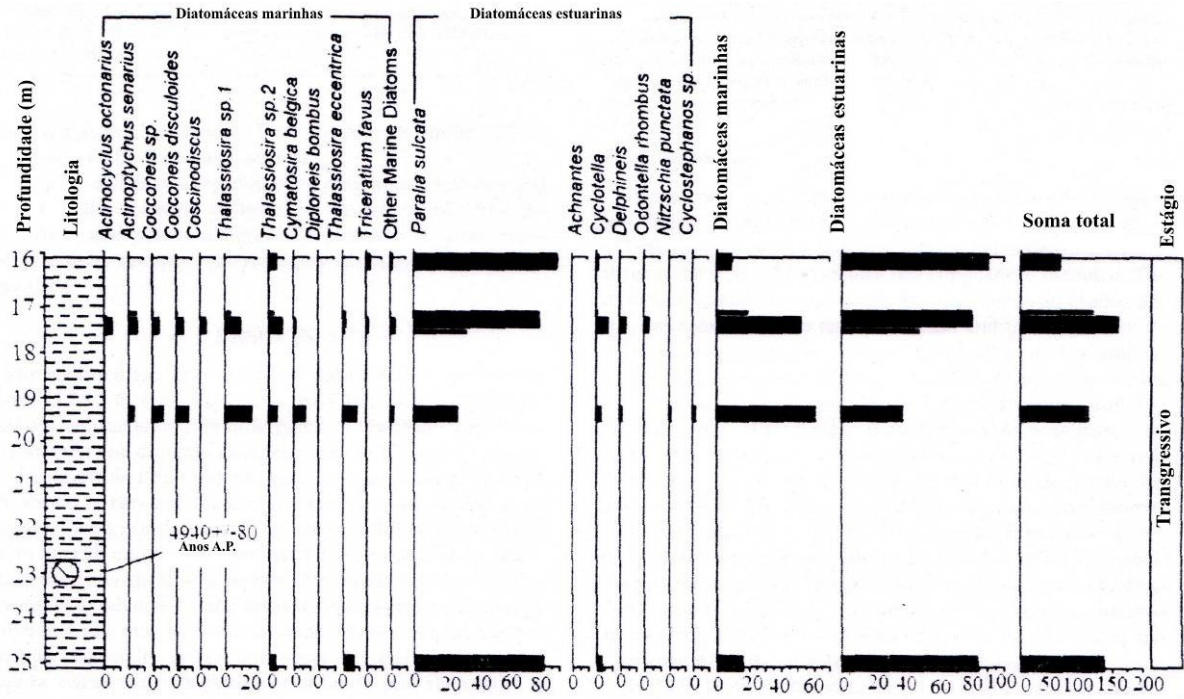


Figura 11 – Diagrama de percentagem de diatomáceas na amostra do testemunho FS – 20 (MEDEANIC et al., 2009)



## 10- LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está situada na EEJI (Estação Ecológica Juréia-Itatins), que compreende parte dos municípios de Peruíbe (Região Metropolitana da Baixada Santista), Iguape, Itariri e Miracatu (Vale do Ribeira), na região sudeste do Brasil, no Estado de São Paulo (Fig. 12).

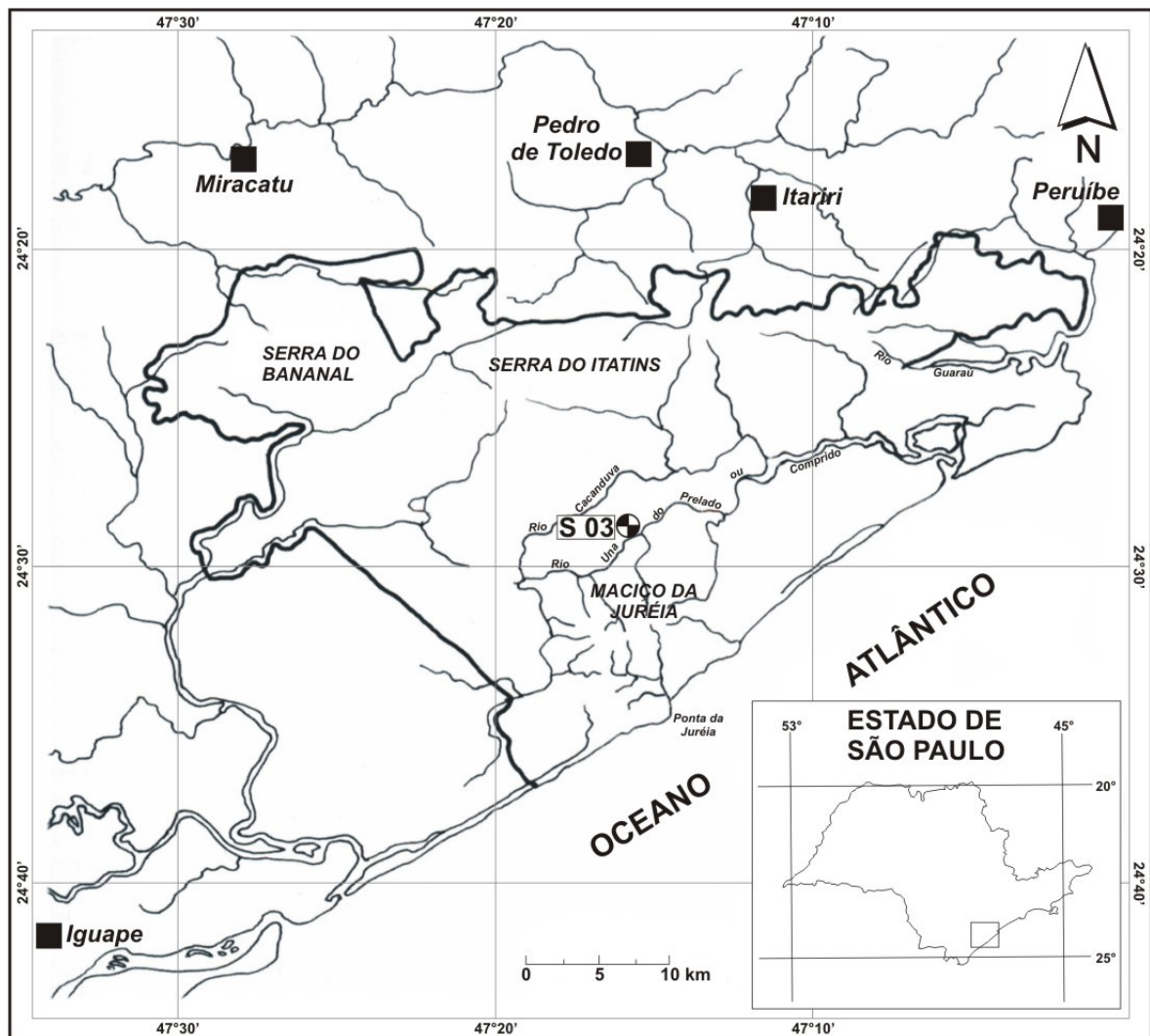


Figura 12 - Localização da EEJI com destaque para o ponto de coleta do testemunho S03 (modificado de LOPES et al., 2004).

Compreende uma superfície de aproximadamente 600 km<sup>2</sup>, dos quais mais de 100 km<sup>2</sup> são ocupados pelo Maciço da Juréia e morros menores de rochas cristalinas pré-cambrianas. O restante forma a planície costeira, da qual aproximadamente 200 km<sup>2</sup> correspondem aos paleocordões arenosos pleistocênicos da Formação Cananéia e aproximadamente 300 km<sup>2</sup>

estão ocupados por depósitos paleolagunares e paleopraiais, ambos pertencentes à Formação Ilha Comprida, com idades holocênicas (Suguio, 2004) (Fig. 13).

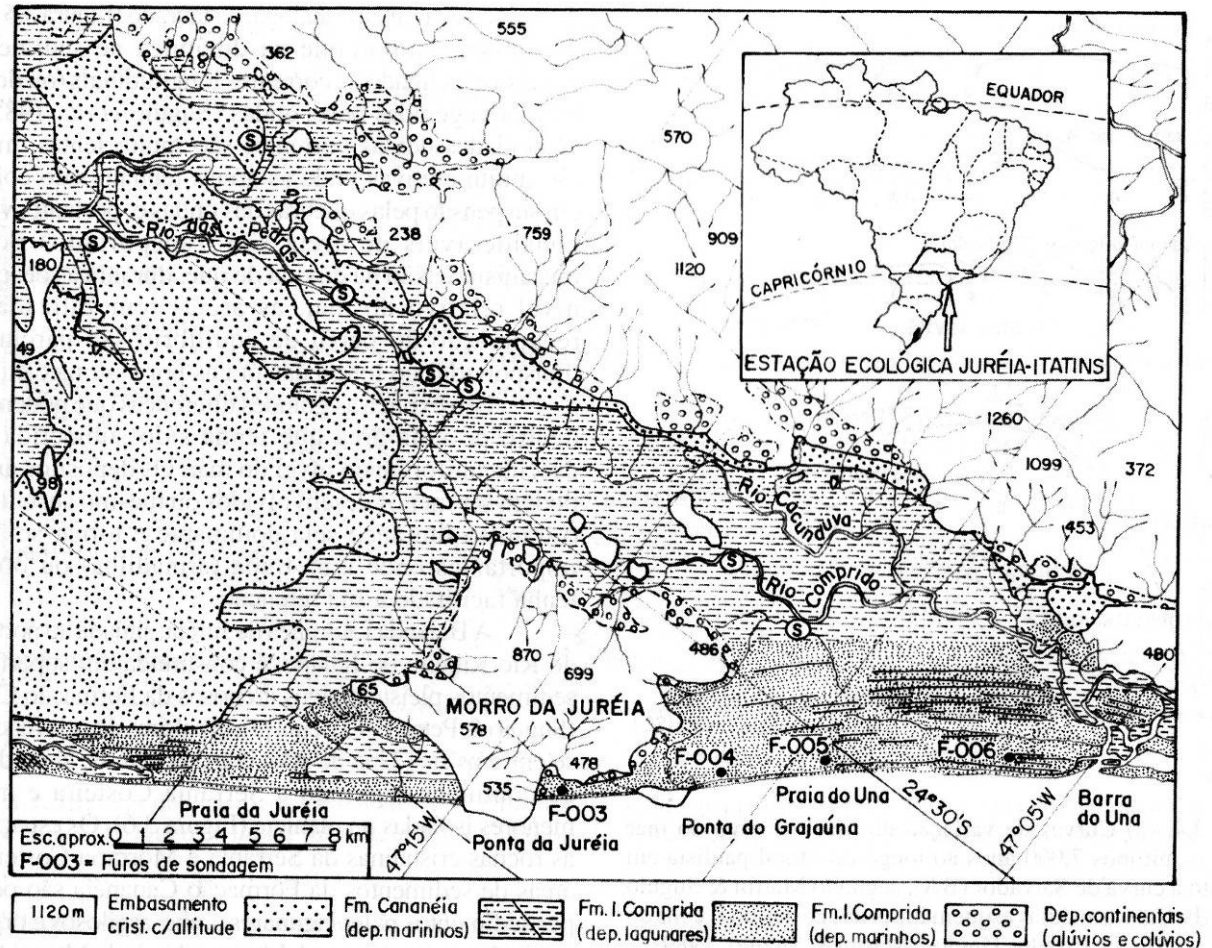


Figura 13: Mapa geológico da região do Morro da Juréia e arredores, mostrando as principais unidades geológicas que ocorrem em superfície, além da localização de alguns sambaquis (S) e furos de sondagem (F-003) realizados pela NUCLEBRÁS (SUGUIO; MARTIN 1978 b).

### 10.1 - Provável evolução geológica da área de estudo

A evolução geológica de todo litoral paulista não pode ser explicada através de um modelo único e, conforme Suguio e Martin (1978a), a área de estudo pode ser explicada, de maneira sucinta pela seguinte sequência, ilustrada na Fig. 14.

- ▶ Primeiro estágio: Durante o máximo da transgressão Cananéia (123.000 AP) as águas oceânicas devem ter atingido o sopé da Serra do mar, quando argilas marinhas e transicionais da Formação Cananéia foram depositadas, superpostas à Formação Pariqüera-Açu de origem continental e de provável idade neógena (SUNDARAM; SUGUIO, 1985).
  
- ▶ Segundo estágio: Cordões litorâneos regressivos foram depositados sobre sedimentos arenosos prévios da Formação Cananéia
  
- ▶ Terceiro estágio: Durante o UMG (Último Máximo Glacial) do hemisfério norte, o nível relativo do mar sofreu uma queda de 120 a 130 m abaixo do atual, quando rios provenientes da Serra do Mar teriam erodido grande parte a Formação Cananéia e eventualmente até a Formação Pariqüera-Açu. Ainda neste estágio, ao norte e noroeste do Morro da Juréia, a Formação Cananéia teria sido quase completamente erodida onde, a seguir, desenvolveu-se um amplo estuário com vários nichos adequados à proliferação de moluscos, que propiciaram a ocupação da área por paleo-índios construtores de sambaquis.
  
- ▶ Quarto estágio: Na fase posterior ao nível do máximo holocênico (5.150 A.P.) houve a formação de uma ilha-barreira, que transformou a antiga baía numa extensa laguna. As porções altas da Formação Cananéia devem ter sido erodidas pelo mar e, a seguir, recobertos por depósitos transicionais e marinhos holocênicos.
  
- ▶ Quinto estágio: O paleonível marinho teria retornado até a situação atual, quando se formaram as cristas praias holocênicas, enquanto ocorria a conversão da paleolaguna que, ao perder o contato com o mar aberto, desenvolveu um sistema lacustre extenso, de águas cada vez menos salgadas até completamente doces.

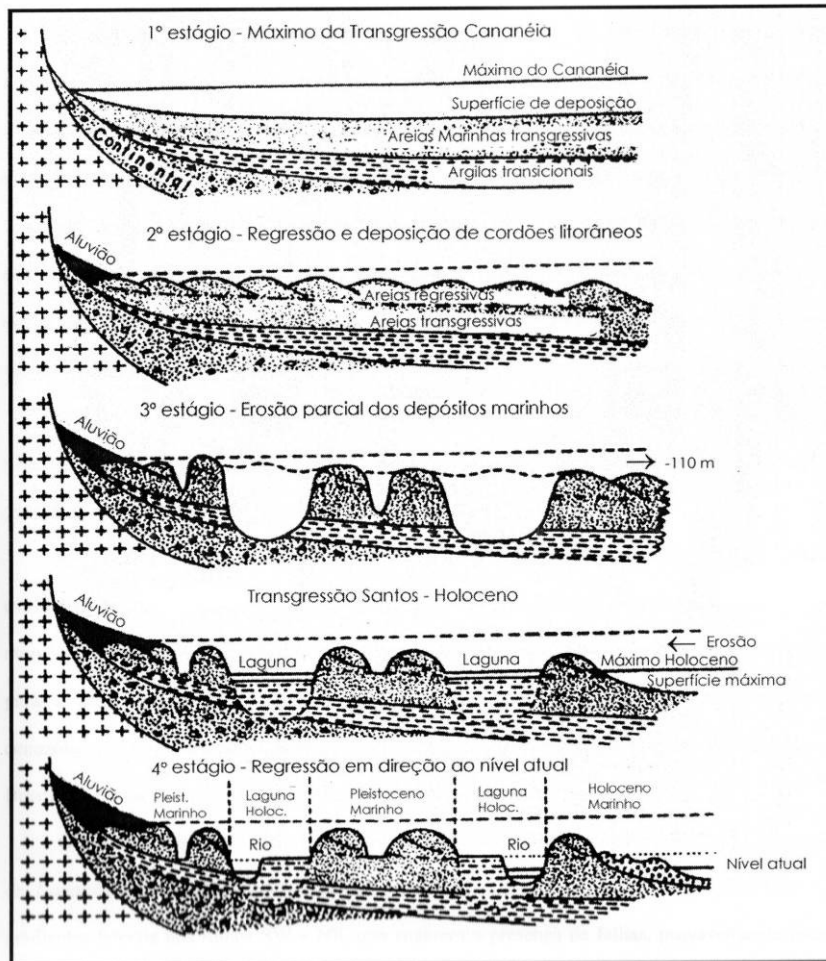


Figura 14: Estágios evolutivos propostos para explicar a origem da planície costeira de Cananéia ao Morro da Juréia (MARTIN; SUGUIO, 1978).

## 10.2 - Aspectos geomorfológicos da área de estudo

As unidades geomorfológicas da EEJI foram descritas por Souza e Souza (2004), que mencionaram morros e serras, planícies costeiras e praias. Na parte meridional da Serrania de Itatins, os morros e as serras, apresentam unidades de relevo conhecidas localmente como serras do Bananal, dos Itatins e de Peruíbe, além de unidades isoladas como a Serra da Juréia e os morros do Maceno-Itu e do Grajaúna (Fig. 15). Nesses locais predominam rochas graníticas e metamórficas. Quatro pequenas planícies costeiras são identificadas pelas denominações Juréia, Una, Rio Verde e Guaraú, compostas de depósitos marinhos, fluviais e lagunares, que normalmente acham-se recobertos por depósitos coluviais de baixada nas proximidades da Serra do Mar. As praias do Rio Verde e do Una são as principais, mas existem outras menores, como as do Arpoador e do Guarauzinho. A distribuição do estoque sedimentar entre as praias atende aos perfis emerso e submerso, conforme a energia das ondas. As principais correntes responsáveis pelo transporte (deriva), erosão e deposição de sedimentos ao longo da praia são as correntes de deriva litorânea, que atuam paralelamente à praia.

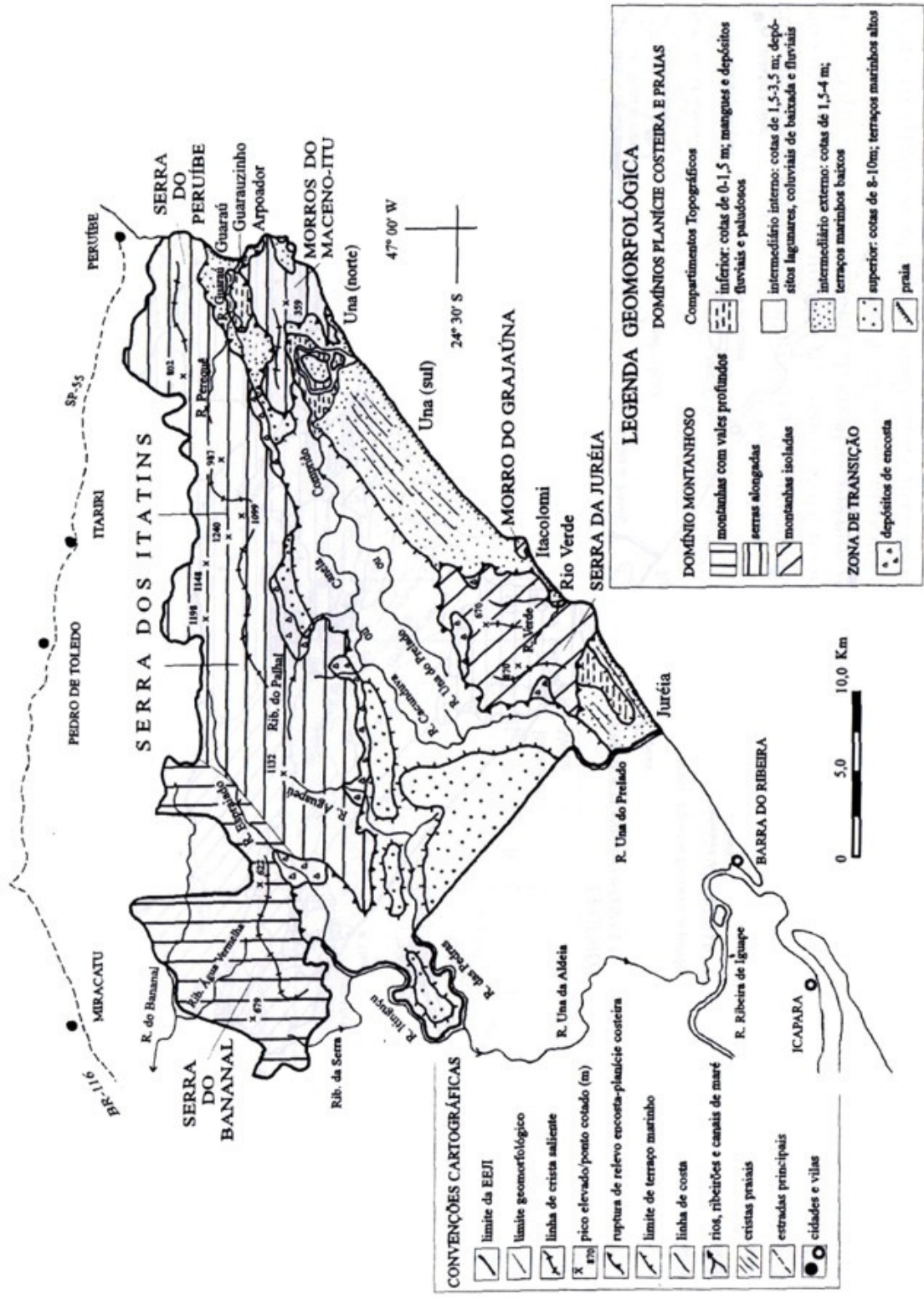


Figura 15: Mapa geomorfológico da EEJI (SOUZA; SOUZA, 2004)

### 10.3 - Estudos anteriores de diatomáceas na EEJI (Estação Ecológica Juréia-Itatins)

As diatomáceas fósseis foram analisadas, pela primeira vez, na planície costeira da EEJI por Servant-Vildary e Suguio (1990), em sedimentos predominantemente síltico-argilosos de dois poços, provavelmente relacionados à Formação Cananéia, que permitiram a distinção entre sedimentos litorâneos (estuarinos) e de água doce e também sugeriram a ocorrência pretérita de várias flutuações do NRM. Esses autores identificaram também a espécie extinta *Raphoneis fatula* K. E. Lohman como a mais abundante e indicativa de idades anteriores ao Plioceno, em prováveis sedimentos pleistocênicos e, desta maneira poderia representar produto de retrabalhamento de sedimentos mais antigos.

A composição, a abundância, a distribuição espacial e as variações de frequência do plâncton estuarino vivente no Rio Una do Prelado na EEJI, foram estudadas por Lopes et al. (2004). Entre os diversos grupos taxonômicos constituídos de microalgas, foram identificadas diversas espécies de diatomáceas (tabela 1). Nos resultados encontrados é possível notar, que as diatomáceas apresentaram maior diversidade que os outros grupos analisados e a espécie que mais se destacou numericamente foi a *Asterionellopsis gracialis* (Castracane) Round. Em geral, observou-se um incremento no número de células durante as marés altas, quando aumentam as profundidades. A composição e as distribuições espacial e temporal dos organismos planctônicos na EEJI, não apresentaram diferenças significativas, quando comparadas às de estuários e rios de todo o litoral sudeste, embora ainda se conheça muito pouco sobre a densidade e ecologia das espécies de microrganismos do fito e zooplâncton. Lopes et al. (2004) ressaltam que deve ser dada prioridade à preservação dos ecossistemas aquáticos locais, pois os rios e estuários da EEJI permitem estudar a ecologia do plâncton costeiro em ambiente com pouco impacto antrópico. Além disso, estudos comparativos com vários trechos do litoral brasileiro, em estágios mais ou menos avançados de degradação, poderão ser realizados.



Tabela 1: Lista dos táxons fitoplanctônicos registrados no estuário do rio Una do Prelado da EEJI.

<b>Diatomophyceae</b>	<i>Gyrosigma</i> sp.	Mereschkowsky
<i>Actinoptychus senarius</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	<i>Helicotheca tamesis</i> (Shrubsole) Ricard	<i>Talassiosira eccentrica</i> (Ehrenberg) Cleve
<i>Amphiprora alata</i> (Ehrenberg) Kutzing	<i>Hemiaulus membranaceus</i> Cleve	<i>Thalassiosira leptopus</i> (Grunow) Hasle & G.
<i>Amphora</i> sp.	<i>Hemiaulus sinensis</i> Greville	Fryxell
<i>Asterionellopsis glacialis</i> (Castracane) Round	<i>Hemidiscus</i> sp.	<i>Thalassiosira</i> spp.
<i>Asteromphalus flabellatus</i> Brébisson & Greville	<i>Lauderia annulata</i> Cleve	<i>Thalassiothrix</i> sp.
<i>Bacillaria paxillifera</i> (O.F. Muller) Hendey	<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve	<i>Trachyneis</i> sp.
<i>Bacteriastrum</i> spp.	<i>Lithodesmium undulatum</i> Ehrenberg	<i>Triceratium favus</i> Ehrenberg
<i>Cerataulina pelágica</i> (Cleve) Hendey	<i>Meuniera membranacea</i> (Cleve) P.C.Silva	<b>Dinophyceae</b>
<i>Cerataulus smithii</i> Ralfs	<i>Nitzschia lorenziana</i> Grunow	<i>Amphidinium</i> spp.
<i>Chaetocervs atlânticas</i> Cleve	<i>Nitzschia panduriformis</i> Gregory	<i>Ceratium contortum</i> (Gourret) Cleve
<i>Chaetoceros curvisetus</i> Cleve	<i>Nitzschia</i> spp.	<i>Ceratium furca</i> (Ehrenberg) Claparede & Lachmann
<i>Chaetoceros laevis</i> Leuduger-Fortmorel	<i>Odontella longicruris</i> (Greville) Hoban	<i>Ceratium fusus</i> (Ehrenberg) Dujardin
<i>Chaetoceros peruvianus</i> Brightwell	<i>Odontella mobiliensis</i> (Bailey) Grunow	<i>Ceratium gibberum</i> Gourret
<i>Chaetoceros subtilis</i> var. <i>abnormis</i> Proshkina & Javrenko	<i>Odontella regia</i> (Schultze) Simonsen	<i>Dinophysis caudata</i> S. Kent
<i>Chaetoceros</i> spp.	<i>Odontella rhombus</i> Kutzing	<i>Goniaulax</i> spp. <i>Goniodoma polyedricum</i> (Pouchet)
<i>Climacodium frauenfeldianum</i> Grunow	<i>Odontella sinensis</i> (Greville) Grunow	Jorgensen <i>Gymnodinium</i> spp.
<i>Cortilhrun criophitum</i> Castracane	<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve	<i>Noctiluca scintillans</i> (Macartney) Kogoid & Swezy
<i>Coscinodiscus jonesianus</i> (Greville) Ofitenfeld	<i>Phaeodactylum tricornutum</i> Bohlin	<b>Dictyochophyceae</b>
<i>Cosconodiscus marginaius</i> Ehrenberg	<i>Pinnularia</i> sp.	<i>Dictyocha fibula</i> Ehrenberg
<i>Cosconodiscus oculus iridis</i> Ehrenberg	<i>Pleumsigma angulatum</i> (Queckett) W. Smith	<b>Cyanophyceae</b>
<i>Coscinodiscus</i> spp.	<i>Pleurosigma elongatum</i> W.Smith	<i>Anabaena</i> sp. <i>Merismopedia</i> sp.
<i>Cyclotella striata</i> (Kutzing) Grunow	<i>Pleurosigma naviculaceum</i> Brébisson	<i>Oscillatoria</i> sp.
<i>Cyclotella stylorum</i> Brightwell	<i>Pleurosigma normanii</i> Ralfs	<b>Chlorophyceae</b>
<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenberg) Lewin & Reimann	<i>Podosira stelliger</i> (Bailey) Mann	<i>Closterium</i> sp. <i>Scenedesmus</i> sp.
<i>Cytnatosira adaroi</i> Azpeitia	<i>Proboscia alata</i> (Brightwell) Sundström	<i>Podolampas</i> spp. <i>Prorocentrum</i> spp.
<i>Diploneis</i> spp.	<i>Raphoneis</i> sp.	<i>Protoperidinium</i> spp. <i>Pselioidinium vaubani</i> Sournia
<i>Ditylum brightwellii</i> (West) Grunow	<i>Rhizosolenia setigera</i> Brightwell	
<i>Eunotia</i> spp.	<i>Skeletonema costatum</i> (Greville) Cleve	
<i>Guinardia flaccida</i> (Castracane) H. Pérageallo	<i>Stephanopyxis turris</i> (Arnott in Greville) Ralfs in Pritchard	
<i>Guinardia striata</i> (Stolterfoth) Hasle	<i>Synedra ulna</i> Ehrenberg	
	<i>Synedra</i> spp.	
	<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow)	

Fonte: (LOPES et al., 2004).

## 11- MATERIAIS E MÉTODOS

### 11.1 - Métodos de campo e amostragem

Como a área é plana e os sedimentos constituintes pouco consolidados, com conteúdos variáveis de argila e matéria orgânica, a sondagem para amostragem foi realizada com vibrotestemunhador (MARTIN; FLEXOR; SUGUIO, 1995). Nesta sondagem foi utilizado tubo de alumínio com cerca de 3 polegadas de diâmetro e 6 m de comprimento (Fig. 16), que foi executada na estação S03, que está situada nas coordenadas 24°29'19"S e 47°15'43"W. O comprimento total do testemunho recuperado foi de 5,79 m, onde a perda aparente 0,21 m pode ser atribuída à compactação ocorrida durante a penetração do tubo.



Figura 16: Cena de testemunhagem por vibrotestemunhador na Estação Ecológica Juréia-Itatins (Foto: Alethea Ernandes Martins Sallun).

### 11.2 - Métodos de laboratório

O testemunho foi aberto longitudinalmente com serra elétrica circular, quando foi fotografado e descrito de acordo com as cores, texturas, estruturas sedimentares. As superfícies dos sedimentos, em corte longitudinal, foram limpas com uma espátula metálica e



amostradas. Foram coletadas amostras com 1 cm<sup>3</sup> de volume, equidistantes de 5 cm (de 0 a 1 m), de 10 cm (de 1 a 2 m) e de 20 cm (de 2 m até a base). As 49 amostras assim obtidas foram numeradas de acordo com as profundidades, da base para o topo. A seguir, as amostras foram transferidas para béqueres de 250 mL e etiquetadas. Além disso, os níveis mais ricos em matéria orgânica vegetal foram amostrados para a datação absoluta por radiocarbono através do método AMS (em inglês: Accelerated Mass Spectrometry).

#### 11.2.1 - Amostragem para datação por <sup>14</sup>C

As amostragens para <sup>14</sup>C no testemunho foram realizadas em diferentes profundidades entre 0 e 5,79 m e as datações realizadas pela empresa Beta Analytic Inc., Miami (USA). Inicialmente, foram datadas as amostras mais superficial e mais profunda, para obtenção das idades mínima e máxima do testemunho, respectivamente. Posteriormente, foram obtidas 12 idades adicionais, de amostras coletadas entre as duas extremas.

#### 11.2.2 - Processamento químico

Os métodos utilizados, descritos a seguir, estão de acordo com as recomendações de Patrick e Reimer (1966) e Battarbee (1986).

Foram adicionados 200 mL de peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) às amostras, para eliminação da matéria orgânica, restando silicatos na forma de argilominerais, carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>) e sílica (SiO<sub>2</sub>), em geral na forma de opala. Em seguida, a amostra foi secada sobre chapa térmica a 90°C. Após isso, foi adicionado 1mL de ácido clorídrico (HCl) para a eliminação de eventuais carbonatos existentes e, a seguir, a água contendo o material foi substituída uma vez por dia ao longo de 7 dias por água destilada em béqueres de 500 mL.

#### 11.2.3 - Montagem das lâminas

O resíduo final foi transferido para um tubo de ensaio 10 mL, do qual foram retirados 40 µL (microlitros) com micropipeta. Em alguns casos, a baixa concentração de diatomáceas exigiu a retirada de até 100 a 120 µL. Esses volumes pipetados com água destilada e diatomáceas foram colocados na lamínula sobre a chapa térmica (Fig. 17). Com a evaporação da água, apenas um resíduo restou sobre a lamínula (Fig. 18).



Figura 17: Micropipetagem do resíduo contido na água destilada sobre a lamínula.



Figura 18: Lamínula com resíduo após evaporação da água destilada.

Em lâminas com etiquetas de identificação foram aplicadas gotículas da resina Entellan (Fig. 19) que, em seguida, foi colocada em contato com a lamínula e fixada. Após a secagem por aproximadamente duas semanas, estavam prontas para serem analisadas.

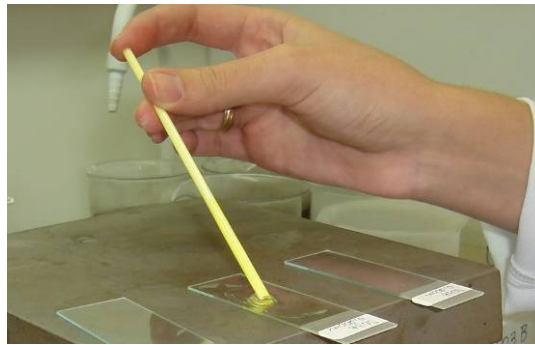


Figura 19: Aplicação de gotículas de resina Entellan sobre a lâmina

#### 11.2.4 – Estocagem

Logo após o processamento e a montagem das lâminas, os resíduos restantes foram colocados em pequenos frascos de vidro, identificados de acordo com as profundidades das amostras e submetidos ao resfriamento. Além disso, duas gotas de formol a 10% foram adicionadas para conservação do material.

#### 11.2.5 - Confecção de diagramas

Foram elaborados diagramas de concentração a partir da identificação e contagem das valvas de diatomáceas. Os programas utilizados foram Tília e Tíliograf (GRIMM, 1987). Para

isso foi utilizada uma planilha de soma total dos indivíduos, onde foi inserida a variável que é composta pela quantidade contada de *Lycopodium clavatum* (introduzido) por amostra e a concentração dos seus esporos por pastilha. O número absoluto de valvas de cada categoria ecológica foi calculado por centímetro cúbico de sedimento pelo programa de computador supracitado.

Com o uso do subprograma estatístico CONISS (GRIMM, 1987) foi possível estabelecer ecozonas para que se pudesse verificar as similaridades estatísticas entre as amostras. Este subprograma utilizou os quarenta táxons mais frequentes encontrados nos diagramas de concentração e gerou um dendrograma onde foi estabelecida a similaridade entre as amostras, como reflexo das condições ambientais entre as ecozonas obtidas. O dendrograma foi inserido no diagrama de concentração correspondente.

### **11.3 – Análise das lâminas**

As lâminas foram analisadas qualitativa e quantitativamente para que fossem obtidos resultados estatisticamente significativos. Tais análises estão descritas a seguir.

#### 11.3.1 – Qualitativa

Os diferentes táxons presentes nas lâminas foram fotografados sob microscópio óptico munido de objetiva de imersão com aumento de 1.000 x em lente optovar 1. Um fichário com informações sobre morfologia, tamanho e classificação de cada indivíduo foi preparado. As identificações das espécies, durante as contagens, foram baseadas em Patrick e Reimer (1966 e 1975), Foged (1975 e 1984), Cunha e Eskinazi-Leça (1990), Stoermer e Smol (2001), Bicudo e Menezes (2006), Reviers (2006) entre outros.

#### 11.3.2 - Quantitativa

Foram contadas, no mínimo, 500 valvas por amostra em seções verticais (transectos). Para tanto, foram utilizadas 4 lâminas de cada profundidade. Após as contagens, as quantidades de valvas encontradas de cada táxon foram tratadas nos programas Tília e Tília Graph (Grimm, 1987) para cálculo de concentrações e porcentagens e posterior confecção de diagramas ilustrativos.

## 12- RESULTADOS

Os táxons de diatomáceas encontrados foram interpretados juntamente com as características dos sedimentos representadas no perfil litológico.

Conhecendo-se os tipos de sedimentos, as profundidades de ocorrência dos táxons predominantes e os seus significados ecológicos, foram interpretadas as variações dos paleoambientes deposicionais. Além disso, as idades fornecidas pela datação por radiocarbono foram consideradas, de tal forma que os resultados das análises diatomológicas fossem interpretados em função do tempo.

### 12.1 – Resultados qualitativos

#### 12.1.1 – Taxa de sedimentação

As taxas de sedimentação obtidas estão apresentadas na Fig. 20 que foi calculada em escala logarítmica (cm/ano) e relacionada a idades de radiocarbono calibradas do testemunho S03. A taxa de sedimentação obtida, ao longo dos 9.400 cal. A.P., mostra valores altos, com um grau significativo de variabilidade: 0,004 a 0,016 cm/ano (0-80 cm? - recente até 7.450 cal. anos A.P.), 0,08 a 0,25 cm/ano (80 a 200 cm – 7.450 até 8.375 cal. anos A.P.), 10 cm/ano (200-300 cm? – 8.375 até 8.385 cal. anos A.P.), 0,625 a 0,645 cm/ano (300-500 cm - 8.385 até 9.400 cal. anos A.P.) e 0,11 cm/ano (500-579 cm). A elevada taxa de sedimentação no período compreendido entre 7.450 (0,80 m) e 9.400 (5,79 m) cal. anos A. P., é demonstrada pelos eventos ocorridos nesse intervalo de tempo. Valores muito altos são também observados entre 8.375 e 8.385 cal. anos A.P. (2-3 m).

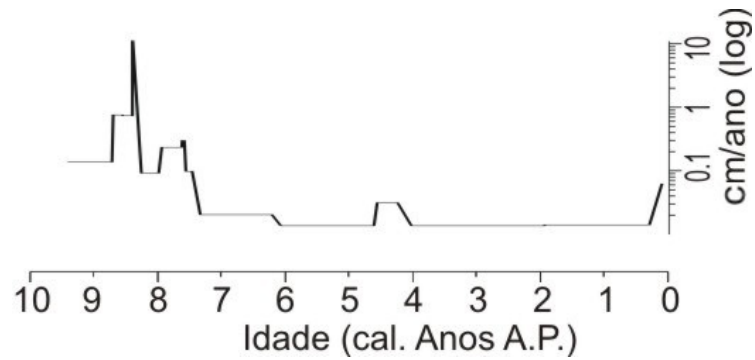


Figura 20: Taxa de sedimentação em cm/ano.

### 12.1.2 - Descrição dos sedimentos analisados

O testemunho foi descrito de acordo com a litologia, cujo perfil esquemático simplificado, com as características sedimentológicas, está representado na Fig. 21.

A litologia do testemunho, em função da profundidade, é segundo Sallun e Suguio (comunicação pessoal), constituída por: 0,00 a 0,12 m - argila siltosa micácea e plástica, de cor marrom acinzentada, com abundantes raízes centimétricas de plantas em início de decomposição; 0,12 a 0,29 m - argila siltosa micácea e plástica, de cor marrom amarelada clara, com abundante raízes centimétricas de plantas em início de decomposição e microfragmentos milimétricos de vegetais carbonizados, com o odor de  $H_2S$ , produzido pela matéria orgânica em decomposição.; 0,29 a 0,34 m - argila siltosa micácea e plástica, de cor marrom acinzentada, com abundantes raízes centimétricas de plantas em início de decomposição e microfragmentos milimétricos de vegetais carbonizados, com o odor de  $H_2S$ , produzido pela matéria orgânica em decomposição; 0,34 a 5,79 m - argila pouco siltosa, pouco micácea, muito plástica, de cor cinza escuro, com abundante microfragmentos milimétricos de vegetais carbonizados e alguns fragmentos vegetais preservados, com o odor de  $H_2S$  da matéria orgânica em decomposição. É importante ressaltar que foram encontrados fragmentos vegetais centimétricos pouco carbonizados, nas profundidades 0,99 m, 1,24 m, 1,39 m, 2,34 m, 2,83 m, 3,07 m, 3,15 m, 3,24 m; fragmentos vegetais centimétricos carbonizados de 2,56 a 2,75 m de profundidade e além disso, conchas fragmentadas centimétricas a partir de 5,66m até a profundidade final.

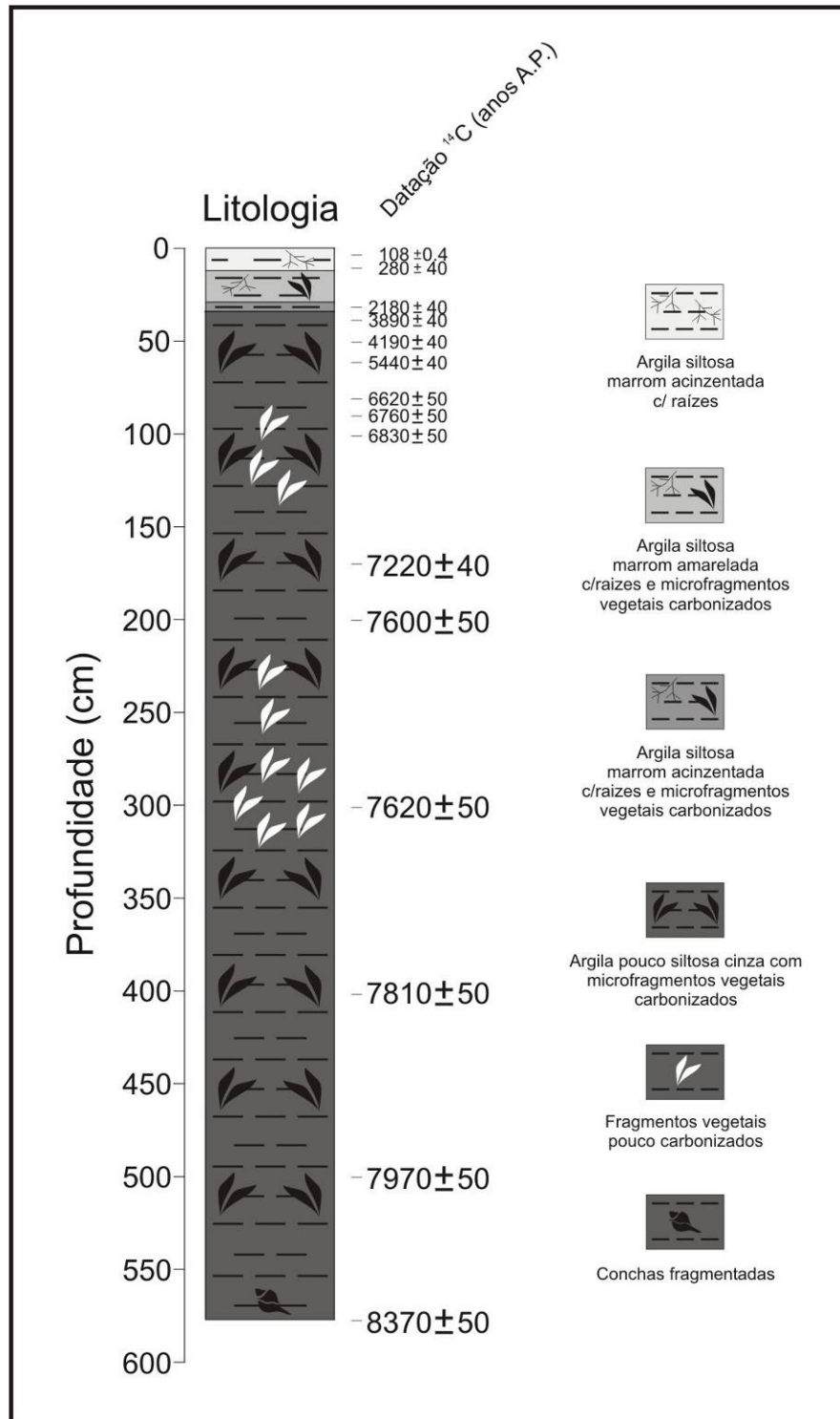


Figura 21: Perfil litológico do testemunho S03.

### 12.1.3 - Taxonomia

No presente trabalho, a classificação taxonômica foi baseada no sistema de Round et al. 1990.

Fotomicrografias, obtidas de todos os táxons encontrados para controle de qualidade das identificações, estão ilustradas em apêndices e com escala que corresponde a 10  $\mu\text{m}$ . As dimensões comprimento, largura e diâmetro das valvas foram aqui abreviadas como C, L e D, respectivamente.

## **DIVISÃO BACILLARIOPHYTA**

### **CLASSE COSCINODISCOPHYCEAE**

*Actinocyclus curvatulus* Janisch

Dimensões: D = 43,92  $\mu\text{m}$

Referência: Souza-Mosimann, Felicio Fernandes e Fernandes (1993)

Ecologia da espécie: marinha

Apêndice: Estampa I – Fig. 1

*Actinoptychus senarius* Ehrenberg

Dimensões: D = 45,65  $\mu\text{m}$

Referência: Bigunas (2005)

Ecologia da espécie: marinha

Apêndice: Estampa II – Fig. 1

*Actinoptychus splendens* (Shadbolt) Ralfs in Pritchard

Dimensões: D = 50  $\mu\text{m}$

Referência: Souza-Mosimann (1984); Servant-Vildary e Suguio (1990)

Ecologia da espécie: marinha e estuarina

Apêndice: Estampa I – Fig. 2

*Actinoptychus* sp.

Dimensões: D = 60 µm

Apêndice: Estampa I – Fig. 3

*Actinoptychus vulgaris* Schumann

Dimensões: D = 29,19 µm

Referência: Moreira-Filho (1966)

Ecologia da espécie: marinha e estuarina

Apêndice: Estampa I – Fig. 5

*Auliscus sculptus* (W. Smith) Ralfs

Dimensões: D = 29,19 µm

Referência: Bigunas (2005)

Ecologia da espécie: marinha

Apêndice: Estampa I – Fig. 4

*Biddulphia tridens* Ehrenberg

Dimensões: C = 45 µm

Referência: Cunha e Eskinazi-Leça (1990)

Ecologia da espécie: marinha

Apêndice: Estampa III – Fig. 4

*Coscinodiscus asteromphalus* Ehrenberg

Dimensões: D = 110 µm

Referência: Souza-Mosimann e Rodrigues (1984)

Ecologia da espécie: marinha

Apêndice: Estampa I – Fig. 8

*Cyclotella meneghiniana* Kützing

Dimensões: D = 10 µm

Referência: Morandi (2006)

Ecologia da espécie: dulcícola

Apêndice: Estampa I – Fig. 6



*Cyclotella stylorum* Brightw

Dimensões: D = 34,10 µm

Referência: Foged (1975); Foged (1984)

Ecologia da espécie: marinha

Apêndice: Estampa II – Fig. 3

*Cymatosira lorenziana* Grunow

Dimensões: C = 50,86 µm    L = 11,57 µm

Referência: Foged (1984)

Ecologia da espécie: marinha

Apêndice: Estampa IV – Fig. 2

*Cymatotheca weissflogii* (Grunow) Hendey

Dimensões: D = 20 µm

Referência: Bigunas (2005)

Ecologia da espécie: marinha

Apêndice: Estampa II – Fig. 5

*Eunotogramma laevis* Grunow

Dimensões: C = 12,73 µm    L = 4,12 µm

Referência: Bigunas (2005)

Ecologia da espécie: marinha

Apêndice: Estampa V – Fig. 8

*Koizumia adaroi* Yanagisawa

Dimensões: C = 42 µm        L = 7,94 µm

Referência: Bigunas (2005)

Ecologia da espécie: marinha

Apêndice: Estampa VI – Fig. 1

*Odontella rhombus* (Ehrenberg) Kützing

Dimensões: C = 49,54 µm    L = 26,40 µm

Referência: Bigunas (2005)

Ecologia da espécie: marinha

Apêndice: Estampa VIII – Fig. 1

*Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve

Dimensões: D = 56,74 µm

Referência: Witkowski, Lange- Bertalot e Metzeltin (2000)

Ecologia da espécie: marinha e estuarina

Apêndice: Estampa II – Fig. 2

*Podosira stelliger* (Bail.) Mann

Dimensões: D = 29, 73 µm

Referência: Moreira-Filho (1960)

Ecologia da espécie: marinha

Apêndice: Estampa II – Fig. 4

*Terpsinoë americana* (Bailey) Ralfs in Prichard

Dimensões: C = 48,05 µm    L = 26,46 µm

Referência: Bigunas (2005)

Ecologia da espécie: estuarina

Apêndice: Estampa IX – Fig. 7

*Terpsinoë musica* Ehrenberg

Dimensões: C = 100 µm    L = 45 µm

Referência: Metzeltin, Lange-Bertalot e García-Rodríguez (2005);

Ecologia da espécie: estuarina

Apêndice: Estampa X – Fig. 1

*Terpsinoë* sp.

Dimensões: C = 34,6 µm    L = 19,15 µm

Ecologia: indeterminada

Apêndice: Estampa IX – Fig. 8

*Thalassiosira eccentrica* (Ehrenberg) Cleve

Dimensões: D = 30 µm

Referência: Souza-Mosimann e Rodrigues (1984)

Ecologia da espécie: marinha

Apêndice: Estampa III – Fig. 2

*Thalassiosira leptopus* (Grunow) Hasle & G. Fryxell

Dimensões: D = 73, 38 µm

Referência: Moreira-Filho (1966)

Ecologia da espécie: marinha

Apêndice: Estampa III – Fig. 1

*Thalassiosira oestrupii* (Ostenfeld) Hasle

Dimensões: D = 15, 55 µm

Referência: Bigunas (2005)

Ecologia da espécie: marinha

Apêndice: Estampa III – Fig. 7

*Thalassiosira simplex* Hustedt

Dimensões: D = 23,18 µm

Referência: Simonsen (1987 b)

Ecologia da espécie: marinha

Apêndice: Estampa III – Fig. 3

*Triceratium alternans* (Bailey) van Heurck

Dimensões: C = 24,55 µm

Referência: Moreira-Filho (1966)

Ecologia da espécie: marinha

Apêndice: Estampa XI – Fig. 5

*Triceratium favus* Ehrenberg

Dimensões: C = 100,4 µm

Referência: Moreira-Filho (1966)

Ecologia da espécie: marinha

Apêndice: Estampa XI – Fig. 1

## CLASSE FRAGILARIOPHYCEAE

*Delphineis livingstonii* Prasad

Dimensões: C = 22,46  $\mu\text{m}$  L = 13,80  $\mu\text{m}$

Referência: Witkowski, Lange-Bertalot e Metzeltin (2000)

Ecologia da espécie: marinha

Apêndice: Estampa IV – Fig. 10

*Delphineis* sp.

Dimensões: C = 17,73  $\mu\text{m}$  L = 10,27  $\mu\text{m}$

Apêndice: Estampa IV – Fig. 7, 8

*Delphineis surirella* (Ehrenberg) Andrews

Dimensões: C = 29,24  $\mu\text{m}$  L = 11,84  $\mu\text{m}$

Referência: Bigunas (2005)

Ecologia da espécie: marinha

Apêndice: Estampa IV – Fig. 5

*Fragilariopsis doliolus* (Wallich) Medlin & Sims

Dimensões: C = 42  $\mu\text{m}$  L = 8  $\mu\text{m}$

Referência: Witkowski, Lange- Bertalot e Metzeltin (2000)

Ecologia da espécie: dulcícola

Apêndice: Estampa V – Fig. 7

*Pseudostaurosira americana* E. A. Morales

Dimensões: C = 10,87  $\mu\text{m}$  L = 5,26  $\mu\text{m}$

Referência: Wetzel (comunicação pessoal)

Ecologia da espécie: dulcícola

Apêndice: Estampa IX – Fig. 10

*Rhaphoneis ampiceros* Ehrenberg

Dimensões: C = 36,03  $\mu\text{m}$  L = 19,64  $\mu\text{m}$

Referência: Felício Fernandes e Fernandes (1996)

Ecologia da espécie: marinha

Apêndice: Estampa IX – Fig. 4

*Rhaphoneis castracanei* Grunow & Wood

Dimensões: C = 31,06  $\mu\text{m}$  L = 20,30  $\mu\text{m}$

Referência: Witkowski, Lange- Bertalot e Metzeltin (2000)

Ecologia da espécie: marinha

Apêndice: Estampa IX – Fig. 1

*Staurosirella martyi* (Petit) Morales e Maylov

Dimensões: C = 15  $\mu\text{m}$  L = 5  $\mu\text{m}$

Referência: Moreira-Filho (1966)

Ecologia da espécie: dulcícola

Apêndice: Estampa IX – Fig. 5

*Thalassionema nitzschoides* (Grunow) Van Heurck

Dimensões: C = 65, 27  $\mu\text{m}$  L = 3  $\mu\text{m}$

Referência: Bigunas (2005)

Ecologia da espécie: marinha

Apêndice: Estampa X – Fig. 3

*Thalassionema pseudonitzschoides* (Schuette & Schrader) Cleve

Dimensões: C = 43, 48  $\mu\text{m}$  L = 3, 54  $\mu\text{m}$

Referência: Riviera, Cruces e Avaria (2004)

Ecologia da espécie: marinha

Apêndice: Estampa X – Fig. 2

*Tryblionella granulata* (Grunow) Mann

Dimensões: C = 34  $\mu\text{m}$  L = 14  $\mu\text{m}$

Referência: Bigunas (2005)

Ecologia da espécie: dulcícola

Apêndice: Estampa XI – Fig. 6

*Tryblionella punctata* (Wm Smith) var. *elongata*

Dimensões: C = 37,88 µm L = 15,93 µm

Referência: Bigunas (2005)

Ecologia da espécie: marinha

Apêndice: Estampa XI – Fig. 4

## CLASSE BACILLARIOPHYCEAE

*Achnanthes parvula* Kützing

Dimensões: C = 36,26 µm L = 11,59 µm

Referência: Bigunas (2005)

Ecologia da espécie: marinha

Apêndice: Estampa III – Fig. 5

*Caloneis formosa* var. *cuneata* Frenguelli

Dimensões: C = 108,87 µm L = 27,10 µm

Referência: Witkowski, Lange- Bertalot e Metzeltin (2000)

Ecologia da espécie: marinha

Apêndice: Estampa IV – Fig. 1

*Cocconeis pseudolineata* (Geitler) Lange-Bertalot

Dimensões: C = 20 µm L = 12 µm

Referência: Levkov et al. (2007)

Ecologia da espécie: dulcícola

Apêndice: Estampa III – Fig. 6

*Cocconeis robusta* Jurilj

Dimensões: C = 32,22 µm L = 16,02 µm

Referência: Levkov et al. (2007)

Ecologia da espécie: dulcícola

Apêndice: Estampa III – Fig. 8

*Diploneis crabro* Ehrenberg

Dimensões: C = 36,78 µm L = 8,94 µm

Referência: Witkowski, Lange-Bertalot e Metzeltin (2000)

Ecologia da espécie: marinha

Apêndice: Estampa IV – Fig. 4

*Diploneis gruendleri* (A. Schmidt) Cleve

Dimensões: C = 10 µm L = 41,21 µm

Referência: Bigunas (2005)

Ecologia da espécie: marinha

Apêndice: Estampa IV – Fig. 6

*Diploneis ovalis* (Hilse) Cleve

Dimensões: C = 55,72 µm L = 24,21 µm

Referência: Patrick e Reimer (1966)

Ecologia da espécie: dulcícola

Apêndice: Estampa IV – Fig. 3

*Diploneis smithii* (Brebisson) Cleve

Dimensões: C = 32,83 µm L = 18,89 µm

Referência: Witkowski, Lange-Bertalot e Metzeltin (2000)

Ecologia da espécie: dulcícola

Apêndice: Estampa IV – Fig. 9

*Epithemia krammeri* Moser, Lange-Bertalot & Metzeltin

Dimensões: C = 32,19 µm L = 7,91 µm

Referência: Witkowski, Lange-Bertalot e Metzeltin (2000)

Ecologia da espécie: marinha

Apêndice: Estampa V – Fig. 2

*Eunotia bidens* Ehrenberg

Dimensões: C = 56, 37  $\mu\text{m}$  L = 11, 21  $\mu\text{m}$

Referência: Metzeltin, Lange-Bertalot e García-Rodríguez (2005)

Ecologia da espécie: dulcícola

Apêndice: Estampa V – Fig. 3

*Eunotia major* (Wm. Smith) Rabenhorst

Dimensões: C = 85,10  $\mu\text{m}$  L = 11,75  $\mu\text{m}$

Referência: Bigunas (2005)

Ecologia da espécie: dulcícola

Apêndice: Estampa V – Fig. 1

*Eunotia rabenhorstii* Cleve & Grunow

Dimensões: C = 20  $\mu\text{m}$  L = 5  $\mu\text{m}$

Referência: Külbst et al. (1996)

Ecologia da espécie: dulcícola

Apêndice: Estampa V – Fig. 9

*Eunotia tropico-arcus* Metzeltin et Lange-Bertalot

Dimensões: C = 50  $\mu\text{m}$  L = 7  $\mu\text{m}$

Referência: Metzeltin e Lange-Bertalot (2007)

Ecologia da espécie: dulcícola

Apêndice: Estampa V – Fig. 4

*Eunotia zygodon* Ehrenberg

Dimensões: C = 80  $\mu\text{m}$  L = 15  $\mu\text{m}$

Referência: Metzeltin e Lange-Bertalot (2007)

Ecologia da espécie: dulcícola

Apêndice: Estampa V – Fig. 5

*Glyphodesmis distans* (Gregory) Grunow

Dimensões: C = 14,5  $\mu\text{m}$  L = 6,10  $\mu\text{m}$

Referência: Witkowski, Lange-Bertalot e Metzeltin (2000)



Ecologia da espécie: marinha

Apêndice: Estampa V – Fig. 10

*Gyrosigma* sp.

Dimensões: C = 100  $\mu\text{m}$       L = 20  $\mu\text{m}$

Ecologia da espécie: dulcícola

Apêndice: Estampa V – Fig. 6

*Lyrella hennedyi* (W. Smith) Stickle & Mann

Dimensões: C = 35  $\mu\text{m}$       L = 25  $\mu\text{m}$

Referência: Witkowski, Lange-Bertalot e Metzeltin (2000)

Ecologia da espécie: marinha

Apêndice: Estampa VI – Fig. 2

*Lyrella lyra* (Ehrenberg) Karayeva

Dimensões: C = 196, 67  $\mu\text{m}$       L = 76, 48  $\mu\text{m}$

Referência: Witkowski, Lange-Bertalot e Metzeltin (2000)

Ecologia da espécie: dulcícola

Apêndice: Estampa VI – Fig. 4

*Navicula applanata* Hustedt

Dimensões: C = 20  $\mu\text{m}$       L = 7  $\mu\text{m}$

Referência: Simonsen (1987 a)

Ecologia da espécie: indeterminada

Apêndice: Estampa VI – Fig. 3

*Navicula lemmermanni* Hustedt

Dimensões: C = 64  $\mu\text{m}$       L = 25,64  $\mu\text{m}$

Referência: Simonsen (1987 a)

Ecologia da espécie: marinha

Apêndice: Estampa VII – Fig. 1

*Navicula cf recta* Hantzsch

Dimensões: C = 170 µm    L = 26 µm

Referência: Siver et al. (2005)

Ecologia da espécie: marinha

Apêndice: Estampa VII – Fig. 4

*Navicula mariagraciellae* Metzeltin

Dimensões: C = 47, 54 µm    L = 10, 36 µm

Referência: Metzeltin, Lange-Bertalot e García-Rodríguez (2005)

Ecologia da espécie: indeterminada

Apêndice: Estampa VII – Fig. 6

*Navicula slesvicensis* Grunow

Dimensões: C = 64,22 µm    L = 15,5 µm

Referência: Witkowski, Lange-Bertalot e Metzeltin (2000)

Ecologia da espécie: dulcícola

Apêndice: Estampa VII – Fig. 2

*Navicula* sp.

Dimensões: C = 150 µm    L = 32 µm

Ecologia da espécie: indeterminada

Apêndice: Estampa VII – Fig. 3

*Navicula vaneii* Lange-Bertalot

Dimensões: C = 62,86 µm    L = 12,03 µm

Referência: Witkowski, Lange-Bertalot e Metzeltin (2000)

Ecologia da espécie: marinha

Apêndice: Estampa VII – Fig. 9

*Nitzschia compressa* (Bailey) Boyer

Dimensões: C = 25 µm    L = 14 µm

Referência: Witkowski, Lange-Bertalot e Metzeltin (2000)

Ecologia da espécie: marinha

Apêndice: Estampa VII – Fig. 8

*Nitzschia fasciculata* (Grunow) Grunow

Dimensões: C = 56,69  $\mu\text{m}$  L = 4,83  $\mu\text{m}$

Referência: Bigunas (2005)

Ecologia da espécie: dulcícola

Apêndice: Estampa VII – Fig. 5

*Nitzschia incognita* Legler & Krasske

Dimensões: C = 50,74  $\mu\text{m}$  L = 3,33  $\mu\text{m}$

Referência: Witkowski, Lange-Bertalot e Metzeltin (2000)

Ecologia da espécie: dulcícola

Apêndice: Estampa VII – Fig. 7

*Nitzschia panduriformis* Gregory

Dimensões: C = 75  $\mu\text{m}$  L = 25  $\mu\text{m}$

Referência: Witkowski, Lange-Bertalot e Metzeltin (2000)

Ecologia da espécie: marinha

Apêndice: Estampa VIII – Fig. 2

*Petronis humerosa* (Brebisson) Stickle & D. G. Mann

Dimensões: C = 120  $\mu\text{m}$  L = 50  $\mu\text{m}$

Referência: Witkowski, Lange-Bertalot e Metzeltin (2000)

Ecologia da espécie: marinha

Apêndice: Estampa VIII – Fig. 3

*Plagiogramma pulchellum* Greville

Dimensões: C = 33,6  $\mu\text{m}$  L = 7,14  $\mu\text{m}$

Referência: Felício Fernandes e Fernandes (1996)

Ecologia da espécie: marinha

Apêndice: Estampa VIII – Fig. 4

*Pleurosira minor* Metzeltin, Lange-Bertalot & García-Rodríguez

Dimensões: C = 30,02  $\mu\text{m}$  L = 21,82  $\mu\text{m}$

Referência: Metzeltin, Lange-Bertalot e García-Rodríguez (2005)

Ecologia da espécie: marinha

Apêndice: Estampa VIII – Fig. 6

*Psamodictyon panduriformes* Gregory

Dimensões: C = 75  $\mu\text{m}$  L = 26  $\mu\text{m}$

Referência: Bigunas (2005)

Ecologia da espécie: dulcícola

Apêndice: Estampa VIII – Fig. 5

*Rhopalodia musculus* (Kutzing) O.F. Muller

Dimensões: C = 28  $\mu\text{m}$  L = 6, 5  $\mu\text{m}$

Referência: Souza (1970)

Ecologia da espécie: estuarina

Apêndice: Estampa IX – Fig. 2

*Surirella fastuosa* var. *recendens* (A. Schmidt) Cleve

Dimensões: C = 38,90  $\mu\text{m}$  L = 21,91  $\mu\text{m}$

Referência: Bigunas (2005)

Ecologia da espécie: marinha

Apêndice: Estampa IX – Fig. 9

*Surirella febigerii* Lewis

Dimensões: C = 175  $\mu\text{m}$  L = 70  $\mu\text{m}$

Referência: Felício Fernandes e Fernandes (1996)

Ecologia da espécie: marinha

Apêndice: Estampa IX – Fig. 3

*Surirella* sp

Dimensões: C = 29,7  $\mu\text{m}$  L = 11,74  $\mu\text{m}$

Ecologia: indeterminada

Apêndice: Estampa IX – Fig. 6

*Trachyneis aspera* (Ehrenberg) Cleve

Dimensões: C = 62, 78  $\mu\text{m}$  L = 10, 64  $\mu\text{m}$

Referência: Witkowski, Lange-Bertalot e Metzeltin (2000)

Ecologia da espécie: marinha

Apêndice: Estampa XI – Fig. 2

## 12.2 – Quantitativos

### 12.2.1 - Datações por $^{14}\text{C}$

Os resultados obtidos através de datações por  $^{14}\text{C}$  mostraram idades que variam desde  $8.370 \pm 50$  BP (base) até  $280 \pm 40$  BP (topo), conforme tabela 2.

As amostras obtidas nos intervalos 0, 10 – 12, 30 – 32, 38 – 40, 50 – 52, 60 – 62, 80 – 82, 90 – 92, 100 – 102, 170 – 172, 200 – 202, 300 – 302, 400 – 402, 500 – 502 e 579 cm apresentaram, respectivamente as idades a seguir, pelo método convencional e calibradas posteriormente,  $108.1 \pm 0.4$  pMC;  $280 \pm 40$  A. P. (460 a 280 cal A.P.);  $2180 \pm 40$  A. P. (2.090 a 2.060 e 2.320 a 2.100 cal A.P.);  $3.890 \pm 40$  A. P. (4.200 a 4.160 e 4.420 a 4.230 cal A.P.);  $4.190 \pm 40$  A. P. (4.840 a 4.780 e 4.770 a 4.580 cal A.P.);  $5.440 \pm 40$  A. P. (6.300 a 6.190 cal A.P.);  $6.620 \pm 50$  A. P. (7.580 a 7.430 cal A.P.);  $6.760 \pm 50$  A. P. (7.680 a 7.560 cal A.P.);  $6.830 \pm 50$  A. P. (7.750 a 7.580 cal A.P.);  $7.220 \pm 40$  A. P. (8.520 a 8.360 cal A.P.);  $7.600 \pm 50$  A. P. (8.460 a 8.350 cal A.P.);  $7.620 \pm 50$  A. P. (8.520 a 8.360 cal A.P.);  $7.810 \pm 50$  A. P. (8.700 a 8.670, 8.650 a 8.510 e 8.500 a 8.470 cal A.P.);  $7.970 \pm 50$  A. P. (9.010 a 8.630 cal A.P.);  $8.370 \pm 50$  A. P. (9.490 a 9.280 cal A.P.).

Tabela 2 – Idades obtidas no Laboratório Beta Analytic Inc. em Miami (Estados Unidos) pela datação por  $^{14}\text{C}$  (AMS) no testemunho coletado

<i>Profundidade do perfil S03 (cm)</i>	<i>Idade calibrada (cal. anos A.P.)</i>	<i>Idade convencional (anos A. P.)</i>
0	----	108.1 ± 0.4 pMC
10 - 12	460 a 280	280 ± 40
30 - 32	2.090 a 2.060 2.320 a 2.100	2.180 ± 40
38 - 40	4.200 a 4.160 4.420 a 4.230	3.890 ± 40
50 - 52	4.840 a 4.780 4.770 a 4.580	4.1190 ± 40
60 - 62	6.300 a 6.190	5.440 ± 40
80 - 82	7.580 a 7.430	6.620 ± 50
90 - 92	7.680 a 7.560	6.760 ± 50
100 - 102	7.750 a 7.580	6.830 ± 50
170 - 172	7.950 a 8.170	7.220±40
200 - 202	8.460 a 8.350	7.600 ± 50
300 - 302	8.520 a 8.360	7.620 ±50
400 - 402	8.700 a 8.670 8.650 a 8.510 8.500 a 8.470	7.810 ± 50
500 - 502	9.010 a 8.630	7.970 ± 50
579	9.490 a 9.280	8.370 ± 50

### 12.2.2 – Diagramas de concentração

Os resultados da análise quantitativa estão representados nos diagramas de concentração (Figs. 22, 23, 24 e 25). As variações de concentrações valvares permitiram determinar os quarenta táxons mais frequentes, a partir dos quais foram elaborados dendrogramas, que permitiram estabelecer quatro ecozonas, descritas a seguir.

É importante salientar, ainda, que os resultados quantitativos obtidos serão divididos em duas partes. A primeira parte conterá a análise de todo o conteúdo do perfil amostrado

(579 cm). Na segunda parte serão apresentadas as características encontradas dos primeiros 190 cm amostrados, com dados mais detalhados, já que nesse intervalo verificou-se uma variação significativa de idade, em comparação com a baixa taxa de sedimentação (190 cm em cerca de 7.600 anos A.P.), diferentemente da seção abaixo de 190 cm, onde as idades apresentadas variaram menos, de forma que a distribuição dos táxons mostrou dados muito semelhantes em todo este intervalo.

Dessa forma, é nesse intervalo mais superficial que se localizam as informações de maior interesse deste trabalho.

#### 12.2.2.1 – Análise completa do perfil

Na ecozona A (Fig. 22), verifica-se a completa ausência de concentração de táxons estuarinos, mas observa-se grande concentração de diatomáceas dulcícolas na porção inicial deste intervalo (480 valvas por  $\text{cm}^3$ ), seguida de grande redução, quando apresentou apenas 25 valvas por  $\text{cm}^3$  na profundidade de 577 cm, com intervalos nulos. As espécies marinhas apresentam a concentração máxima de 700 valvas por  $\text{cm}^3$  na profundidade de 480 cm e mínima de 140 valvas por  $\text{cm}^3$  na profundidade de 560 cm e as marinhas a estuarinas estão presentes nas concentrações máxima de 780 valvas por  $\text{cm}^3$  na base e mínima de 200 valvas por  $\text{cm}^3$  a 560 cm.

Na ecozona B (Fig. 22), a concentração máxima para as dulcícolas é de 150 valvas por  $\text{cm}^3$  (180 cm) com muitos trechos de concentração inexistente; as estuarinas estão presentes a 280 cm de profundidade com 150 valvas por  $\text{cm}^3$ , a 325 cm com 70 valvas por  $\text{cm}^3$ , a 400 cm com 30 valvas por  $\text{cm}^3$ ; as marinhas variam de 150 a 580 valvas por  $\text{cm}^3$  e marinhas a estuarinas apresentam valores entre 150 a 700 valvas por  $\text{cm}^3$ . As espécies que se destacaram, quanto à concentração (Fig. 23), foram *Diploneis crabro*, *Eunotogramma laevis*, *Thalassiosira leptopus* e *Thalassiosira oestrupii* e *Paralia sulcata*. Os intervalos onde são observadas ausências ocorrem de 390 a 340 cm, 315 a 295 cm e 275 a 190 cm.

Na ecozona C (Fig. 22), a concentração de dulcícolas está representada por 10 a 170 valvas por  $\text{cm}^3$ ; estuarinas por 20 a 150 valvas por  $\text{cm}^3$ ; marinhas por 50 a 600 valvas por  $\text{cm}^3$ ; marinhas a estuarinas por 10 a 850 valvas por  $\text{cm}^3$ . As espécies que se destacaram (Fig. 23), quanto à concentração, foram *Cocconeis pseudolineata*, *Diploneis ovalis*, *Tryblionella granulata*, *Rhopalodia musculus*, *Navícula applanata*, *Actinoptychus senarius*, *Cyclotella stylorum*, *Cymatotheca weissflogii*, *Diploneis crabro*, *Diploneis gruendleri*, *Eunotogramma laevis*, *Koizumia adaroi*, *Odontella rhombus*, *Plagiogramma pulchelum*, *Thalassiosira*

*leptopus*, *Thalassiosira oestrupii*, *Triceratium favus*, *Actinoptychus* sp, *Actinoptychus vulgaris* e *Paralia sulcata*.

Na ecozona D (Fig. 22), os táxons dulcícolas possuem concentração de 5 (a 80 cm) a 180 valvas por  $\text{cm}^3$  (a 50 cm), estuarinos de 5 (a 70 cm) a 780 valvas por  $\text{cm}^3$  (a 50 cm); marinhos de 5 (a 80 cm) a 500 valvas por  $\text{cm}^3$  (a 50 cm) e marinhos a estuarinos de 5 (a 80 cm) a 900 valvas por  $\text{cm}^3$  (a 50 cm). Nos últimos 25 cm praticamente não há concentrações consideráveis, mas as espécies que se destacaram, quanto à concentração (Fig. 23), foram *Diploneis smithii*, *Eunotia bidens*, *Terpsinoë americana*, *Actinoptychus senarius*, *Cyclotella stylorum*, *Cymatosira lorenziana*, *Diploneis crabro*, *Diploneis gruendleri*, *Plagiogramma pulchelum*, *Triceratium favus*, *Actinoptychus* sp, *Actinoptychus vulgaris*, *Actinoptychus splendens* e *Paralia sulcata*.



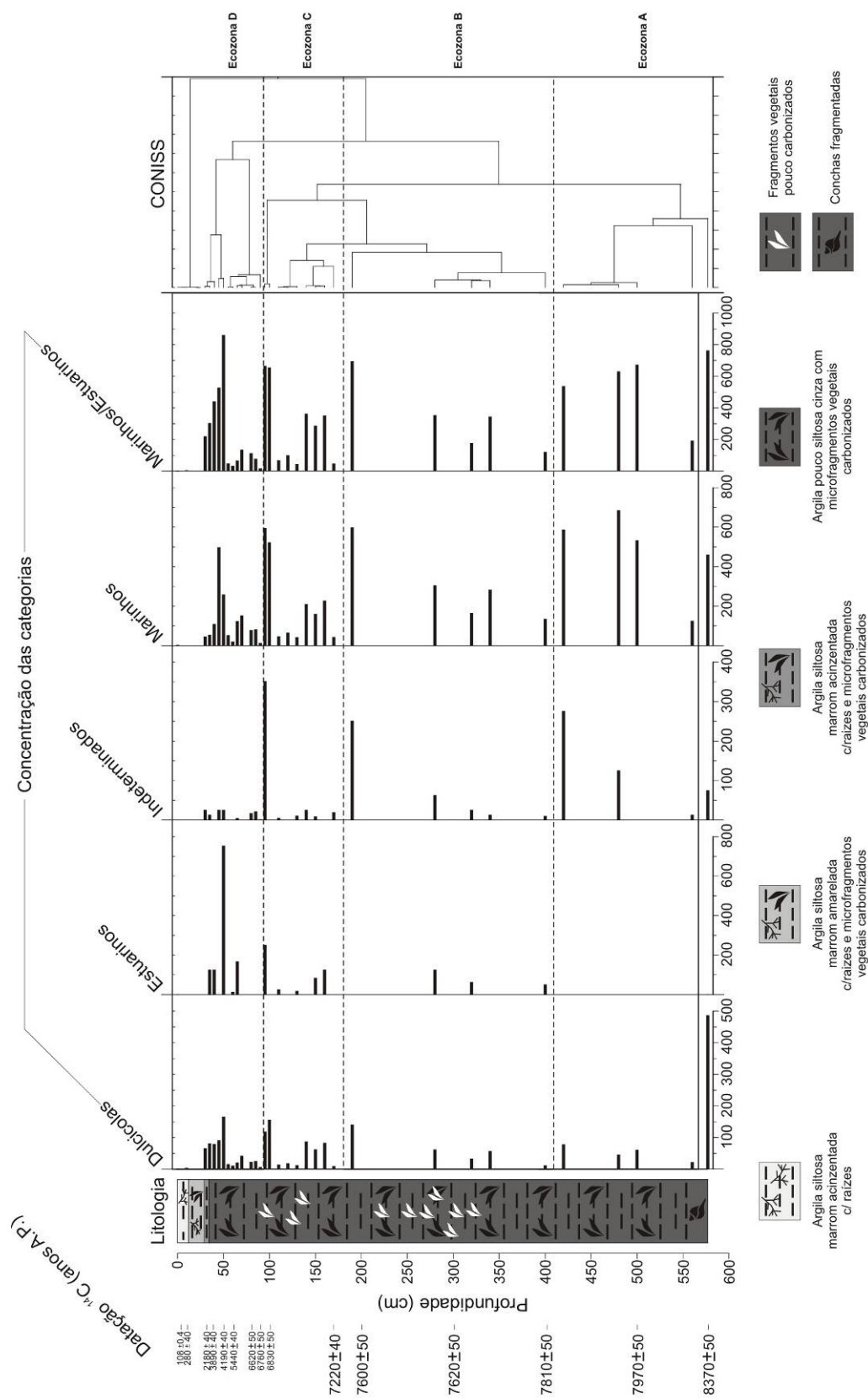


Figura 22 - Diagrama de concentração (nº de valvas /cm<sup>3</sup>) por categoria de táxons dulcícolas, estuarinos, marinhos e marinhos/estuarinos de todo o perfil.



### 12.2.2.2 – Análise dos 190 cm iniciais do perfil

Conforme foi explicado anteriormente, é neste intervalo que estão presentes as informações mais relevantes para os objetivos desta pesquisa que, portanto, foi subdividido em outras quatro ecozonas, I, II, III e IV (Figs. 24 e 25), cujos resultados serão a seguir analisados.

#### 12.2.2.2.1 – Ecozona I

Nesta ecozona há oscilações nas concentrações de todas as categorias ecológicas. No entanto, entre os táxons dulcícolas, marinhos e marinhos a estuarinos percebe-se a ocorrência de três momentos com aumentos consideráveis de concentração.

A 190 cm de profundidade a concentração dos táxons dulcícolas está próxima de 1.500 valvas por  $\text{cm}^3$ , os marinhos atingem 600 valvas por  $\text{cm}^3$  e marinhos a estuarinos apresentam 700 valvas por  $\text{cm}^3$ .

No segundo momento, há destaques em suas concentrações a: 160 cm, 150 cm e 140 cm de profundidade. A 160 cm de profundidade, as dulcícolas atingem valores próximos a 800 valvas por  $\text{cm}^3$ , as marinhas são de 250 valvas por  $\text{cm}^3$  e as marinhas a estuarinas são de 400 valvas por  $\text{cm}^3$ . Na profundidade de 150 cm, as dulcícolas se apresentam com 600 valvas por  $\text{cm}^3$ , as marinhas com 180 valvas por  $\text{cm}^3$  e as marinhas a estuarinas com 300 valvas por  $\text{cm}^3$ . A 140 cm de profundidade, as dulcícolas apresentam 900 valvas por  $\text{cm}^3$ , as marinhas com 220 valvas por  $\text{cm}^3$  e as marinhas a estuarinas com valores próximos a 400 valvas por  $\text{cm}^3$ .

No último momento, duas profundidades importantes, quanto aos seus valores de concentração, situam-se a 100 cm e a 95 cm. Na profundidade de 100 cm, as espécies dulcícolas atingem seu pico máximo de concentração, com 1.500 valvas por  $\text{cm}^3$ , as marinhas atingiram 520 valvas por  $\text{cm}^3$  e as marinhas/estuarinas 680 valvas por  $\text{cm}^3$ . Na profundidade de 95 cm, observa-se a redução dos táxons dulcícolas para 1.100 valvas por  $\text{cm}^3$ , os marinhos apresentam seu valor máximo em todo o perfil, 600 valvas por  $\text{cm}^3$ , e as marinhas a estuarinas praticamente não se alteram, com 680 valvas por  $\text{cm}^3$ .

Os táxons que mais se destacaram na Ecozona I foram: *Cocconeis psudolineata*, *Cyclotella meneghiniana*, *Diploneis ovalis*, *Psamodictyon panduriformes*, *Tryblionella granulata*, *Actinoptychus senarius*, *Coscinodiscus asteromphalus*, *Cyclotella stylum*, *Cymatotheca weissflogii*, *Diploneis crabro*, *Diploneis gruendleri*, *Eunotogramma laevis*,

*Koizumia adaroi*, *Odontella rhombus*, *Plagiogramma pulchelum*, *Surirella fastuosa* var. *recendens*, *Thalasionema nitzschoides*, *Thalasionema pseudonitzschoides*, *Thalassiosira leptopus*, *Thalassiosira oestrupii*, *Trachyneis aspera*, *Triceratium alternans*, *Triceratium favus*, *Tryblionella punctata* var. *elongata*, *Actinoptychus* sp e *Paralia sulcata*.

As diatomáceas estuarinas estão ausentes na profundidade de 190 cm e apresentam suas maiores concentrações em alguns dos níveis citados anteriormente, entretanto com valores mais baixos que os outros táxons. Na profundidade de 160 cm apresentam concentração de 130 valvas por cm<sup>3</sup>, a 150 cm ocorrem 80 valvas por cm<sup>3</sup> e a 95 cm ocorrem 280 valvas por cm<sup>3</sup>. A espécie determinante na obtenção desses valores foi *Rhopalodia musculus*.

#### 12.2.2.2.2- Ecozona II

Esta ecozona mostra dois pontos de destaque, em razão do aumento de concentração de todos os táxons, que correspondem às profundidades de 50 cm e 45 cm. Ressalte-se que esse aumento de concentração, quanto aos estuarinos, aparece apenas em um desses momentos, no caso aos 50 cm.

Contudo, os táxons estuarinos estão presentes em dois pontos com valores consideráveis. Na profundidade de 65 cm estão presentes 200 valvas por cm<sup>3</sup> e em 50 cm ocorre seu maior valor, ao longo dos 190 cm amostrados, que é de 750 valvas por cm<sup>3</sup>, conforme citado anteriormente. As espécies que contribuíram para esses valores foram *Rhopalodia musculus* e *Terpsinoë americana*.

Apesar da distribuição dos táxons dulcícolas, marinhos e marinhos a estuarinos por toda esta ecozona, somente em duas profundidades de 50 cm e 40 cm é que serão detalhadas. Os táxons dulcícolas a 50 cm de profundidade apresentam 1.700 valvas por cm<sup>3</sup>, os marinhos 220 valvas por cm<sup>3</sup> e os marinhos a estuarinos 820 valvas por cm<sup>3</sup>, que constitui o maior valor ao longo dos 190 cm. Na profundidade de 40 cm a concentração dos dulcícolas reduzem para 750 valvas por cm<sup>3</sup>, os marinhos chegam a 480 valvas por cm<sup>3</sup> e os marinhos a estuarinos reduzem para 500 valvas por cm<sup>3</sup>.

Nestes pontos as espécies com presença considerável foram *Diploneis smithii*, *Triblionella granulata*, *Actinoptychus senarius*, *Coscinodiscus asteromphalus*, *Cyclotella stylorum*, *Cymatosira lorenziana*, *Diploneis crabro*, *Diploneis gruendleri*, *Koizumia adaroi*, *Plagiogramma pulchelum*, *Thalassiosira eccentrica*, *Thalassiosira leptopus*, *Thalassiosira*

*oestrupii*, *Triceratium favus*, *Tryblionella punctata* var. *elongata*, *Actinoptychus* sp, *Actinoptychus splendens*, *Actinoptychus vulgaris* e *Paralia sulcata*.

#### 12.2.2.2.3 - Ecozona III

Nesta ecozona, apenas três momentos são observados entre os seguintes táxons: 40 cm, 35 cm e 30 cm, mas os estuarinos não apresentam valores de concentração em 30 cm.

Na profundidade de 40 cm os táxons dulcícolas apresentam 750 valvas por  $\text{cm}^3$ , os estuarinos 150 valvas por  $\text{cm}^3$ , os marinhos 100 valvas por  $\text{cm}^3$  e os marinhos a estuarinos 400 valvas por  $\text{cm}^3$ . Na profundidade de 35 cm os táxons dulcícolas apresentam 850 valvas por  $\text{cm}^3$ , os táxons estuarinos 150 valvas por  $\text{cm}^3$ , os táxons marinhos 50 valvas por  $\text{cm}^3$  e os marinhos a estuarinos, 300 valvas por  $\text{cm}^3$ . Na profundidade de 30 cm, verificam-se dulcícolas na concentração de 600 valvas por  $\text{cm}^3$ , as estuarinas não apresentam valores, as marinhas apresentam 40 valvas por  $\text{cm}^3$  e as marinhas a estuarinas 200 valvas por  $\text{cm}^3$ .

As espécies de maior destaque foram *Diploneis smithii*, *Tryblionella granulata*, *Triceratium favus*, *Actinoptychus splendens* e *Paralia sulcata*.

#### 12.2.2.2.4 - Ecozona IV

As diatomáceas estão presentes nesta ecozona, mas não chegam a apresentar valores representativos de concentração. As espécies dulcícolas e marinhas a estuarinas surgem em concentrações baixas a 10 cm, mas no topo existem apenas dulcícolas, onde se destaca a *Eunotia bidens*.

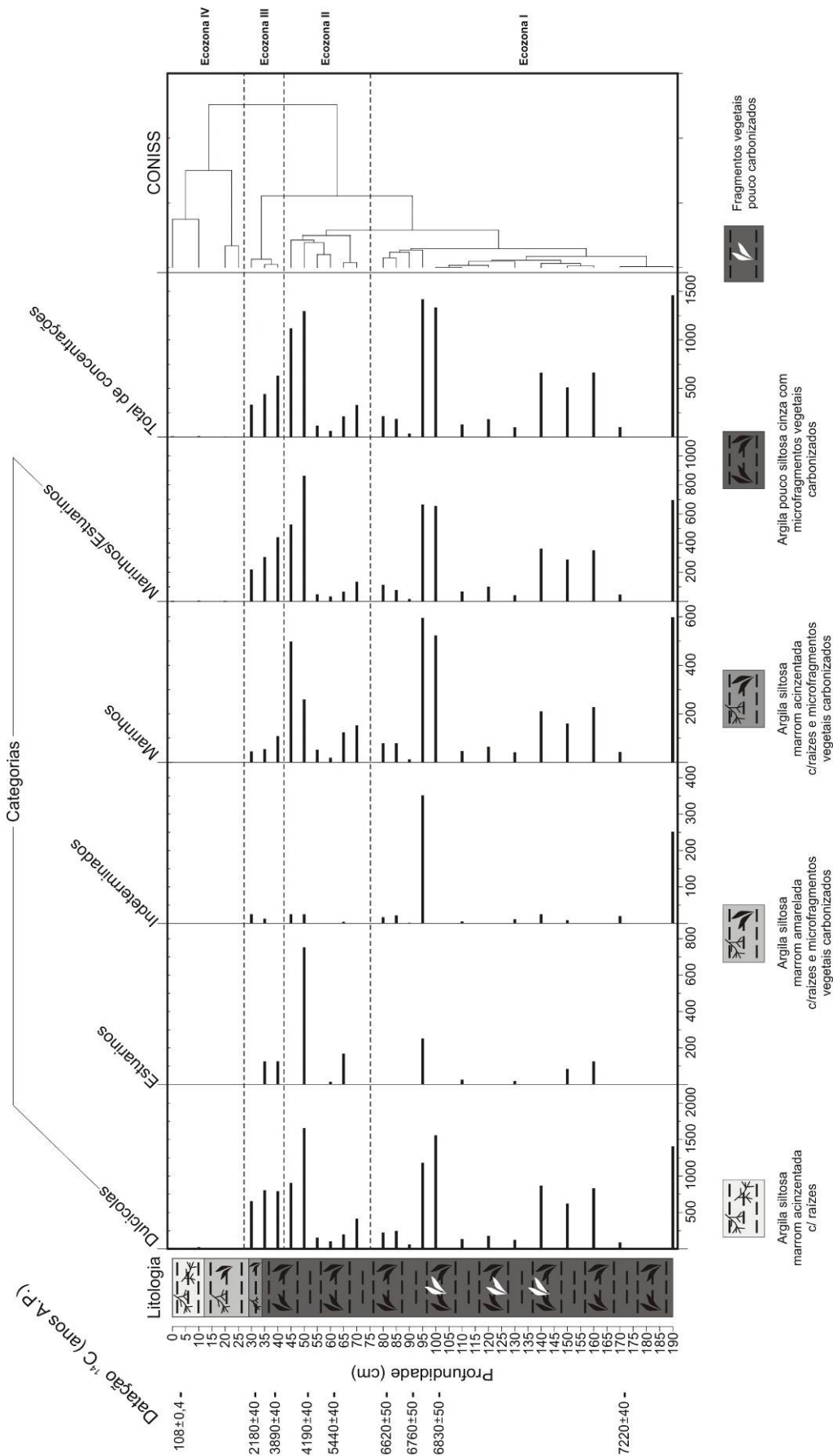


Figura 24 - Diagrama de concentração (nº de valvas /cm<sup>3</sup>) por categoria de táxons: dulcícolas, estuarinos, marinhos e marinhos/estuarinos dos 190 cm iniciais do perfil.

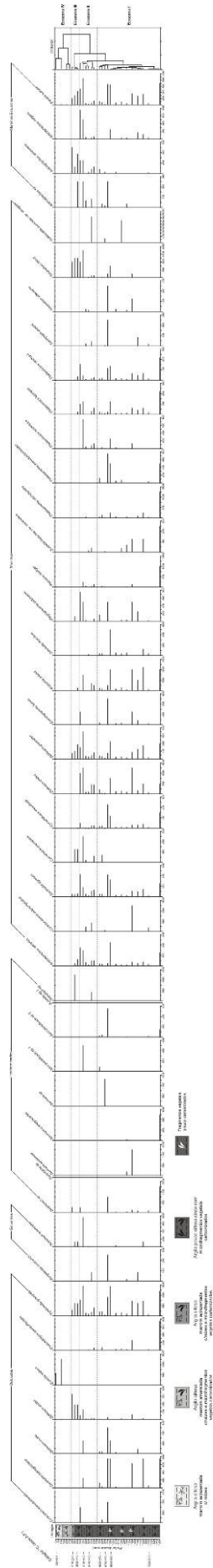


Figura 21. Diagramma di dettaglio del sito (con i dati relativi alle strutture, murature e materiali costituenti) del sito di studio.

## 13- DISCUSSÕES

### 13.1 – O significado paleoambiental das diatomáceas da EEJI

#### 13.1.1 - Discussão do perfil completo

Suguio et al. (1985) apresentaram oito curvas de variação do nível relativo do mar para os últimos 7.000 anos em vários trechos do litoral brasileiro, das quais a de Salvador (BA) é a mais completa e, portanto, mais representativa. Observa-se em todas as curvas a mesma configuração geral, mas com diferenças nas amplitudes dos picos, cuja provável explicação foi sugerida por Martin et al. (1985) e estaria relacionado à deformação diferencial do geóide.

O intervalo de  $8.370 \pm 50$  a  $7.220 \pm 50$  compreende o momento em que o nível do mar esteve mais baixo que o atual cerca de 3 m. É nele que se encontram inseridas as ecozonas A e B, onde se percebe diminuições de concentração dos táxons dulcícolas, seguido por aumentos de marinhos e marinhos a estuarinos, sugerindo que a área estava submersa. Nesse momento, o nível do mar estava mais baixo que o atual (SUGUIO et al., 1985), mas vinha subindo desde 11.000 anos A.P. e continuaria até cerca de 6.500 anos A.P. Corrêa (1990) considerou este intervalo de tempo como a terceira fase de evolução paleogeográfica da plataforma continental do Rio Grande do Sul, que Suguio (2001) confirmou ser válida para explicar a evolução do nível do mar na maior parte do litoral brasileiro.

A ecozona C está compreendida entre as idades de  $7.220 \pm 50$  anos A.P. e  $6.760 \pm 50$  anos A.P., nesse intervalo o nível do mar praticamente se mantém estável acima do atual, segundo a curva de Suguio et al. (1985). Tal fato pode ser comprovado quando se observam aumentos consideráveis nas concentrações das diatomáceas marinhas e marinhas/estuarinas. Um aumento que se observa, embora inferior ao mencionado para as outras categorias, atinge as dulcícolas e estuarinas. Estas simplesmente se estabelecem num ambiente outrora formado, mas sem contato com águas com teores de sal elevados, como lagunas de água salobra em contato com mangue. Tal situação teria sido alcançada por ocasião do máximo da última transgressão, identificado na costa do Estado da Bahia (SUGUIO, 2001), quando houve a formação de ilhas-barreira e lagunas associadas, principalmente nas desembocaduras de rios.

Na ecozona D observa-se a ocorrência do estágio de construção de terraços marinhos holocênicos, proposto por Suguio (2001). O rebaixamento do nível relativo do mar após 5.100



anos está representado no perfil num intervalo que vai até  $4.190\pm 50$  anos A.P. com diminuição nas concentrações de todas as categorias de diatomáceas, seguida de duas fases de flutuações positivas e negativas no nível marinho. Essas subidas dos níveis marinhos podem ainda ser corroboradas pelo aumento, principalmente de táxons estuarinos e marinhos a estuarinos, o que mostra a invasão de águas com maior teor de sal no sistema. A partir de  $2.180\pm 50$  anos A.P. verificam-se concentrações que tendem para redução, mas ainda presentes, que mostram a tendência à formação do ambiente semelhante ao atual.

### *13.1.2 - Discussão dos 190 cm superiores*

#### *13.1.2.1 – Ecozona I*

As maiores concentrações de diatomáceas dulcícolas, marinhas e marinhas a estuarinas, em detrimento das essencialmente estuarinas, a 190 cm de profundidade refletem o momento em que o nível do mar estava abaixo do atual. Entretanto, 7.000 anos A.P. corresponde ao intervalo de tempo da terceira fase de evolução paleogeográfica, na etapa transgressiva entre 11.000 e 6.500 anos A.P., reconhecida na plataforma continental entre Torres e Chuí (SUGUIO, 2001). Nos níveis de 140, 150 e 160 cm de profundidade, observam-se a redução de todas as categorias ecológicas, com aumento das estuarinas, um indício evidente de que a comunicação com o mar estava diminuindo. Essa situação prevalece na profundidade de 100 a 95 cm, com  $6.830\pm 50$  anos A.P. Embora todas as categorias apresentem aumento nas concentrações, os táxons dulcícolas são os predominantes, também com aumento dos estuarinos.

Dessa forma, a laguna recebia gradualmente águas marinhas pela sua proximidade ao oceano. O local de testemunhagem, que hoje está distante cerca de 10 km da costa, nessa época fazia parte de uma grande baía. A partir desse período inicia-se uma grande transgressão que culmina com aumento de 3 e 5 m acima no nível marinho atual (MARTIN; SUGUIO, 1989), o que começa a ser verificado, nos 25 cm finais desta ecozona, já que, apesar das grandes diminuições nas concentrações de todas as categorias, as marinhas e marinhas a estuarinas se mantêm com valores um pouco mais altos. Este fato é também observado no diagrama de Medeiros et al. (2009) (Fig.26), já que elementos marinhos prevalecem e os de mangue reduzem-se drasticamente. Através de estudos de aerofotogeologia, Bentz e Gianinni (2003) afirmaram que parte (cerca de 60%) da área atual

da planície litorânea Una-Juréia encontrava-se tomada pelo sistema estuarino-lagunar no máximo transgressivo holocênico. A mudança no tipo de vegetação, geralmente mais baixa, e a completa ausência de alinhamentos de cordões permitiu que esses autores identificassem e delimitassem em fotografia aérea esse sistema.

Até aproximadamente 5.100 anos A.P., a porção central do litoral brasileiro esteve submetida à submersão (MARTIN et al., 1987) e a erosão costeira causada por esse nível mais alto, que resultou na retrogradação continental (BRUUN, 1962) e, conseqüentemente na má preservação das valvas presentes no testemunho analisado neste trabalho.

### *13.1.2.2 – Ecozona II*

Esta ecozona registra entre 50 e 45 cm uma regressão marinha há aproximadamente 4.190±40 anos A.P., com o aumento da concentração dos táxons dulcícolas, estuarinos e marinhos a estuarinos. Essa situação é confirmada pela curva de Salvador proposta por Suguio et al. (1985), onde se verifica que há cerca de 3.900 anos A.P. o nível do mar esteve 1,5 a 2 m abaixo do atual. O diagrama de Medeiros (2009) também confirma essa regressão, com grande aumento na concentração de palinórfos de mangue. Por outro lado, esse mesmo fato contraria os dados de variação do nível do mar obtidos para a costa do Paraná e Santa Catarina por Angulo e Giannini (1996), Angulo e Lessa (1997), Angulo et al. (1999) e Angulo, Lessa e Souza (2006). Para eles, não existem evidências dos dois eventos de flutuação negativa, de 3.900 e 2.800 anos A.P.(ecozona III), quando o nível relativo do mar esteve mais baixo que o atual.

Conforme citado anteriormente, até aproximadamente 5.100 anos A. P., a costa brasileira esteve em submersão e depois foi submetida à emersão (MARTIN et al., 1987). Além disso, segundo o princípio de Bruun (1962), houve a progradação costeira, o que contribuiu para o fechamento da baía e o maior isolamento do corpo d'água das redes de drenagem circundantes, já que houve a formação de terraços marinhos holocênicos. Tal fato também pode ter prejudicado a preservação das valvas nos sedimentos nas profundidades de 65 a 55 cm. Essa progradação costeira já havia sido verificada na área por Bentz e Gianinni (2003). De acordo com esses autores, a progradação da costa havia sido iniciada após o máximo transgressivo e, ancorada seja na barreira transgressiva, junto à baía-laguna do Una, seja em terraços regressivos pleistocênicos, na região da Juréia.

### *13.1.2.3 – Ecozona III*

As concentrações de diatomáceas dulcícolas continuam elevadas, as estuarinas chegam a valores nulos, acompanhados da redução de marinhas e marinhas a estuarinas entre 3.890±40 anos A.P. e 2.180±40 anos A.P. quando o nível relativo do mar estava em descensão. Entretanto, há 2.500 anos A.P., o nível do mar atingiu um nível 1,5 a 3,5 m acima do atual e a partir de então ocorreu uma tendência ao contínuo rebaixamento.

### *13.1.2.4 – Ecozona IV*

Nesta ecozona está contido o nível superior do testemunho (25 cm – 0 cm) entre 2.180 anos A.P. e as condições atuais. Ele é caracterizado por concentração nula de valvas. Nesse episódio de emersão, cristas praias foram acrescidas nas porções externas das ilhas barreira e possibilitou a formação de terraços marinhos holocênicos (SUGUIO, 2001).

Deste modo, a antiga baía foi totalmente fechada, e a paleolaguna então formada, tornou-se gradualmente isolada e conseqüentemente transformou-se numa lagoa, depois num pântano, até que fosse totalmente assoreada, quando os rios passarem a fluir diretamente aos oceanos, assim como afirmou Suguio (2001). É nesse ambiente que se estabeleceram os elementos arbóreos e de restinga (Fig. 26), com características fitofisionômicas próximas às atuais.

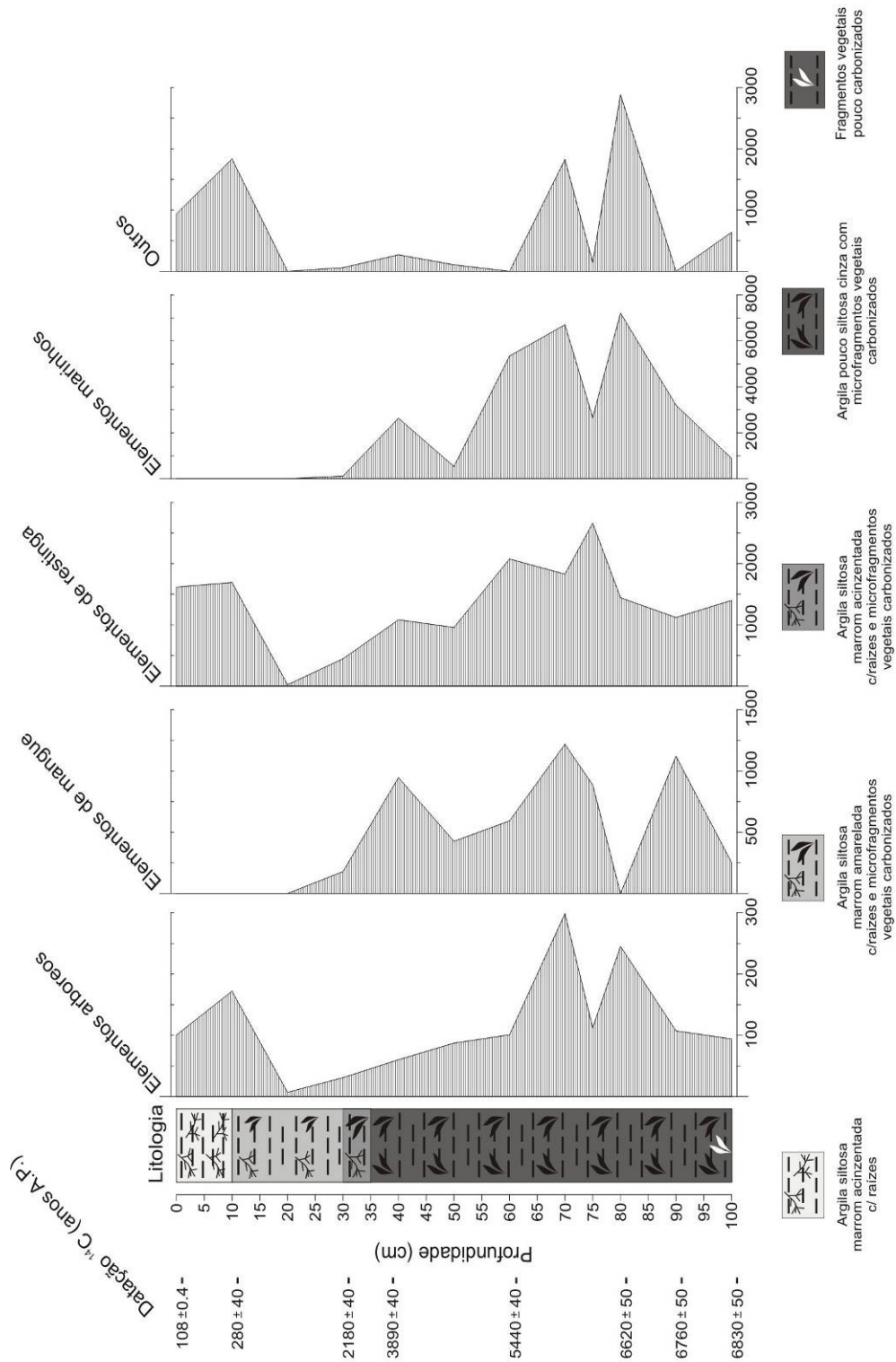


Figura 26 - Palinograma de concentração por cm<sup>3</sup> dos elementos arbóreos, de mangue, de restinga e marinhos dos 100 cm iniciais do perfil (modificado de MEDEIROS et al. 2009).

### 13.2 – Sedimentação quaternária da EEJI

A maior parte do testemunho é composto por argila. Sedimentos desse tipo são compostos predominantemente por argilominerais (SUGUIO, 1992) e estes, não devem ser considerados restritos a um ambiente geológico, sendo assim diferentes ambientes de sedimentação podem originá-los (SUGUIO, 2003). Portanto apenas o tipo de sedimento não permite relacioná-lo a um ambiente específico. Entretanto, a argila orgânica, de maneira geral, indica deposição em águas calmas, como fundo de lagunas, lagos, baías etc. e se apresenta nas cores cinza ou preta (SUGUIO, 1992). Sedimentos com essas características (argila cinza escura) estão presentes de 579 a 34 cm de profundidade e idade de  $8.370 \pm 50$  a  $2.180 \pm 40$  anos A.P., o que compreende todo intervalo de valores verificado para a taxa de sedimentação.

É possível observar que essas taxas aumentam da base (579 cm) até 300 cm, mas nessa profundidade o aumento é muito grande. Em um ano, 10 cm de sedimentos foram depositados no sistema. Como a velocidade de subida do nível do mar aumentou para 1,6 cm/ano (de 11.000 a 6.500 anos A.P.) tais sedimentos finos, podem ter sido transportados pelas drenagens para a zona litorânea e depositados além da plataforma continental (CORRÊA, 1990), com isso a deposição aumentou, provocando a retrogradação (BRUUN, 1962). Os fragmentos vegetais milimétricos e maiores podem ser um indício de contribuição autóctone ao sistema, já que tipos diferentes de elementos de vegetação estiveram presentes ao longo de todo o perfil. Além disso, a presença de conchas centimétricas fragmentadas de 566 a 579 podem confirmar a transgressão citada. Acima de 200 cm, a taxa de sedimentação diminui muito, o que indica que as oscilações do nível do mar não provocavam deposição tão intensa desse tipo de sedimento fino, dada a formação dos terraços marinhos holocênicos (fechamento da baía).

Entre 12 e 34 cm ocorrem os mesmos materiais: raízes centimétricas de plantas em decomposição e vegetais carbonizados milimétricos. Apenas a coloração da argila apresenta-se diferente, que até 29 cm se apresenta marrom amarelada e depois se torna marrom acinzentada. Os restos vegetais presentes podem ser de contribuição autóctone, já que nesse intervalo os elementos arbóreos e de restinga se estabelecem.

Os 12 cm superficiais correspondem à situação atual, pois além da presença de argila marrom acinzentada, apresenta raízes centimétricas de plantas em estágio de decomposição.

## 14- CONCLUSÕES

Os estudos diatomológicos e sedimentológicos permitiram estabelecer a história ambiental de parte da área de estudo cujas principais conclusões foram:

- As idades obtidas para os sedimentos analisados, com máxima de  $8.370 \pm 50$  anos A.P., correspondem somente ao Holoceno;
- As interpretações das posições verticais ocupadas pelo NRM (nível relativo do mar) podem ser realizadas, de modo direto, por análises diatomológicas;
- Variações ambientais controladas por oscilações do nível do mar ocorreram nos últimos 7.000 anos, verificadas por valores de concentração das categorias ecológicas dos táxons encontrados e seus requerimentos ambientais;
- As análises diatomológicas permitem afirmar que durante o Holoceno o nível relativo do mar poderia ter estado abaixo do atual em dois momentos (há cerca de 3.800 e 2.800 anos A.P.), devido às altas concentrações de táxons dulcícolas, estuarinos e marinhos a estuarinos, com possível tendência à continentalidade;
- A redução nas concentrações das categorias ecológicas dulcícolas, estuarinas e marinhas a estuarinas e o aumento das marinhas sugerem que o máximo transgressivo teria ocorrido há 5.100 anos A.P.;
- Os dados diatomológicos aqui obtidos confirmam as tendências de flutuações do NRM, ao longo do tempo sugeridas pelas curvas obtidas para todo o litoral brasileiro por Suguio et al. (1985), particularmente para a EEJI;
- O paleoambiente de estudo estava localizado numa baía, que foi gradualmente enclausurada por eventos transgressivos e regressivos de nível do mar, acompanhados de outros eventos concomitantes, como a formação de ilha-barreira e laguna associada e de terraços holocênicos justapostos, como uma sucessão de cordões litorâneos, de acordo com Martin e Suguio (1978) e Suguio (2004);

- A perda da comunicação com a rede hidrográfica impediu o aporte de água ao sistema, quando a laguna transformou-se em lago e, a seguir, em pântano, que culminou na situação atual, conforme descrições do item 10.1 deste trabalho.

## 15- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, V. S. et al. Estudo paleogeográfico do Quaternário de Morretes, R. S. Brasil. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 1., 1987, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ABEQUA, 1987. p. 177-89.

AMARAL, P. G. C. **Evolução da sedimentação lagunar holocênica na região de Jaguaruna, Estado de Santa Catarina: uma abordagem sedimentológica-micropaleontológica integrada.** 2008. 165 p. Tese (Doutorado em Geoquímica e Geotectônica) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

ANGULO, R. J.; SUGUIO, K. Re-evaluation of the Holocene sea-level maxima for the State of Paraná, Brazil. **Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology**, Amsterdam, v. 113, p. 385-393, 1995.

ANGULO, R. J., GIANNINI, P. C. F. Variação do nível relativo do mar nos últimos 2.000 anos na região sul do Brasil: uma discussão. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, v. 44, p. 67-75, 1996.

ANGULO, R. J.; LESSA, G.C. The Brazilian sea-level curves: a critical review with emphasis on the curves from Paranaguá and Cananéia regions. **Marine Geology**, Amsterdã, n. 140, p. 141-166, 1997.

ANGULO et al. Relative sea level changes during the last 5.500 years in the Laguna Imbituba region (Santa Catarina, Brazil) based on vermetid radiocarbon ages. **Marine Geology**, Amsterdam, v. 159, p. 323-339, 1999.

ANGULO, R. J.; LESSA G.C.; SOUZA M.C. de. A critical review of mid-to late-Holocene sea-level fluctuations on the eastern Brazil coastline. **Quaternary Science Reviews**, Grã Bretanha, v. 25, ed. 5/6, p. 486-506, 2006.

BATES, S. S. et al. Pennate diatom *Nitzschia pungens* as the primary source of domoic acid, a toxin in shellfish from Eastern Prince Edward Island, Canadá. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, Montreal, n. 456, p. 1.203-1.215, 1989.

BATTARBEE, R. W. Diatom Analysis. In: BERGLUND, B. E. (org.). **Handbook of Holocene Paleocology and Palaeohydrology.** Wiltshire: John Wiley & Sons; 1986. cap. 26, p. 527–570.



BENTZ, D.; GIANINNI, P. C. Interpretação aerofotogeomorfológica da planície costeira de Una-Juréia, municípios de Peruíbe-Iguape, SP: modelo evolutivo e origem da erosão na praia da Juréia. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 9., 2003, Recife. **Resumos expandidos...** Recife, 2003. CD-ROM.

BICUDO, C. E. M. ; MENEZES, M. **Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições.** São Carlos, SP: Rima; 2006. v. 1, 498 p.

BIGUNAS , P. I. T. **Diatomáceas (Ochrophyta) do Rio Guaraguaçu, Litoral Do Paraná, Brasil.** 2005. 489 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

BRADBURY, J. P. et al. Late Quaternary environmental history of Lake Valencia, Venezuela. **Science**, Washington, v. 214, n. 4527, p. 1.299-1305, 1981.

BRADBURY, J. P. Fossil diatoms and Neogene paleolimnology. **Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology**, Amsterdam, v. 62, p. 299-316, 1989.

BRADBURY, J. P. The late Cenozoic diatom stratigraphy and paleolimnology of Tule lake, Siskiyou Co. California. **Journal of Paleolimnology**, Berlin, v. 6, n. 3, p. 205-55, 1992. Brasil.

BRUGAM, R. B.; GRIMM, E. C.; EYSTER-SMITH, N. M. Holocene environmental changes in Lily Lake, Minnesota, USA, inferred from fossil diatom and pollen assemblages. **Quaternary Research**, Missouri, v. 30, n. 1, p. 53-66, 1988.

BRUUN, P. Sea level rise as a cause of shore erosion. American Society of Civil Engineers Proceedings. **Journal of Waterways and Harbors Division**, New York, n. 88, p. 177-130, 1962.

BURKLE, L. R. Marine Diatoms. In: HAQ, B. U. & BOERSMA, A. (eds.). **Introduction to marine micropaleontology**, 1978. p. 245-266

CAIRNS Jr., J; PRATT, J. R. A history of biological monitoring using benthic macroinvertebrates. In: ROSENBERG, D. M.; RESH V. H. (eds.). **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates.** London: Chapman & Hall; 1993. p. 10-27.

CALLEGARO, V. L. M.; LOBO, E. A. Distribuição horizontal da comunidade de diatomáceas em turfeiras holocênicas da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas, Série Botânica**, Santa Cruz, v. 2, n. 1, p. 5-22, 1990.

CAMDESSUS, M. et al. **Água: oito milhões de mortos por ano. Um escândalo mundial.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil; 2005. 271p.

CLEROT, L. C. P. et al. Evolução de Barreira IV na Região do Cassino, Rio Grande, RS. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO,9., 2003, Recife. **Resumos expandidos...** Recife, 2003. CD-ROM.

CONGER, P. S. Origin and utilization of diatomaceous peat deposits. **The Science Monthly**, Washington, v. XLIX, p. 509-523, 1939.

CORRÊA, I. C. S. **Analyse morphostructurale et évolution paléogéographique de la plate-forme continentale Atlantique Sud Brésilienne (Rio Grande do Sul, Brésil).** 1990. 314 p. Tese, Université de Bordeaux I, Talence, 1990.

CUNHA, M. G. G. S.; ESKINAZI-LEÇA, E. **Catálogo das diatomáceas (Bacillariophyceae) da plataforma continental de Pernambuco.** Recife, PE: SUDENE-DPG/PRN/RPE, UFPE; 1990. 318 p.

DARWIN, C. R. On a remarkable bar of sandstone of Pernambuco on the coast of Brazil. **Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science**, London, n. 19, p. 257-261, 1841.

DAVIS, R. B. The scope of Quaternary paleolimnology. **Journal of Paleolimnology**, Berlin, v. 2, p. 263-283, 1989.

DE OLIVEIRA, P. E. et al. Reconstrução paleoambiental do Holoceno da Lagoa Olho d'Água (Recife, PE) através de análises diatomológica e palinológica. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO,9., 2003, Recife. **Resumos expandidos...** Recife, 2003. CD-ROM.

FARINA, M.; AMADO FILHO, G. M. Biomineralização em organismos marinhos. In: SOARES-GOMES, A.; FIGUEIREDO, A. G.(eds) **Biologia Marinha.** Rio de Janeiro: Interciência; 2009. p. 155-182.

FELICIO FERNANDES, G.; FERNANDES, L. F. Diatomáceas no Rio Tavares, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. **Insula, Boletim do Horto Botânico**, Florianópolis, UFSC, Trindade, n. 25, p. 4-69, 1996.

FLEXOR, L.; MARTIN, L. Sur l'utilisation de grès coquilliers de la région de Salvador (Brésil) dans la reconstruction des lignes de rivage holocenes. In: INTERNATIONAL

SYMPOSIUM ON COASTAL EVOLUTION IN THE QUATERNARY, 1, 1979, São Paulo. **Proceedings...** São Paulo, 1979, p. 343–355.

FLOWER, R. J. Diatom preservation: experiments and observations on dissolution and breakage in modern and fossil material. **Hydrobiologia**, New York, v. 269/270, p. 473-484, 1993.

FOGED, N. **Some littoral diatoms from the Coast of Tanzania**. Verlag: J. Cramer; 1975. 202 p.

FOGED, N. **Freshwater and littoral diatoms from Cuba**. Verlag: J. Cramer; 1984. 242 p.

FÜRSTENBERGER, C. B. **Interpretações Paleolimnológicas do Quaternário Recente a partir da análise da comunidade de diatomáceas (Bacillariophyta) no sedimento do Rio Icatu, Município de Xique-Xique, Estado da Bahia, Brasil**. 2001. 130 p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

GOMES, D. F. et al. Diatomáceas como indicadoras de mudanças ambientais na Baía de Iguape–Baixo Paraguaçu–(Bahia, Brasil). In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 9., 2003, Recife. **Resumos...** Recife: ABEQUA, 2003. p. 185.

GRIMM, E. C. Coniss: A Fortran 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of the incremental sum of squares. **Pergamon Journal**, Oxford, n. 13, p. 13–35, 1987.

HALDEN, B. E. Kvatärgeologiska diatomacésudier belysande den postglaciala transgressionen a svenska Västkusten. **Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar**. Stockholm, n. 51, v. 3, p. 311-366, 1929.

HOFFMANN, L. et al. Mass development of marine benthic Sarcinochrysidales (Chrysophyceae *s. l.*) in Corsica. **Botanica Marina**, Halifax, v. 43, n. 3, p. 223-23, 2000.

IRELAND, S. The Holocene sedimentary history of coastal lagoons of Rio de Janeiro State, Brasil. In: TOOLEY, M.; SHENNAN, I.(eds.). **Sea level Changes**. Oxford Brasil Blackwell Ltd.; 1988. 260 p.

KANAYA, T. Some aspects of pré-Quaternary diatoms in the oceans. In: FUNNEL, B. M.; RIEDEL, W. R. (eds). **The Micropaleontology of Oceans**. Cambridge: Cambridge University; 1971. p. 625-631.

KIHARA, Y. Contribuição ao estudo das pozolanas no Brasil. **Cerâmica**, São Paulo, v. 145, n. 28, p. 15-24, 1982.

KOSUGI, M. Classification of living diatom assemblages as the indicator of environments and its application to reconstruction of paleoenvironments. **Quaternary Research**, Amsterdam, n. 01, v. 27, p. 1-20, 1988.

KOSUGI, M. et al. Relation between formation of shell-midden sites and paleoenvironments of the Earlier Jomon Period around the Paleo-Okutokyo Bay. **Archaeology and Natural Sciences**, v. 21, p. 1-22, 1989 (em japonês).

KÜLBST, K. et al. Diatom Taxa introduced by George Krasske Documentation and Revision. In: LANGE- BERTALOT, H. (ed). **Iconographia Diatomologica, Annotated Diatom Micrographs**. Königstein: Koeltz Scientific Books , 1996. v. 3, 358p.

LABOREL, J. Fixed marine organisms as biological indicators for the study of recent sea-level and climatic variations along the brasilian tropical coast. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON COASTAL EVOLUTION IN THE QUATERNARY, 1, São Paulo. **Proceedings...** São Paulo, 1979. v. 1. p. 193–211.

LASLANDES, B. et al. Enregistrements de la variabilité hydroclimatic au cours des 6.500 dernières annés sur lê littoral de Cabo Frio (Rio de Janeiro, Brésil). **Géophysique Externe, Climat et Environnement**, Paris, n. 338, p. 667-675, 2006.

LEE, J. J. Taxonomy of algae symbiotic in Foraminifera. In: REISSER, W. (ed.). **Algae and symbioses: Plants, Animals, Fungi, Viruses, Interactions Explored**. Bristol: Biopress limited; p. 79-92. 1992.

LEVKOV, Z et al. Diatoms of Lakes Prespa and Ohrid – About 500 taxa from ancient lake system. In: LANGE-BERTALOT (ed). **Iconographia Diatomologica, Annotated Diatom Micrographs**. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag K.G., 2007. v. 16, 613 p.

LOBO, E. A., CALLEGARO, V. L. M., BENDER, E. P. **Utilização de Algas Diatomáceas epilíticas como indicadores da qualidade da água em rios e arroios da região hidrográfica do Guaíba, RS, Brasil**. Santa Cruz do Sul: EDUNISC; 126 p. 2002.

LOPES, R. M. et al. O plâncton dos estuários da Estação Ecológica Juréia-Itatins. In: MARQUES, O.A.V.; DULEBA, W. (eds.) **Estação Ecológica Juréia-Itatins – Ambiente Físico, Flora e Fauna**. Ribeirão Preto: Holos; 2004. p. 58-67

LOURENÇO, S. O.; MARQUES JUNIOR, N. Produção primária marinha. In: SOARES-GOMES, A.; FIGUEIREDO, A. G. (eds) **Biologia marinha**. Rio de Janeiro: Interciência; 2009. p. 111-154.

LOWE, R. L. **Environmental requirements and pollution tolerance of freshwater diatoms**. Cincinnati: U. S. Environmental Protection Agency; 1974. 334 p.

MACHADO, R. R. et al. Distribuição de diatomáceas em sedimentos superficiais dos lagos do Nordeste visando a elaboração de modelos de função de transferência para aplicação em estudos paleoambientais. In: CONGRESSO DA ABEQUA, 10, 2005, Guarapari. **Resumos Expandidos...** Guarapari, 2005. CD-ROM.

MARTIN, L.; SUGUIO, K. Excursion route along the coastline between the town of Cananéia (State of São Paulo) and Guaratiba outlet (State of Rio de Janeiro). In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON COASTAL EVOLUTION IN THE QUATERNARY, 1978, Instituto de Geociências SBG, São Paulo. **Special Publication**. São Paulo, n. 2, p. 1-97, 1978.

MARTIN, L. et al. Courbe de variation du niveau relatif de la mer au cours des 7,000 dernières années sur un secteur homogène du littoral brésilien (nord de Salvador - Bahia). In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON COASTAL EVOLUTION IN THE QUATERNARY, 1978, São Paulo, 1979. p. 264-274.

MARTIN, L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J. M. Informações adicionais fornecidas pelos sambaquis na reconstrução de paleolinhas praias quaternárias. **Revista de Pré-História – USP**, São Paulo, SP, v. 6, p. 128-147, 1984.

MARTIN, L. et al. Geoid change indications along the Brazilian coast during the last 7.000 years. In: International Coral Reef Congress, 1985, Tahiti. **Proceedings...** Tahiti, 1985, v. 3, p. 85-90.

MARTIN, L. et al. Fundamentos e reconstrução de antigos níveis marinhos do Quaternário. **Boletim IG – USP**, São Paulo, SP, n. 4, p. 1-161, 1986.

MARTIN, L. et al. Quaternary evolution of the central part of the Brazil coast. **UNESCO Reports in Marine Science: Quaternary coastal geology of West África and South América**, v. 43, p. 97-145, 1987.

MARTIN, L.; SUGUIO, K. Excursion route along the Brazilian coast between Santos (State of São Paulo) and Campos (State of Rio de Janeiro). In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GLOBAL CHANGES IN SOUTH AMERICA DURING THE QUATERNARY, 1989, São Paulo. **Proceedings...** São Paulo, 1989. 136 p.

MARTIN, L.; FLEXOR, J. M.; SUGUIO, K. Vibrotestemunhador leve: construção, utilização e potencialidades. **Revista IG**, São Paulo, SP, n. 16, p. 59-66, 1995.

MARTIN L. et al. Quaternary sea-level history and variation in dynamics along the central Brazilian coast: Consequences on coastal plain construction. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, n. 68, p. 303-354, 1996.

MASSAD F., SUGUIO K., PÉREZ F.S. Propriedade geotécnica de sedimentos argilosos como evidência de variações do nível relativo do mar em Santos. In: ABGE, CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 8, 1996, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 1996. v. 1. p. 163-176.

MEDEANIC, S.; MARQUES-TOIGO, M.; TOLDO JUNIOR, E. E. The use of fossil algae for palaeoenvironmental reconstruction during the late Holocene in the Maquiné river valley, RS, Brazil. **Geociências**, São Paulo, n. 5, p. 168-72, 2001.

MEDEANIC, S.; TORGAN, L. C. Silicoflagellate records in Holocene lagoon sediments in the south Brazil. In: EUROPEAN PALEOBOTANY-PALYNOLOGY CONFERENCE, 7, 2006, Prague. **Resumos...** 2006. p. 91.

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**, Florida, v. 25, p. 224-233, 2009.

MEDEIROS, V. B. et al. Paleoambiente e paleoclima na Estação Ecológica Juréia-Itatins São Paulo, Brasil: Palinologia na determinação da variação do nível do mar – Resultados preliminares. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 12., 2009, La Plata. **Resumos...** La Plata: ABEQUA, 2009. p. 197.

METZELTIN, D.; LANGE- BERTALOT, H.; GARCÍA-RODRÍGUEZ, F. Diatoms of Uruguai – Compared with other taxa from South America and elsewhere In: LANGE-BERTALOT (ed). **Iconographia Diatomologica, Annotated Diatom Micrographs**. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag K.G., 2005. v. 15, 736p.

METZELTIN, D.; LANGE- BERTALOT, H. Tropical Diatoms of South America II – Special remarks on biogeographic disjunction. In: LANGE-BERTALOT (ed). **Iconographia**

**Diatomologica; Annotated Diatom Micrographs.** Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag K.G., 2007. v. 18, 877p.

MILLER, U.; FLORIN, M. B. Diatom analysis. Introduction to methods and applications. In: HACKENS, T.; MILLER, U. (eds.). **Geology and Paleoecology for Archaeologists.** PACT. Revello: European University Centre for Cultural Heritage; 1989. p. 133-57.

MORANDI, L. L. et al. Criptógamos do Parque Estadual das fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. Algas, 20: Coscinodiscophyceae. **Hoehnea**, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 115-122, 2006.

MOREIRA, I. M. V. Contribuição ao estudo das Bacillariophyceae (diatomáceas) em diatomitos brasileiros. **Actas de Biologia do Paraná.** Curitiba, v. 4, n. 3/4, p. 135-198, 1975.

MOREIRA-FILHO, H. Diatomáceas no trato digestivo da *Tegula viridula* Gmelin (Chrysophyta - Bacillariophyceae) (diatomáceas). Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1960. 24 p. Separata de: **Boletim da UFPR, Botânica**, n. 1, 1960.

MOREIRA-FILHO, H. Contribuição ao estudo das Bacillariophyceae (diatomáceas) no ágar-ágar (gelosa) e agarófitos. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1960. 65 p. Separata de: **Boletim da UFPR, Botânica**, n. 16, 1966.

MÖRNER, N. A. Earth's movements, paleoceanography, paleoclimatology and eustasy: major events in the Cenozoic of the North Atlantic. **Geol. Fören. Stock, Förh.**, n. 102, p. 261-268, 1980.

MORO, R. S.; BICUDO, C. E. M. Flutuações climáticas no Pleistoceno tardio e Holoceno na lagoa Dourada, Estado do Paraná, Brasil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 47-58, 1998.

MORO, R. S. et al. Paleoclimate of the Late Pleistocene and Holocene at Lagoa Dourada, Parana State, Southern Brazil. **Quaternary International**, England, v. 114, p. 87-99, 2004.

NASCIMENTO, L. R. et al. As diatomáceas do Lago Caçó: Um estudo Paleoambiental. In: CONGRESSO DA ABEQUA, 8., 2001, Mariluz/Imbé. **Boletim de Resumos...** Mariluz/Imbé, 2001. p. 335-336.

NASCIMENTO, L. R. et al. Estudo da evolução paleohidrológica do Lago Caçó (MA-Brasil) nos últimos 20.000 anos inferido através das diatomáceas. In: CONGRESSO DA ABEQUA, 9., Recife, 2003. **Boletim de Resumos...** Recife, 2003. p. 186.

NASCIMENTO, L. R.; SIFEDDINE, A.; ABRÃO, J. J. As diatomáceas do sedimento da Lagoa de Cima - Campos de Goytacazes - (RJ-Brasil) para o entendimento das mudanças ambientais ocorridas ao longo de 7.000 anos cal. A.P. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 10, 2005, Guarapari. **Boletim de resumos...** Guarapari, 2005.p. 232-233.

PALMER, A. J. M.; ABBOTT, W. H. Diatoms as indicators of sea-level change. In: PLASSCHE, O. (ed.) **Sea-level research: a manual for the collection and evaluation of data**. Norwich: Geo Books; 1986. p. 457-487.

PATRICK, R.; REIMER, C. W. **The Diatoms of the United States**. 2 nd. Pennsylvania: Monographs of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia; 1966. v I. 688 p.

PATRICK, R.; REIMER, C. W. 1975. **The Diatoms of the United States**. Pennsylvania: Monographs of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia; 1975. 213 p. v 2-part I.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. Diatomáceas: Filo Bacillariophyta. In: RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN. **Biologia Vegetal**. 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2001. p. 359-362.

REVIERS, B. Classe Diatomophyceae ou Bacillariophyceae. In: REVIERS, B. **Biologia e Filogenia das Algas**. Porto Alegre: Artmed; 2006. p 159-163.

RIBEIRO, F. C. P. **As diatomáceas como elemento nos estudos dos movimentos de transgressão e regressão marinha na Costa Nordeste Paraense durante o Holoceno**. 2004. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal do Pará., Belém, 2004.

RIBEIRO, F.C.P.; SENNA, C. S. F.; PAIVA, R. S. Análise da riqueza, diversidade e equabilidade da diatomoflora em sedimentos Holocênicos da Baía de Marapanim-Pa. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 56, 2005, Curitiba. **Resumos...** Curitiba, 2005. CD-ROM.

RIBEIRO, F. C. P. **Palinomorfos Aquáticos (diatomáceas) em Sedimentos Lamosos de Intermaré da Praia de Itupanema, Município de Barcarena-Pará**. 2007. 101 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Museu Paraense Emílio Goeldi, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2007.

RICKLEFS, E. R. O ambiente físico. In: RICKLEFS, E. R. **A economia da natureza**. 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2003. p. 23-45.



RIVIERA, P., CRUCES, F., AVARIA S. Registro de *Thalassionema Pseudonitzschioides* (Schuette & Schrader) Hasle (Thalassionemataceae, Bacillariophyceae) En El Pacifico Suroriental Frente A La Costa De Chile. **Gayana Botánica**, Concepción, v. 61, n. 2, p. 73-75, 2004.

ROUND, F. E. **Biologia das Algas**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois; 1983. 263 p.

ROUND, F. E.; CROWFORD, R. M. Phylum Bacillariophyta. In: MARGULIS, L.; CORLISS, J. O.; MELKONIAN, M.; CHAPMAN, D. J. (eds.); MACKHANN, H. I. (editorial coordinator). **Handbook of protocista**. Boston: Jones & Bartlett Publ.; 1990. p. 574-596.

ROUND, F. E.; CROWFORD, R. M.; MANN, D. G. **The diatoms: biology and morphology of the genera**. New York: Cambridge University Press; 1990. 747 p.

SANTIAGO-HUSSEIN, M. C. et al. Emprego de algas diatomáceas no estudo da variação do nível do mar do Holoceno da Lagoa Olho d'Água, Recife, PE. In: CONGRESSO DA ABEQUA, 10, 2005, Guarapari. **Resumos Expandidos...** Guarapari, 2005. CD-ROM, 6p.

SAUPE, A. C.; MOSIMANN, R. M. de S. Diatomáceas (Bacillariophyta) preservadas nos sedimentos Holocênicos da lagoa do Peri, Florianópolis, SC, Brasil. **Insula, Boletim do Horto Botânico**, Florianópolis, UFSC Trindade, n. 32, p.33-61, 2003.

SERVANT-VILDARY, S.; SUGUIO, K. Marine diatom study and stratigraphy of Cenozoic sediments in the coastal plain between Morro da Juréia and Barra do Una, State of São Paulo, Brazil. **Quaternary of South America and Antarctic Peninsula**, Rotterdam, n. 6, p. 267-296, 1990.

SIMONSEN, R. **Atlas and Catalogue of the Diatom Types of Friederich Hustedt**. Stuttgart: J. Cramer, 1987 a. v .2, 597 p.

SIMONSEN, R. **Atlas and Catalogue of the Diatom Types of Friederich Hustedt**. Stuttgart: J. Cramer, 1987 b. v .3, 619 p.

SIVER, P. A. et al. Diatoms of North America: The Freshwater Flora of Cape Cod, Massachusetts, U.S.A. In: LANGE-BERTALOT, H. (ed). **Iconographia Diatomologica, Annotated Diatom Micrographs**. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag K.G., 2005. v. 14, 463p.

SOARES-GOMES, A.; FIGUEIREDO, A. G. O ambiente marinho. In: SOARES-GOMES, A.; FIGUEIREDO, A. G.(eds) **Biologia marinha**. Rio de Janeiro: Interciência; 2009. p. 1-34.

SOUZA, C. R. G.; SOUZA, A. P. Geologia e Geomorfologia da área da Estação Ecológica Juréia-Itatins. In: MARQUES, O.A.V.; DULEBA, W. (eds.) **Estação Ecológica Juréia-Itatins – Ambiente Físico, Flora e Fauna**. Ribeirão Preto: Holos; 2004. p. 16-33.

SOUZA, G. C. et al. Diatomáceas indicadoras de paleoambientes do Quaternário de Dois Irmãos, Recife, PE, Brasil. **Acta botânica brasílica**, São Paulo, v. 21, n. 3, p. 521-529, 2007.

SOUZA, G. S. et al. Distribuição estratigráfica das diatomáceas (Bacillariophyceae) em sedimentos do Quaternário de Dois Irmãos, Recife-Pernambuco In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 9., 2003, 2003, Recife. **Resumos expandidos...** Recife, 2003. CD-ROM.

SOUZA, R. M. Contribuição ao estudo das diatomáceas das águas de abastecimento público de Florianópolis. **Insula, Boletim do Horto Botânico**, Florianópolis, UFSC Trindade, n. 4, p. 1 – 31, 1970.

SOUZA-MOSIMANN, R. M. Levantamento preliminar das diatomáceas (Cryophyta, Bacillariophyceae) da Baía Sul, Santa Catarina – Brasil. **Insula, Boletim do Horto Botânico**, Florianópolis, UFSC Trindade, n. 14, p. 4-23, 1984.

SOUZA-MOSIMANN, R. M.; RODRIGUES, L. Contribuição ao conhecimento das diatomáceas do Rio Tubarão – Santa Catarina – Brasil. **Insula, Boletim do Horto Botânico**, Florianópolis, UFSC Trindade, n. 14, p. 47-120, 1984.

SOUZA-MOSIMANN, R. M. de; FELICIO FERNANDES, G. FERNANDES, L. F. Diatomáceas no trato digestivo de três espécies de camarão da pesca artesanal marinha - Santa Catarina, Brasil. **Insula, Boletim do Horto Botânico**, Florianópolis, UFSC Trindade, n. 22, p. 83-106, 1993.

STOERMER, E. F.; SMOL, J. P. **The Diatoms: Applications for the Environmental and Earth Sciences**. London: Cambridge University Press; 2001. 469 p.

SUGUIO, K.; MARTIN, L. Quaternary marine formations of the states of São Paulo and Southern Rio de Janeiro. In: **INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON COASTAL EVOLUTION IN THE QUATERNARY**. São Paulo. 1978 a. 55p. (Special Publication)

SUGUIO, K.; MARTIN, L. **Mapas geológicos do Quaternário costeiro entre Cananéia (SP) e Parati (RJ)**. São Paulo: DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica) da SOMA (Secretaria de Obras e do Meio Ambiente) do Estado de São Paulo, 1978 b. Escala=1:100.000.

SUGUIO, K. Flutuações do nível marinho nos últimos milênios e evolução das planícies costeiras brasileiras. **Revista do Museu Paulista**, São Paulo, p. 125–141, 1983/1984.

SUGUIO, K.; TESSLER, M. G. Planície de cordões litorâneos quaternários do Brasil: origem e nomenclatura. In: LACERDA, L. D.; ARAÚJO, D. S. D.; TURCQ, B. (eds.). **Restingas: origem, estrutura e processos**. Niterói: CEUFF; 1984. p. 15-25.

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

SUGUIO, K. **Dicionário de Geologia Marinha**. São Paulo: T. A. Queiroz, 1992.

SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e Mudanças Ambientais: (presente + passado = futuro?)**. São Paulo: Paulo's comunicação e artes gráficas; 2001. 366 p.

SUGUIO, K. **Geologia Sedimentar**. 1 ed. São Paulo: Edgard Blüncher; 2003. 400 p.

SUGUIO, K.; SUZUKI, U. **A evolução geológica da Terra e a fragilidade da vida**. São Paulo: Edgard Blücher; 2003. 152 p.

SUGUIO K. O papel das variações do nível relativo do mar durante o Quaternário tardio na origem da Baixada Litorânea de Juréia, SP. In: MARQUES, O.A.V.; DULEBA, W. (eds.) **Estação Ecológica Juréia-Itatins – Ambiente Físico, Flora e Fauna**. Ribeirão Preto: Holos; 2004. p. 34-41.

SUGUIO, K. et al. Paleoníveis do mar e paleolinhas de costa. In: SOUZA, C. R. et al. **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos; 2005. p. 114-129.

SUGUIO, K. **Água**. Ribeirão Preto: Holos; 2006. 248 p.

SUGUIO, K. **Mudanças ambientais da Terra**. São Paulo: Instituto Geológico; 2008. 186 p.

SUDARAM D.; SUGUIO, K. Nota preliminar sobre uma assembléia mioflorística da Formação Pariquera-Açu, Estado de São Paulo. In: SUDARAM D.; SUGUIO, K. **Coletânea de trabalhos paleontológicos**. Série Geológica, Seção de Paleontologia e Estratigrafia, Departamento Nacional da Produção Mineral, n. 27, p. 503-506, 1985.

TOMAZELLI, L. J.; VILLWOCK, J. A. Processos erosivos atuais na costa do Rio Grande do Sul, Brasil: evidências de uma provável tendência contemporânea de elevação do nível relativo do mar. In: CONGRESSO DA ABEQUA, 2, 1989, Rio de Janeiro. **Boletim de Resumos...** Rio de Janeiro, 1989. p.16.

TRAINOR, F. R. **Introductory phycology**. New York: John Wiley & Sons; 1978. 525 p.

VAN DE PLASSCHE. **Sea-level research: A manual for the collection and evaluation of data**. Geobooks: Norwich; 1986. 615 p.

VIDOTTO, E. **Reconstrução paleoambiental (vegetação e clima) no Parque Estadual da Ilha do Cardoso – SP durante o Quaternário tardio**. 2008. 198 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

VILANOVA, I.; PRIETO, A. P. Evidencias de câmbios de salinidad em el sudeste de la Estepa Pampeana durante el ciclo transgresivo–regresivo del Holoceno. In: CONGRESSO DA ABEQUA, 8., 2001, Mariluz/Imbé. **Boletim de Resumos...** Mariluz/Imbé, 2001. p. 99-100.

VILELA, C. G. Diatomáceas. In: CARVALHO, I. S. C (ed.). **Paleontologia**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Interciência; 2004. v1, p. 319-326.

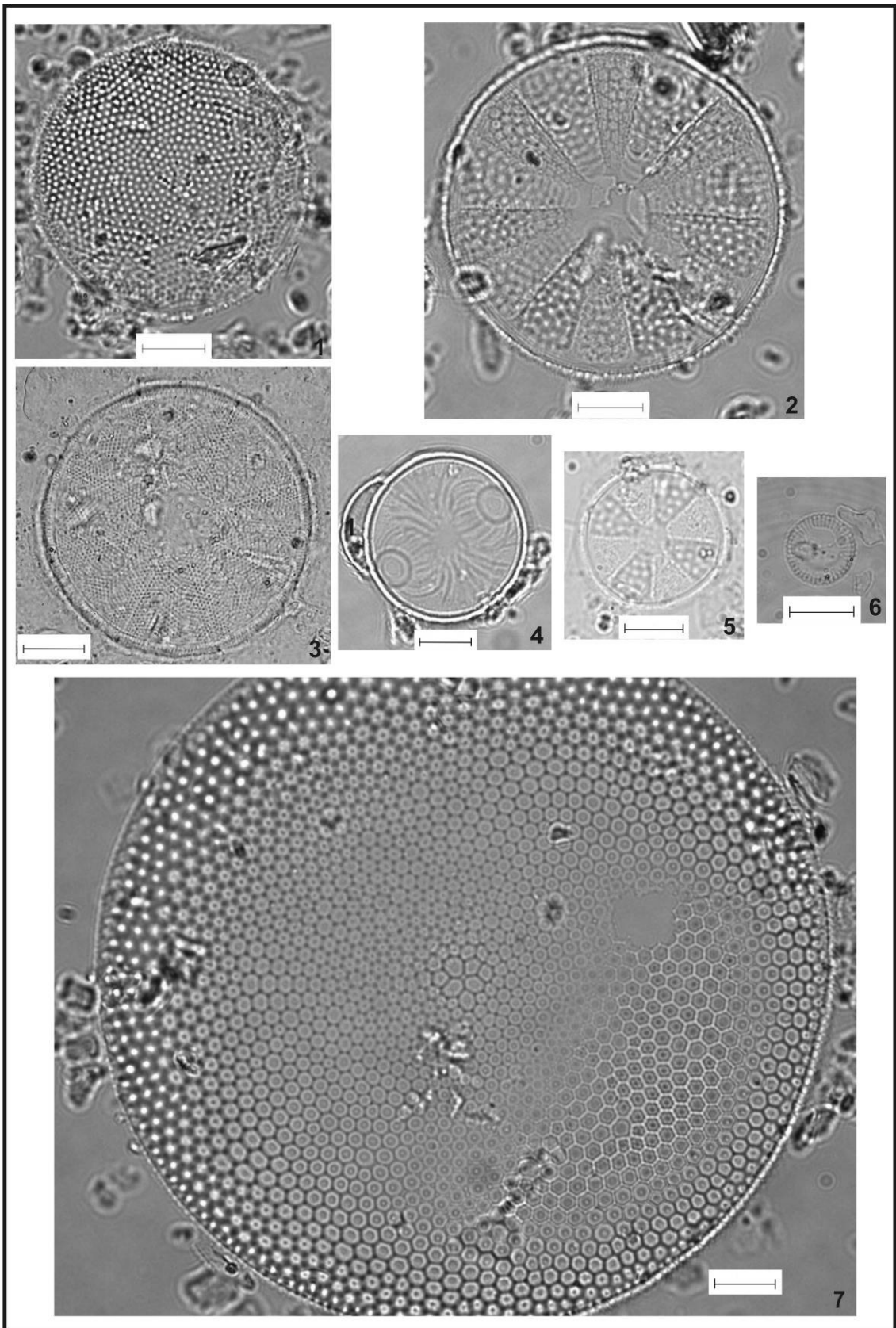
WETZEL, R. G. **Limnology**. 2 ed. Philadelphia: Saunders College; 1983. 767 p.

WILKINSON, C. R. Symbiotic interactions between marine sponges. In: REISSER, W. (ed). **Algae and symbioses: Plants, Animals, Fungi, Viruses, Interactions Explored**. Bristol: Biopress limited; p. 111-151. 1992.

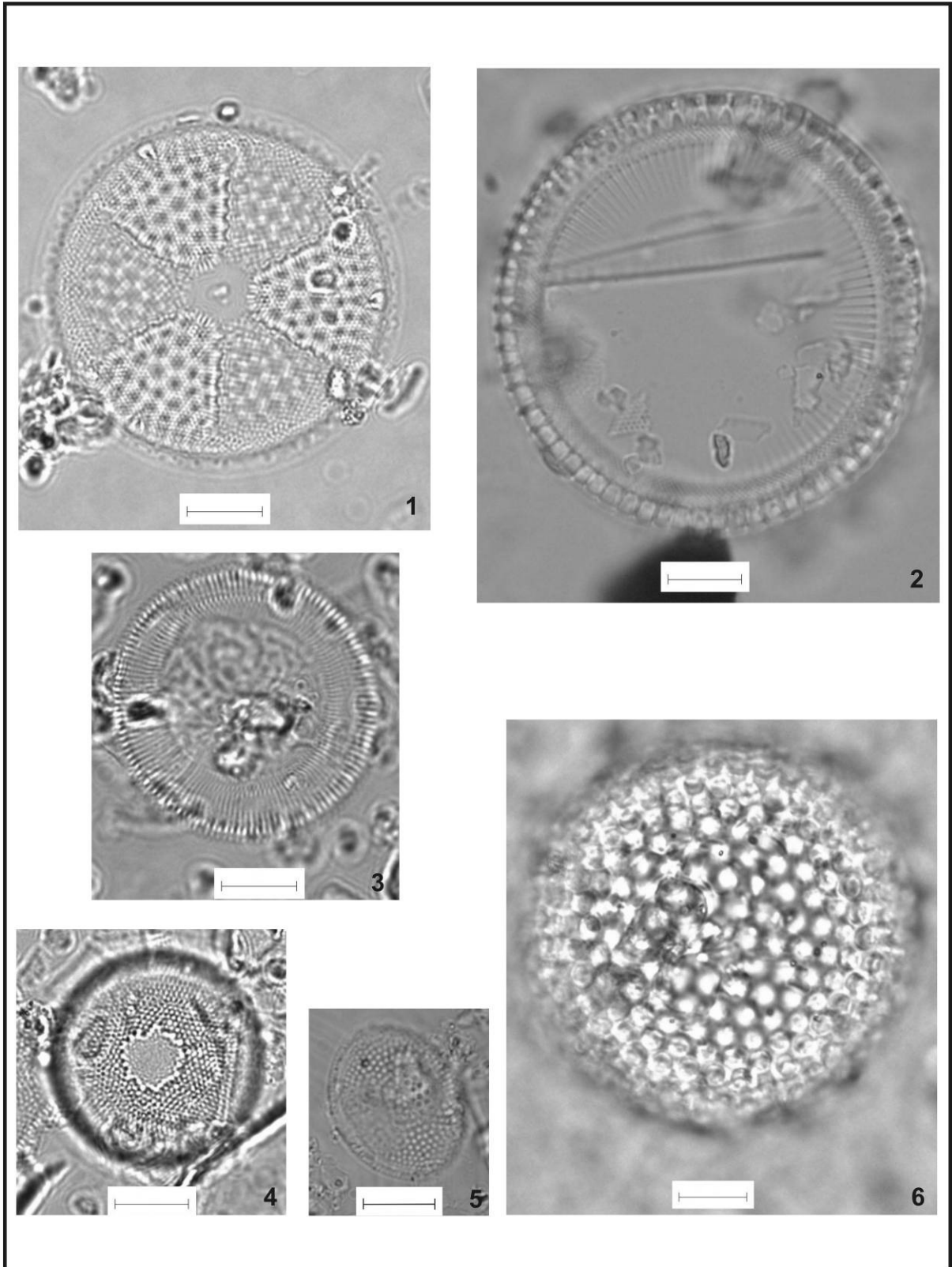
WITKOWSKI, I. A.; LANGE- BERTALOT, H.; METZELTIN, D. Diatom flora of marine coasts. In: LANGE- BERTALOT, H. (ed). **Iconographia Diatomologica, Annotated Diatom Micrographs**. Königstein: Koeltz Scientific Books , 2000. v. 7, 443 p.

YBERT, J. P. et al. Environmental and sea-level variations on the southeastern Brazilian coast during the Late Holocene with comments on prehistoric human occupation. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Missouri, n. 189, p. 11-24, 2003.

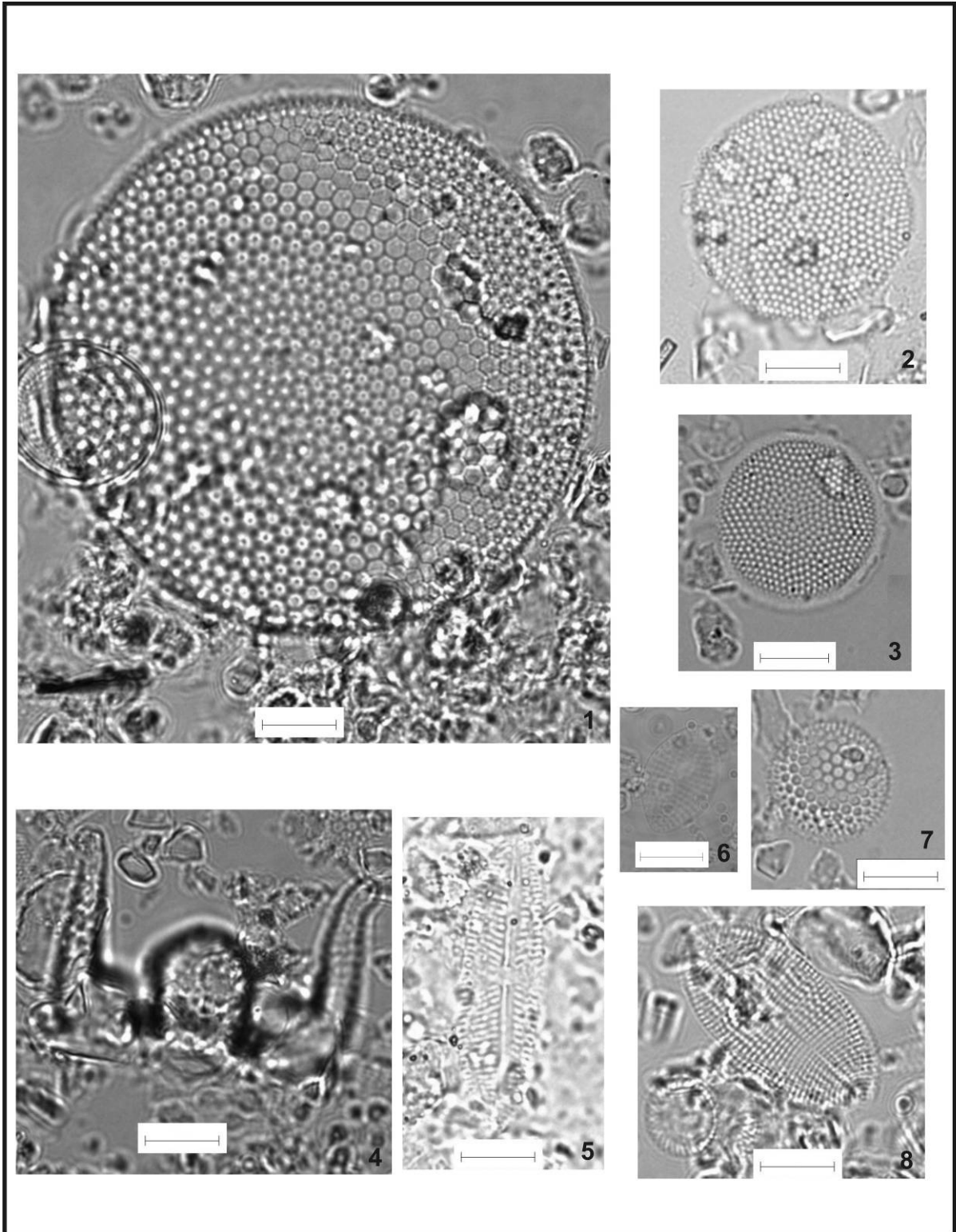
## APÊNDICES



**Estampa I:** *Actinocyclus curvatulus* (1), *Actinoptychus* sp. (3), *Actinoptychus splendens* (2), *Actinoptychus vulgaris* (5), *Auliscus sculptus* (4), *Coscinodiscus asteromphalus* (7), *Cyclotella meneghiniana* (6).

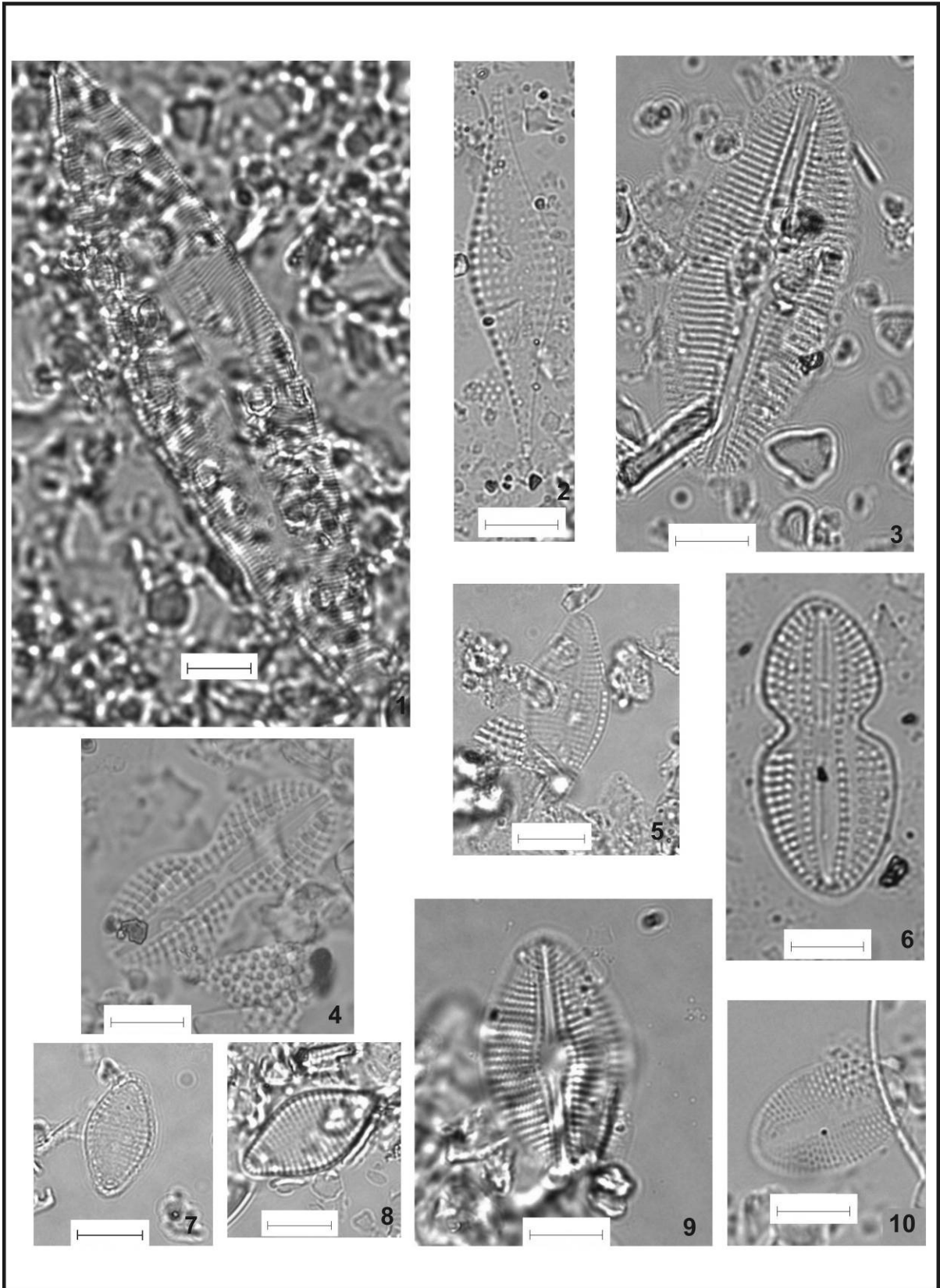


**Estampa II:** *Actinoptychus senarius* (1), *Cyclotella stylorum* (3), *Cymatotheca weissflogii* (5), *Paralia sulcata* (2), *Podosira stelliger* (4), não identificado sp. 1 (6).

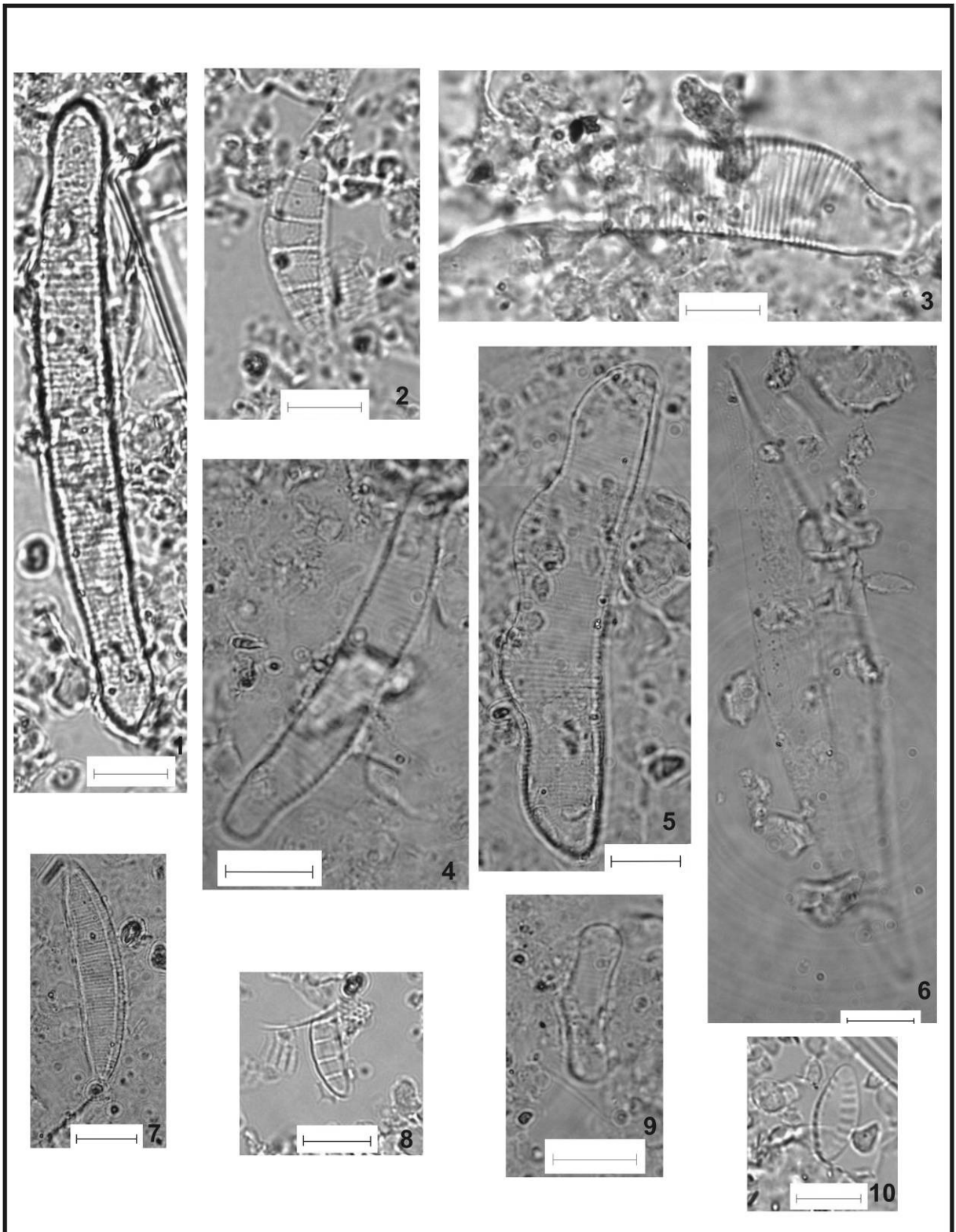


**Estampa III:** *Thalassiosira eccentrica* (2), *Thalassiosira leptopus* (1), *Thalassiosira oestrupii* (7), *Thalassiosira simplex* (3), *Achnanthes parvula* (5), *Biddulphia tridens* (4), *Cocconeis pseudolineata* (6), *Cocconeis robusta* (8).

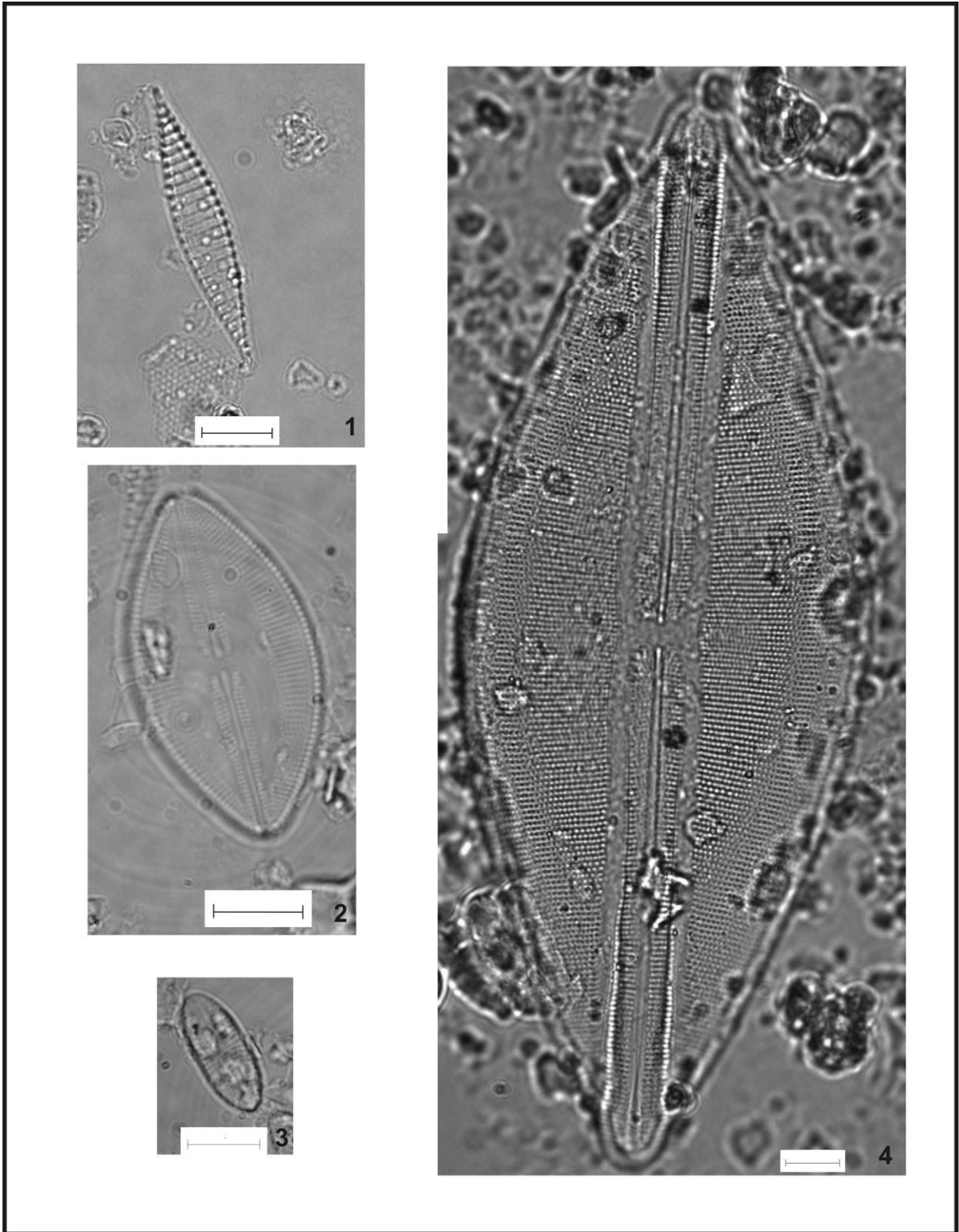




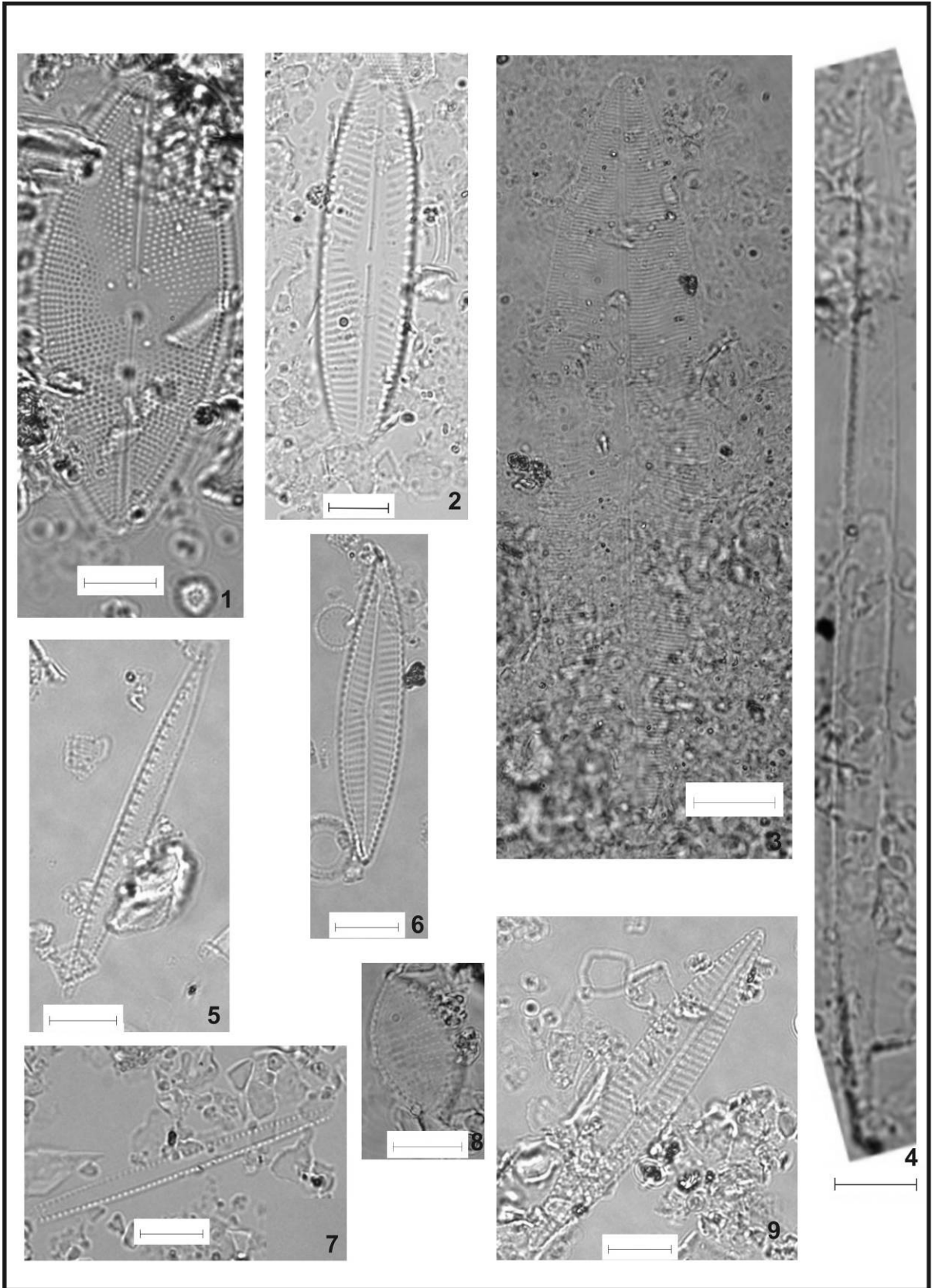
**Estampa IV:** *Caloneis formosa* var. *cuneata* (1), *Cymatosira lorenziana* (2), *Delphineis livingstonii* (10), *Delphineis* sp. (7, 8), *Delphineis surirella* (5), *Diploneis crabro* (4), *Diploneis gruendleri* (6), *Diploneis ovalis* (3), *Diploneis smithii* (9).



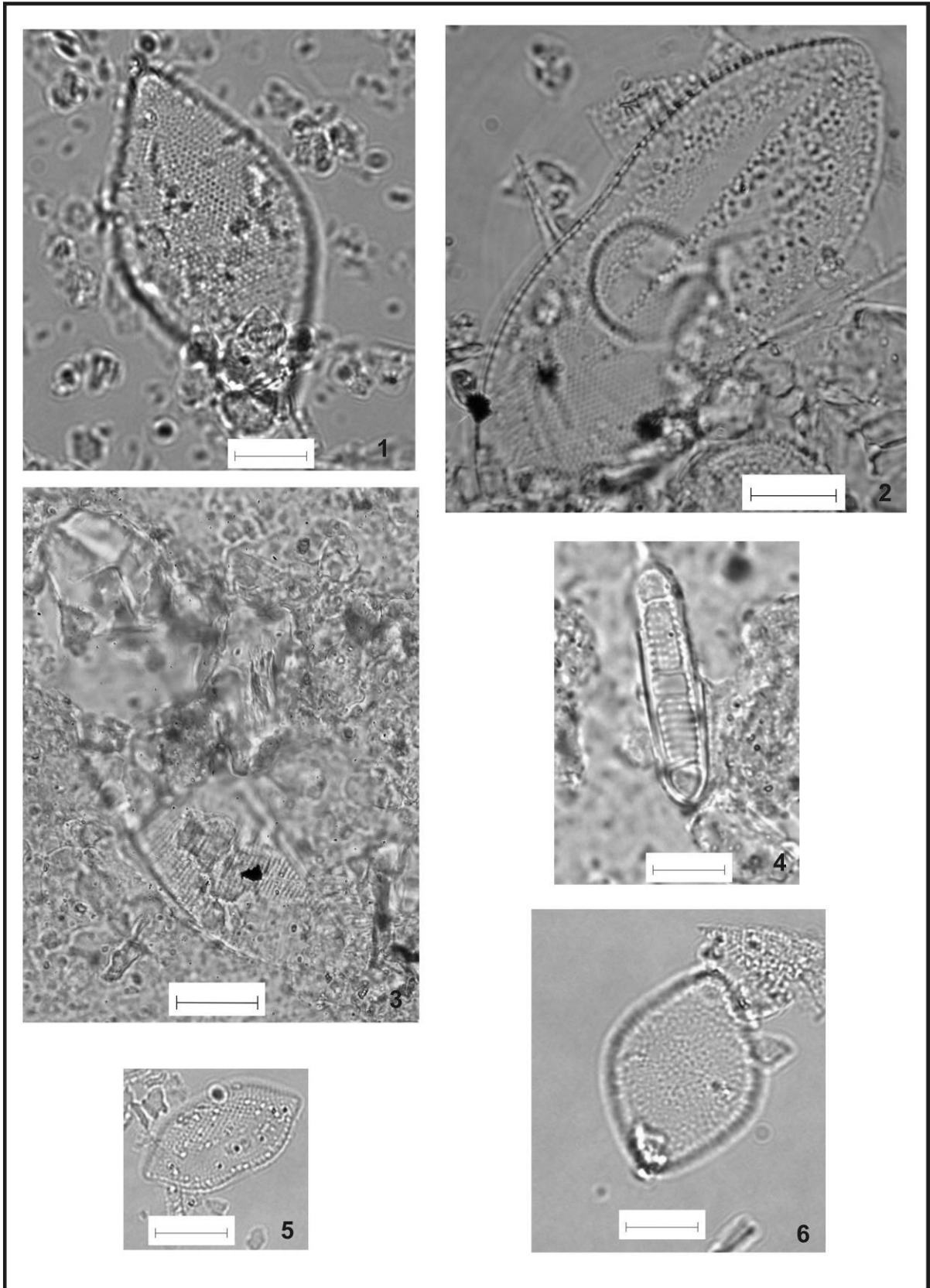
**Estampa V:** *Epithemia krammeri* (2), *Eunotia bidens* (3), *Eunotia major* (1), *Eunotia rabenhorstii* (9), *Eunotia tropico-arcus* (4), *Eunotia zygodon* (5), *Eunotogramma laevis* (8), *Fragilariopsis doliolus* (7), *Glyphodesmis distans* (10), *Gyrosigma* sp. (6).



**Estampa VI:** *Koizumia adaroi* (1), *Lyrella hennedyi* (2), *Lyrella lyra* (4), *Navicula applanata* (3).

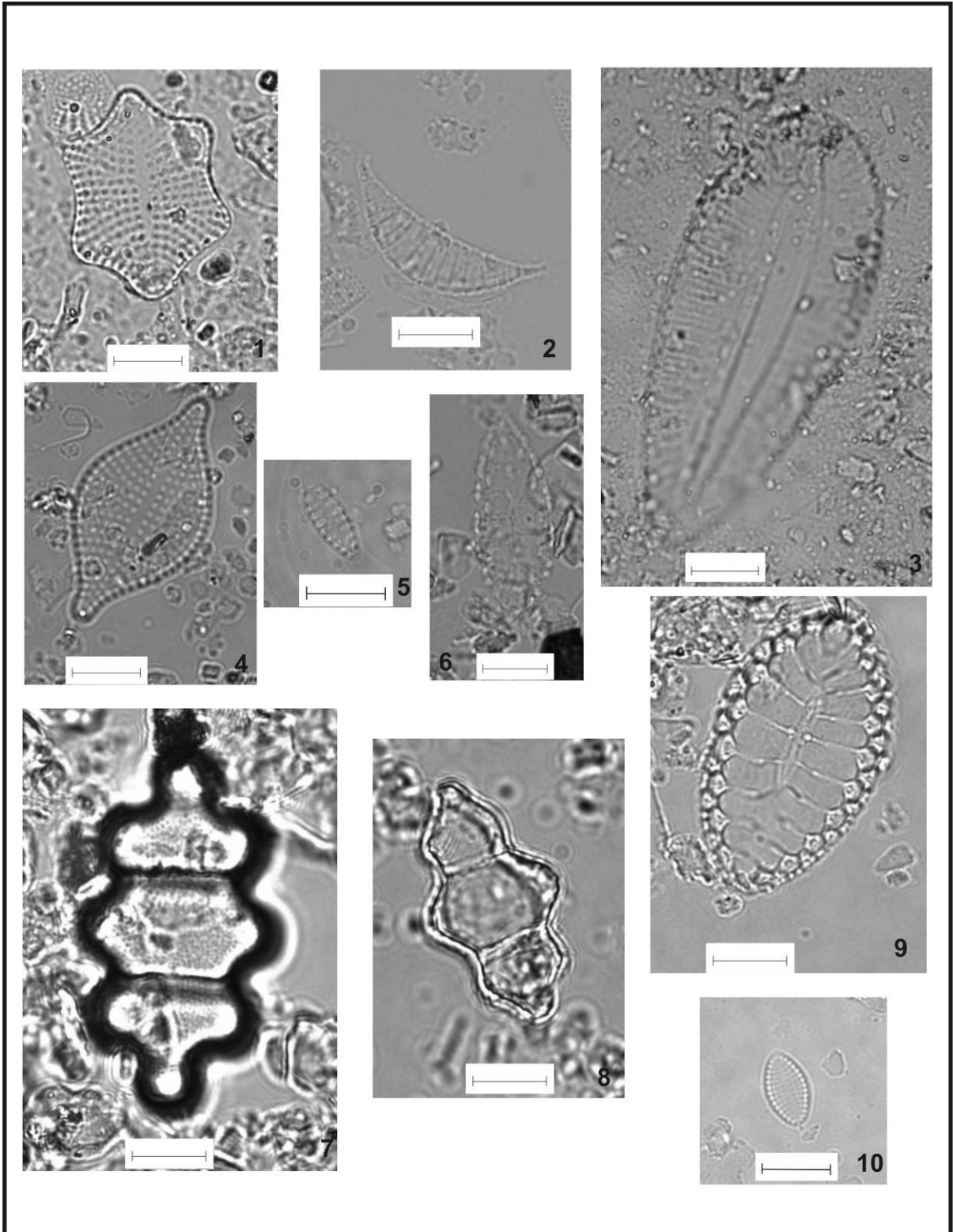


**Estampa VII:** *Navicula lemmermanni* (1), *Navicula mariagraciellae* (6), *Nav cf. recta* (4), *Navicula slesvicensis* (2), *Navicula* sp. (3), *Navicula vaneei* (9), *Nitzschia compressa* (8), *Nitzschia fasciculata* (5), *Nitzschia incognita* (7).

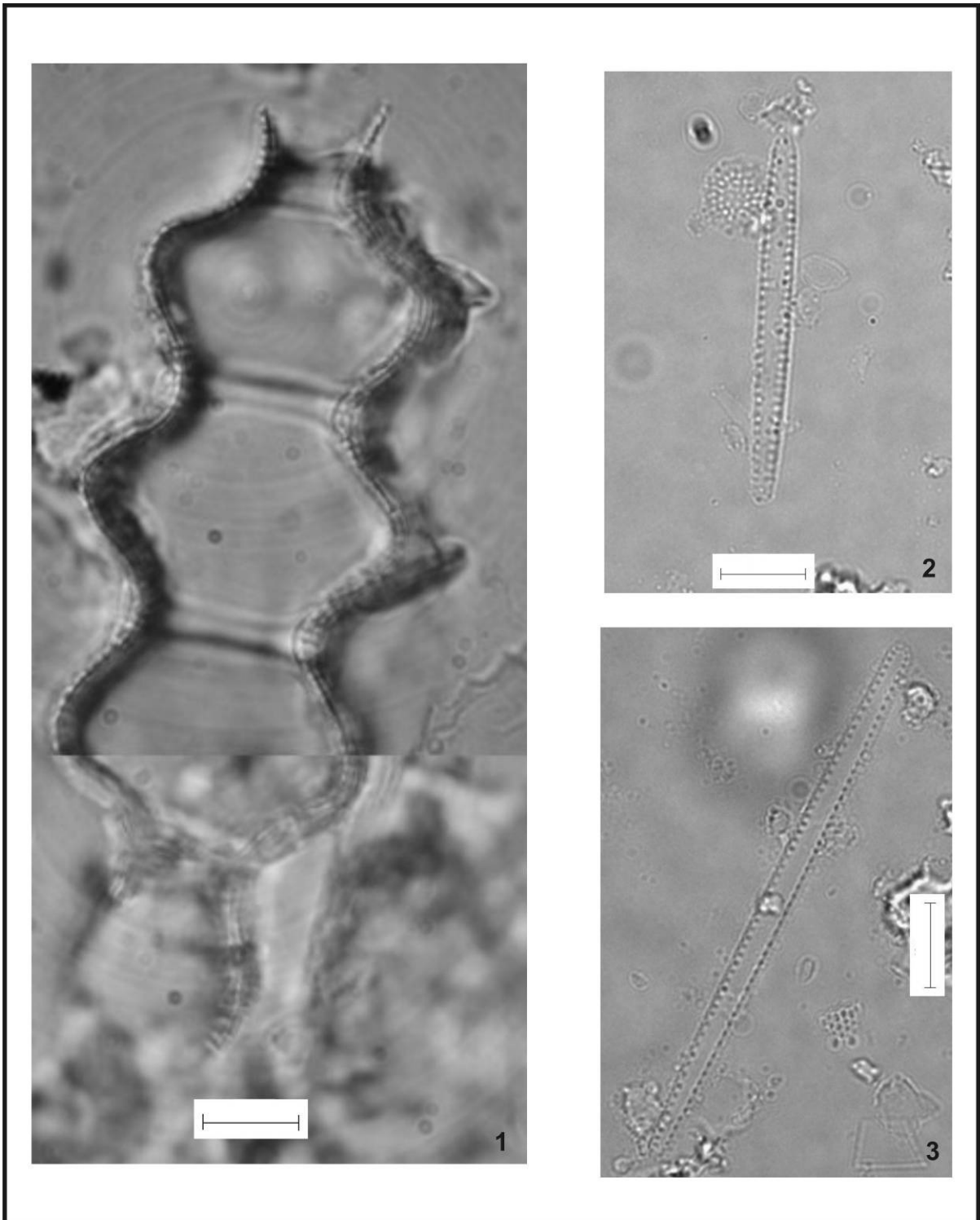


**Estampa VIII:** *Nitzschia panduriformis* (2), *Odontella rhombus* (1), *Petroneis humerosa* (3), *Plagiogramma pulchellum* (4), *Pleurosira minor* (6), *Psamodictyon panduriformes* (5).

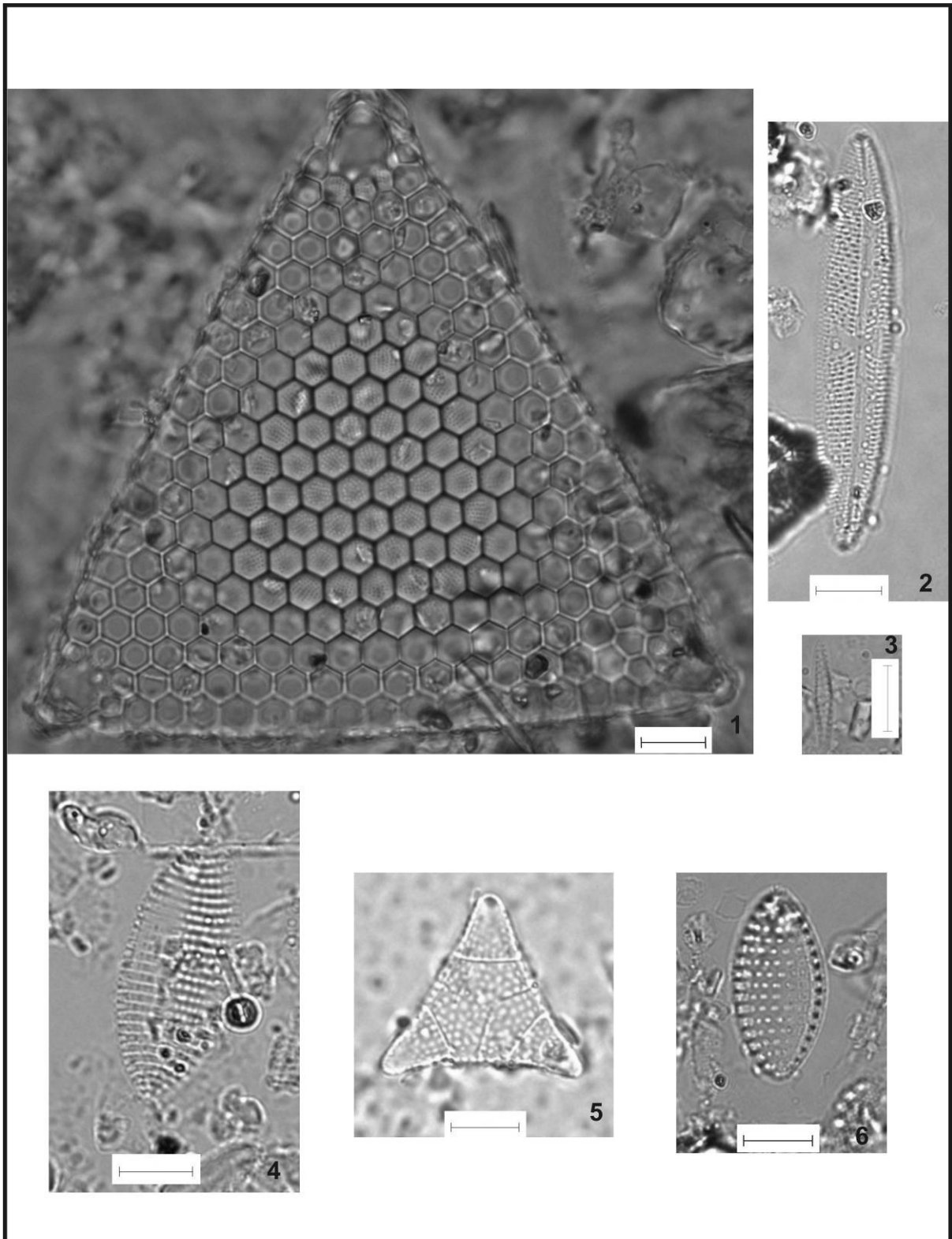




**Estampa IX:** *Pseudoestaurosira americana* (10), *Rhaphoneis amphicerus* (4), *Rhaphoneis castracanei* (1), *Rhopalodia musculus* (2), *Staurosirella martyi* (5), *Surirella fastuosa* var. *recendens* (9), *Surirella febigerii* (3), *Surirella* sp. (6), *Terpsinoë americana* (7), *Terpsinoë* sp. (8).



**Estampa X:** *Terpsinoë musica* (1), *Thalassionema nitzschooides* (3), *Thalassionema pseudonitzschooides* (2).



**Estampa XI:** *Trachyneis aspera* (2), *Triceratium alternans* (5), *Triceratium favus* (1), *Tryblionella granulata* (6), *Tryblionella punctata* var. *elongata* (4), não identificado sp. 2.



V699a Vilela, Maria Cristina Santiago Hussein  
Análise de diatomáceas em sedimentos quaternários da Estação Ecológica Juréia-Itatins (SP): contribuição ao estudo de variações do nível do mar no holoceno/ Maria Cristina Santiago Hussein Vilela. Guarulhos, 2010.  
99 f.: il.; 31 cm

Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) - Centro de Pós-Graduação e Pesquisa, Universidade Guarulhos, 2010.  
Orientador: Prof. Dr. Kenitiro Suguio  
Co-orientador: Prof. Dr. Paulo Eduardo De Oliveira  
Bibliografia: f. 75-87

1. Holoceno 2. Bacillariophyceae 3. Sedimentologia I. Título. II. Universidade Guarulhos.

CDD 22<sup>st</sup> 551.4