

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**RECONSTITUIÇÃO PALEOAMBIENTAL DA REGIÃO DO
ARROZAL, CANANÉIA, SP, INFERIDA POR MEIO DE ANÁLISES
SEDIMENTOLÓGICAS E DE FORAMINÍFEROS DE UM
TESTEMUNHO DE SONDAGEM**

Rosa Setsuko Uehara

Orientador: Prof. Dr. Setembrino Petri

Co-orientadora: Dra. Wânia Duleba

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF-2006/48)

SÃO PAULO
2006

TF
U22
RS.r

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**Reconstituição paleoambiental da região do Arrozal,
Cananéia, SP, inferida de análises sedimentológicas,
de foraminíferos de um testemunho de sondagem**

Rosa Setsuko Uehara



Monografia de Trabalho de Formatura

Banca Examinadora

Prof. Dr. Setembrino Petri

Profa. Dra. Silvia Helena Melo e Souza

Prof. Dr. Maria Helena Bezerra Maia de Hollanda

São Paulo

2006

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

DEDALUS - Acervo - IGC



30900024340

**RECONSTITUIÇÃO PALEOAMBIENTAL DA REGIÃO DO
ARROZAL, CANANÉIA, SP, INFERIDA POR MEIO DE ANÁLISES
SEDIMENTOLÓGICAS E DE FORAMINÍFEROS DE UM
TESTEMUNHO DE SONDA GEM**

Rosa Setsuko Uehara



Orientador: Prof. Dr. Setembrino Petri
Co-orientadora: Dra. Wânia Duleba

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF-2006/48)

SÃO PAULO
2006

Dedico este trabalho a minha querida mestra Wânia Duleba que muito me ensinou para a vida. Obrigada pela paciência, apoio e dedicação que resultaram na realização deste trabalho.

Agradecimentos

As minhas amigas do laboratório de micropaleontologia pela grande ajuda e apoio Andreia, Juliana e Luciana.

A minha amiga e companheira de todas as horas, pelo apoio e compreensão: Sueli.

Aos meus irmãos pela paciência e apoio durante todo o curso.

A Onicélia, Rafa, Silas, Waldemar, Perereca, Itamar, Kama pelo companheirismo.

Ao amigos de grupo, campo, trilha e viagens: Lélia, Vidyã, Leandro, Blanche, Ricardo, Patrícia, Gisele, Érica, Fuji, Biva, Walter, Mineiro, Xitah.

A minha querida amiga Margarete na sua incansável busca pelo conhecimento geológico.

Ao Prof. Dr. Kenitiro Suguio pela ajuda inestimável neste término de trabalho.

Aos professores Giannini pela informações e apoio, e Thomas pela revisão do abstract e dicas que ajudaram na minha formação acadêmica e a todos os professores e monitores que me apoiaram durante o curso.

Ao Prof. Dr. Setembrino Petri pelo apoio e correções dos meus trabalhos.

Ao Dr. Michel Michaelovitch Mahiques que forneceu material para a realização do meu trabalho.

ÍNDICE

RESUMO	3
ABSTRACT	5
OBJETIVOS DO PROJETO.....	6
RELEVÂNCIA DO PROJETO.....	7
ÁREA DE ESTUDO	7
MATERIAL E MÉTODOS	8
RESULTADOS	11
DISCUSSÃO	14
CONCLUSÃO.....	15
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo compreender as variações ambientais que ocorreram durante os últimos cinco mil anos na região de Arrozal, situada na porção sul da ilha de Cananéia, SP, próximo à desembocadura sul do complexo estuarino lagunar de Cananéia-Iguape. Para isto, foram realizadas análises granulométricas, geoquímicas e do conteúdo de foraminíferos de 47 amostras, provenientes de um testemunho (AR4) de 4.32m de comprimento.

No intervalo compreendido entre 5010 e 4650 anos AP $\pm$ 40 (432 e 291cm), ocorrem sedimentos arenosos finos, com baixas porcentagens de C, N, S, ricos em diatomáceas e/ou fragmentos vegetais vasculares e raros foraminíferos. De acordo com curvas de variações do nível do mar disponíveis na literatura, durante o máximo da Transgressão Santos (5100 anos AP), a parte sul das ilhas Cananéia e Comprida estariam submersas pelo mar. Após este nível máximo, iniciou-se período regressivo, que propiciou a formação de vários depósitos marinhos holocênicos, constituídos predominantemente por areias erodidas pela transgressão. Portanto, porção inferior do poço do Arrozal provavelmente corresponderia a esses depósitos arenosos.

No intervalo entre 4650 e 860 anos AP $\pm$ 40 (291 e 173 cm), as porcentagens de lama, de C, N, S aumentam ligeiramente e os foraminíferos ocorrem em grande quantidade. As razões C/N indicam presença de matéria orgânica (MO) de origem mista. De 284 a 173cm de profundidade, as espécies de foraminíferos são típicas de ambiente de plataforma marinha (*Pararotalia cananeiaensis*). Esses resultados permitem inferir forte influência marinha no local do poço do Arrozal. Uma hipótese plausível para a presença destes organismos marinhos e MO mista seria que a posição da desembocadura de Cananéia deveria estar localizada mais próxima da região do Arrozal.

No intervalo entre 860 e 180 anos AP $\pm$ 40 (173 e 83 cm), os foraminíferos calcários mixohalinos (*Criboelphidium excavatum* s.l. e *Ammonia tepida*) e os aglutinantes (*Arenoparella mexicana*, *Haplophragmoides wilberti*) tornam-se mais abundantes que os marinhos. As duas primeiras espécies são mais abundantes que as espécies aglutinantes, indicando presença de ambiente estuarino/lagunar, mas ainda sob forte a moderada influência marinha. Durante esse período, supõe-se que o braço de mar, denominado rio Batatal, estaria depositando sedimentos fluviais que empurraria o mar mais para a região leste. Com a migração deste rio para o norte, o mar levaria condições mixohalinas para a região.

No intervalo de 180 anos AP $\pm$ 40 a atual (83 a 12cm), os aglutinantes aumentam progressivamente rumo ao topo, sugerindo a formação e o estabelecimento

dos bancos de *Spartina alterniflora*. A presença de *Miliammina fusca* indica maior aporte de água doce vindo do rio Batatal. A deposição de sedimentos costeiros após 180 anos, propiciaria condições transicionais na área do poço, refletindo nas associações de foraminíferos aglutinantes.

ABSTRACT

This work concerns environmental variations that occurred during the last five thousand years in the Arrozal region, southern Cananéia island (SP), near the southern mouth of the estuarine-lagoonal of Cananéia-Iguape, based on grain-size and geochemical analyses and the foraminiferal content of 47 samples from a core (AR4) 4.32m long.

From 5010 to 4650 years B.P. sediments were fine-grained sands with low percentages of C, N and S, but rich in diatomaceas and/or plant fragments with rare foraminifera. According to the sea level variation curve, during the Santos maximum transgression (5100 years B.P), the southern part of Cananéia and Comprida islands were under the sea. After this peak, the regressive period led to the formation of some Holocene marine deposits made up of sand eroded during the transgression. Therefore, the bottom part of the Arrozal core corresponds to these sands.

From 4650 to 860 years B.P (291cm and 173cm) there was an increase in the mud and C, N and S percentages and foraminifera are more abundant. From 284cm to 173cm there are marine platform foraminifera (*Pararotalia cananeaensis*). These results are evidence of a marine influence in the Arrozal area.

From 860 to 180 years B.P. (173cm and 83cm) mixohalines calcareous foraminifera (*Criboelphidium excavatum* s.l. and *Ammonia tepida*) and the agglutinated forms (*Arenoparella mexicana*, *Haplophragmoides wilberti*) are more abundant than marine species. The former two species are more abundant than the latter two, which shows that there was a marine influence in the estuarine/lagoonal environment under.

It is thought that fluvial deposits of the Batatal stream were responsible for dislocating the sea eastward. As this stream migrated to the north, mixohaline conditions were created all along this region.

Finally, from 180 years B.P. to present (83cm to 12cm) the agglutinated forms increase upwards, coherent with the proliferation of the cord grass (*Spartina alterniflora*) and /or mangrove vegetation in the region. The presence of *Miliammina fusca* indicates higher quantities of continental waters from the Batatal stream. Coastal sediments deposited since 180 years B.P. indicate transitional conditions, as reflected by the agglutinated.

INTRODUÇÃO

Os foraminíferos são protozoários pertencentes ao Filo Granuloreticulosa. Possuem pseudópodes delgados e anastomosados e, em seu protoplasma movimentam-se diversas organelas, com vacúolos digestivos e mitocôndrias. Esses organismos são protegidos por uma carapaça que pode possuir uma ou muitas câmaras interconectadas por um orifício (forâmen). A carapaça é constituída por diversos materiais como matéria orgânica (proteoglicanas-polissacarídeos), minerais secretados (calcita, aragonita ou sílica) ou partículas aglutinadas (grãos de areia, mica, espículas de esponja).

Foraminíferos podem ser bentônicos ou planctônicos. Os bentônicos existem há 550 milhões de anos na Terra. Eles podem ser da epifauna ou infauna. Os planctônicos são mais recentes, surgiram há 190 milhões de anos. Os planctônicos são exclusivamente marinhos e indicadores de águas limpa, sem material em suspensão.

Foraminíferos são excelentes indicadores paleoambientais devido à restrita movimentação e à alta sensibilidade às variações ambientais que permitem diagnosticar as condições físico-químicas do ambiente (Duleba, 1997) e por isso são amplamente utilizados em estudos paleoclimatológicos (Kalia & Chowdhury, 1983; Nigan, 1986; Nigan & Rao, 1987) e paleoceanográficos (Igarashi *et al.*, 2001).

OBJETIVOS DO PROJETO

A partir da identificação das espécies e do padrão de distribuição das associações de foraminíferos ao longo do testemunho de sondagem AR4 e da sua correlação com características granulométricas e geoquímicas do sedimento, pretende-se detectar variações ambientais holocênicas, ocorridas em um ambiente de marisma, situado no complexo estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape, SP. Posteriormente, correlações entre as mudanças da composição faunística, as idades radiométricas e curvas de variação do nível do mar existentes na literatura serão estabelecidas.

RELEVÂNCIA DO PROJETO

A evolução quaternária da planície costeira e dos canais lagunares de Cananéia-Iguape foi estudada por diversos autores (Suguio & Petri, 1973; Suguio & Martin, 1978; Tessler, 1982; Tessler & Furtado, 1983; Tessler & Mahiques, 1993). Entretanto, a maioria destes trabalhos se baseou, principalmente, em dados sedimentológicos.

A região estuarina de Cananéia-Iguape já foi bastante estudada em relação aos foraminíferos recentes (Eichler & Bonetti, 1995; Eichler *et al.*, 1995; Bonetti, 1995; Eichler-Coelho, 1996; Eichler-Coelho *et al.*, 1997; Debenay *et al.*, 1998; Duleba, 1997). Com relação aos estudos de foraminíferos sub-recentes e fósseis, há os trabalhos de Petri & Suguio (1971), Petri & Lellis (1971), Petri & Suguio (1973) e Duleba (1997). Apesar de todos esses trabalhos, contudo, a região do Arrozal, ainda não foi estudada, no que tange a foraminíferos de sub-superfície.

Portanto, as análises sedimentológicas e das associações de foraminíferos sub-recentes aqui desenvolvidas são plenamente justificáveis, pois permitirá detectar importantes mudanças paleoambientais em ambiente de marisma, contribuindo para o conhecimento da evolução sedimentar da região estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape.

ÁREA DE ESTUDO

Região costeira do Estado de São Paulo

A configuração geográfica da região costeira do estado de São Paulo é o resultado de dois conjuntos de eventos de escalas temporais distintas. O primeiro evento está relacionado a possíveis fenômenos termiais de reativações tectônicas da Plataforma Sul-Americana, ligados à abertura do Oceano Atlântico, ocorridos durante o Mesozóico-Cenozóico. Com a evolução do processo, desenvolveram-se falhamentos que condicionaram o soerguimento de toda a escarpa da Serra do Mar e pela subsidência da Bacia de Santos (Almeida & Carneiro, 1998). O segundo evento relaciona-se com a sedimentação decorrente das sucessivas transgressões e regressões marinhas quaternárias, responsáveis pela maior parte da distribuição sedimentar do litoral (Suguio & Martin, 1978). A partir do Terciário Superior e Pleistoceno, as flutuações do nível do mar, associadas às mudanças paleoclimáticas durante o Quaternário, foram as principais causas de formação, modelagem e evolução das planícies costeiras do Brasil. No litoral paulista, há evidência de um processo mais antigo, datado de aproximadamente 120.000 anos AP, que foi

denominado por Petri & Suguio (1973) de “Transgressão Cananéia”, no qual o nível do mar atingiu cerca de 8m acima do nível atual. O segundo evento transgressivo, denominado “Transgressão Santos”, ocorreu em 5100 anos AP, no qual o nível do mar atingiu 5 m acima do atual (Petri & Suguio, 1973; Suguio & Martin, 1978, 1987).

O litoral paulista está dividido em região norte, centro e sul. Sob o ponto de vista morfológico, pode ser dividido em duas porções distintas. Ao norte, o Embasamento Pré-Cambriano atinge o mar em quase toda a extensão, excetuando-se pequenas planícies formadas na sua parte interna por depósitos continentais. Ao sul, desenvolvem-se grandes planícies essencialmente formadas por depósitos marinhos ou flúvio-lagunares. Essas planícies são separadas entre si por pontões do Embasamento Pré-Cambriano em contato com a mar.

A área de estudo situa-se no sistema estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape (25°01’S–47°55’W), compreendida entre a foz do rio Ribeira de Iguape e a divisa dos estados de São Paulo e Paraná. Corresponde a um sistema formado por ambientes complexos associados a ilhas-barreiras, manguezais, marismas (pântanos salobros), planície de lama e canais lagunares (Fig 1). Apresenta uma área com extensão de 130 por 40 km de largura, distribuída sobre uma planície de 0 a 10 m de altitude, circundada por terreno Pré-cambriano.

O sistema lagunar é separado do oceano por uma ilha-barreira quaternária, denominada ilha Comprida, delimitada, ao sul, pela ilha do Cardoso e, ao norte, pela ilha de Iguape. A ilha Comprida, por sua vez, separa-se do continente por uma laguna denominada mar Pequeno que, rumo ao sul, subdivide-se formando os mares de Cubatão e Cananéia, separados pela ilha de Cananéia (Suguio & Martin, 1978).

MATERIAL E MÉTODOS

Procedência das amostras e dos dados sedimentológicos

O testemunho analisado (AR4), do qual foram estudadas 47 amostras, foi gentilmente cedido pelo Prof. Dr. Michel M. Mahiques, IOUSP. Este testemunho foi coletado sob lâmina de água de 0,50 m, com testemunhador a vibração, em uma região de marisma (i.e., banco de *Spartina alterniflora*), localmente denominada de Arrozal.

No Laboratório de Oceanografia Geológica, IOUSP, o testemunho foi aberto, fotografado, medido e descrito (cor, textura, estruturas sedimentares e componentes

orgânicos). Fragmentos vegetais e conchas de moluscos foram coletados e datados por radiocarbono no laboratório Beta Analytic, Flórida (EUA).

Após a descrição e coleta de material para datação, o testemunho foi amostrado a cada 10 cm, retirando-se 3 cm de sedimentos. De cada seção foram extraídas três subamostras, uma para análise granulométrica, outra para análises geoquímica e isotópica, e a terceira para análise do conteúdo microfaunístico.

As análises granulométricas foram executadas segundo os métodos de peneiramento e pipetagem descrito por Suguio (1973). Os teores de carbonato de cálcio foram obtidos por dissolução ácida em HCl a 10% e diferença de peso (Gross, 1971). As análises de carbono, nitrogênio foram realizadas no analisador LECO®. CNS – 2000 (Elemental carbon, nitrogen and sulphur analyzer) do IOUSP.

Reanálise dos dados sedimentológicos

Por meio das anotações de campo referentes à descrição macroscópica do testemunho AR4, foi elaborada uma seção lito-estratigráfica. Os dados granulométricos e os teores de carbonato biodetrítico, obtidos no IOUSP, foram classificados de acordo com Wentworth (1922) e Larssonneur *et al.* (1982), respectivamente. De acordo com a proposta de Larssonneur *et al.* (1982), sedimentos que apresentam menos de 30% de CaCO_3 são considerados litoclásticos; sedimentos com 30 a 50% litobioclásticos; sedimentos com 50 a 70% biolitoclásticos e sedimentos com mais de 70% bioclásticos.

A partir dos resultados das análises de C, N e S foi possível calcular as razões C/N e C/S, que permitem fazer considerações sobre a origem da matéria orgânica (M.O.) e disponibilidade de oxigênio nos sedimentos, respectivamente. De acordo com Bader (1955), razões C/N com valores abaixo de 6 indicam M.O. de origem marinha e, acima de 15 de origem continental. Os valores intermediários indicam mistura de fontes marinha e continental. Os valores das razões C/S acima de 3 indicam ambientes oxidantes, já baixos valores (<3%) indicam ambientes redutores (Stein, 1991; Borrego *et al.*, 1998) (Tabela 3).

Análise de foraminíferos – Laboratório de Micropaleontologia – IGcUSP

De cada uma das 47 amostras foi retirada uma alíquota de 10cm^3 , que foi peneirada a úmido em duas peneiras: 0,500 e 0,062 mm (Schröder *et al.*, 1987). As frações retidas nas peneiras foram secas e submetidas à análise densimétrica por

flutuação-afundamento em tricloroetileno, visando separar os foraminíferos do sedimento (Scott *et al.*, 2001).

Uma vez separadas, as carapaças dos foraminíferos, independente de tamanho, coloração ou grau de fragmentação, foram triadas, fixadas com goma adragante em porta-foraminíferos (lâminas quadriculadas de fundo escuro), identificadas e contadas. Algumas amostras que apresentaram um número muito elevado de indivíduos foram subamostradas. Esta subamostragem consistiu em homogeneizar, com auxílio de um pincel, o material decantado em placa de petri, dividindo-o em partes iguais até a redução de 200 carapaças.

A classificação genérica dos foraminíferos se baseou em Loeblich & Tappan (1964, 1988) e a identificação das espécies em imagens digitais de trabalhos realizados na região de Cananéia (Duleba, 1997; banco de imagens do Laboratório de Micropaleontologia da USP) e/ou por análise comparativa dos exemplares com o material tombado na Coleção Micropaleontológica do IGcUSP.

Após a classificação taxonômica, foram elaborados gráficos de densidade e de riqueza das espécies. As espécies identificadas foram divididas em foraminíferos aglutinantes típicos de ambiente parálico, calcários mixohalinos, calcários marinhos típicos de plataformas interna e externa, baseando-se na listagem de Duleba *et al.* (2005).

Posteriormente, todas as carapaças triadas foram fotografadas em câmara digital, acoplada em microscópio estereoscópio. A partir das imagens digitais obtidas, foram feitas análises morfométricas, utilizando-se o analisador de imagens ANALYSIS. Carapaças foram agrupadas em pequenas ($< 125 \mu\text{m}$), médias ($125 - 250 \mu\text{m}$), grandes ($250 - 500 \mu\text{m}$) e muito grandes ($> 500 \mu\text{m}$) (Lançone *et al.*, 2005).

Análise de foraminíferos – Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura - IGcUSP

Alguns foraminíferos foram selecionados para serem fotografados no Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV). A preparação desses foraminíferos para a sessão de microfotografias se resumiu à colagem dos mesmos em fita adesiva de carbono, fixada previamente em suportes metálicos ("stubs"). Posteriormente, esses suportes foram inseridos no aparelho Sputter Coating Emitech K550 e recobertos com ouro, através de injeção de argônio. Este procedimento permitiu a metalização das carapaças calcárias e aglutinantes, tornando-as condutoras de elétrons, essencial para a captação de imagens digitais no MEV.

DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

Os trabalhos do Projeto de Trabalho de Formatura foram iniciados em novembro de 2005, com a aquisição das amostras do testemunho AR4, cedidas pelo Prof. Dr. Michel M. Mahiques, IOUSP. No início foram estudadas 27 amostras que foram inseridas no Projeto Inicial e no Relatório de Progresso. Posteriormente, foram incorporadas mais 19 amostras para a monografia final. Em janeiro 2006 foram iniciados os processos de peneiramento, em março começou a triagem, junto com a identificação das espécies. Em agosto iniciaram as sessões de fotografias dos foraminíferos no LABMEV, juntamente com o peneiramento, triagem e identificação das amostras restantes. De acordo com o cronograma proposto, todas as atividades foram realizadas dentro do prazo estipulado (Tabela 1).

Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
Peneiramento a úmido	X	X	X								
Triagem			X	X	X	X					
Identificação				X	X	X	X				
Fotografia (LABMEV)								X	X	X	
Análise de estado de preservação das carapaças									X	X	
Análise de dados e Relatório de Progresso							X	X			
Análise de dados e Monografia									X	X	X

RESULTADOS

Descrição macroscópica

O testemunho AR4 apresenta 4,32 m de comprimento (Fig. 2). Sua porção basal (432 a 353 cm de profundidade) é constituída por sedimentos arenosos cinza esverdeados fortemente bioturbados, com várias intercalações milimétricas a centimétricas de lama cinza escura e fragmentos vegetais. A partir de 353 cm de profundidade, a porção basal é sobreposta, por contato gradacional, por um pacote arenoso fino, com lentes milimétricas de lama, que se prolonga até 290 cm de profundidade. Esse pacote apresenta vários fragmentos vegetais dispersos, os quais tendem a aumentar rumo ao topo do testemunho.

De 290 a 276 cm de profundidade, também em contato gradacional, passa a ocorrer pacote arenoso fino maciço, sem material biogênico. Sobrepostos a esse pacote arenoso, são observados, de 276 a 181 cm de profundidade, sedimentos

arenolamosos, com vários fragmentos biogênicos (predominância de conchas de moluscos).

De 181 a 143 cm de profundidade, sobrepõem-se, em contato gradacional com a porção inferior, sedimentos arenosos finos, com lentes centimétricas de lama, com bioturbação escassa e fragmentos vegetais dispersos. De 143 a 63 cm de profundidade, passam a ocorrer vários fragmentos de moluscos e vegetais. De 63 a 50 cm de profundidade, ocorrem intercalações centimétricas de areia com milimétrica de lama na matriz arenosa. De 50 cm ao topo, passa a ocorrer, em contato gradacional, pacote arenoso maciço sem componentes biogênicos.

Análises granulométricas e radiométricas (^{14}C)

O testemunho AR4 é composto essencialmente por areia fina, com diâmetro médio de 2,4 a 3 Φ (Fig. 3, Tab. 2). As porcentagens de areia variam de 85 a 100%. Nas porções onde ocorrem camadas milimétricas a centimétricas de lama e porções com intercalações arenolamosas, nota-se a diminuição na porcentagem de areia (Fig. 3, Tab.2). Da base a 291 cm de profundidade, constata-se granocrescência ascendente (Fig.3, Tab. 2). A partir de 291 até a profundidade de 183 cm passa a ocorrer granodecrescência, devido ao aumento das porcentagens de lama (Fig. 3, Tab.2). Rumo ao topo, são observadas granocrescências nos intervalos: 183 a 143 cm e 50cm ao topo. Entre estes dois intervalos (i.e., na profundidade de 143 a 53 cm) ocorre aumento das porcentagens de lama (Tab. 2).

A concha amostrada na profundidade de 348 cm forneceu a idade de 5010 anos AP $\pm$ 40 e, calibrada de 5455 a 5280 anos AP (Fig. 3). A idade obtida para o fragmento vegetal coletado entre as profundidades de 288 e 291 cm indicou 4650 anos AP $\pm$ 40 (idade calibrada de 5465 a 5295 anos AP). A concha amostrada entre as profundidades de 181 a 178 cm forneceu a idade de 860 anos AP $\pm$ 40 (idade calibrada de 530 a 435 anos AP). O fragmento vegetal coletado entre a profundidade de 80 a 83 cm foi datado em 180 anos AP $\pm$ 40 (idade calibrada de 235 a 65 anos AP).

Análises geoquímicas

Os resultados dos teores de carbonato de cálcio indicam a ocorrência de areia litoclásticas. Quanto aos demais resultados geoquímicos, estes indicam diminuição progressiva do aporte de carbono orgânico, nitrogênio e enxofre totais, da base até a profundidade 288 cm (onde foi observado 100% de areia) (Fig. 3). A partir de 288 a

183 cm profundidade houve aumento no aporte destes elementos, juntamente com a diminuição da porcentagem de areia. De 183 cm de profundidade, esses valores aumentam significativamente, chegando à concentração máxima na profundidade de 83 cm. (Fig. 3, Tab.3). De 83 cm de profundidade até o topo, esses valores voltam a diminuir progressivamente, concomitantemente ao aumento das porcentagem de areia.

Os valores das razões C/N encontrados indicam que a origem da matéria orgânica (M.O.) do testemunho AR4 é quase que, na sua totalidade, continental. Somente nas profundidades de 393, 153, 140, 70 cm e no topo do testemunho é que são encontradas M.O. de origem mista (Tab. 2). Quanto à razão C/S, constata-se que quase todos os sedimentos analisados foram depositados sob condição redutora (excetuando-se sedimentos encontrados de 324 a 290cm de profundidade, que apresentam condições mais oxidantes - Tab. 2).

Análises microfaunísticas

Na primeira etapa do Trabalho de Formatura (Projeto inicial e Relatório de Progresso), foram identificadas 30 espécies de foraminíferos, na etapa final foram incluídas mais 4 espécies totalizando 34 espécies (Fig. 3, Tab. 4). Algumas destas espécies estão representadas nas pranchas 1 a 3, para ilustração de microfauna local. Não foram encontradas tecamebas.

Os valores de densidade variam de 0 a 1200 indivíduos. 10cc^{-1} e estão concentradas na profundidade de 300 a 120 cm. Os valores de riqueza variam entre 0 e 16 espécies e os maiores valores se concentram na profundidade entre 300 a 180cm, (Fig. 3). De 426 a 288 cm de profundidade são observadas somente diatomáceas e muitos fragmentos de vegetais vasculares (foraminíferos foram encontrados somente na profundidade de 331-334 cm) (Tab.4). A partir de 279 cm de profundidade, os foraminíferos são abundantes, com de 600 espécimes. 10cc^{-1} e mais de 10 espécies de foraminíferos (predominância de *Pararotalia cananeiaensis*, espécie típica de plataforma interna marinha; Fig. 4). Na profundidade de 160 a 163 cm, predominam os foraminíferos calcários mixohalinos junto com foraminíferos calcários marinhos de plataforma interna. A partir de 150 a 153 cm de profundidade, predominam somente os foraminíferos mixohalinos. De 93 a 50 cm de profundidade, o valor de densidade e riqueza diminui consideravelmente, com o predomínio de foraminífero aglutinante de ambiente parálico. De 50 cm de profundidade até o topo, os valores de densidade e riqueza de espécies aumentaram com o predomínio de foraminíferos aglutinantes e calcários mixohalinos. Portanto, o padrão de distribuição

das espécies do testemunho AR4 caracterizou-se, da base para o topo, pela sucessão de foraminíferos calcários marinhos de plataforma interna, foraminíferos calcários mixohalinos a foraminíferos aglutinantes típicos de ambientes parálico.

DISCUSSÃO

Integração dos resultados sedimentológicos e microfaunísticos

Excetuando-se a profundidade de 331-334 cm, onde foram encontrados somente três foraminíferos, a porção inferior do testemunho (i.e., 423 a 279 cm de profundidade) é constituída por sedimentos arenosos finos litoclásticos (a porcentagem de areia chega a atingir 100%), com baixas porcentagens de C, N, S, com matéria orgânica de origem continental, redutores (excetuando a profundidade de 291 a 294 cm, onde os sedimentos têm características oxidantes), ricos em diatomáceas e destituídos de foraminíferos. Estes foraminíferos devem ser alóctones, visto que apresentavam marcas de abrasão. Concha e fragmento vegetal situados a 348 e 288 cm de profundidade forneceram as idades de 5010 e 4650 anos AP $\pm$ 40, respectivamente.

Segundo o esquema evolutivo da ilha Comprida de Martin & Suguio (1978), durante o máximo da Transgressão Santos (5100 anos AP), a parte sul da referida ilha estaria submersa pelo mar. Ainda segundo estes autores, após este nível máximo, iniciou-se período regressivo, que propiciou a formação de vários depósitos marinhos holocênicos, constituídos pelas areias erodidas pela transgressão. Portanto, porção inferior do poço do Arrozal provavelmente corresponderia a esses depósitos arenosos.

Somente a partir de 279 cm de profundidade é os foraminíferos passam a ocorrer em grande quantidade. Concomitante ao aparecimento dos foraminíferos, constatou-se diminuição da porcentagem de areia, aumento do aporte de carbono orgânico, nitrogênio e enxofre. A origem da MO continua sendo continental, assim como os sedimentos com forte tendência redutora. De 279 a 178 cm de profundidade, as espécies de foraminíferos são típicas de ambiente de plataforma marinha, ocorrendo, inclusive duas espécies de plataforma externa (e.g., *Globigerina bulloides*, *Uvigerina bifurcata*). Neste intervalo, a espécie dominante é *Pararotalia cananeiaensis* (Fig. 5). Esses resultados permitem inferir forte influência marinha no local do poço do Arrozal. Uma hipótese plausível para a presença destes organismos de plataforma externa, seria que a Barra de Cananéia deveria estar em outra posição da que está atualmente, permitindo maior influência marinha na região do Arrozal. Esta

interpretação é coerente com o modelo de Suguio & Martin (1978), pois segundo estes autores, à medida que o nível do mar se abaixava, ocorreu adição de várias cristas praias, o que resultou no “crescimento” da ilha Comprida para o norte, rumo a Iguape, deixando a parte sul mais exposta à influência marinha.

A partir 153 cm de profundidade os foraminíferos calcários mixohalinos (*Cibicides lobatulus* s.l. e *Ammonia tepida*) e os aglutinantes (*Arenoporella mexicana*, *Haplophragmoides wilberti*) tornam-se mais abundantes que os marinhos (Fig. 5). As duas primeiras espécies são mais abundantes que as espécies aglutinantes, isto indica ocorrência de ambiente estuarino/lagunar sob influência marinha. Supõe-se que o braço de mar, denominado rio Batatal, estaria depositando sedimentos fluviais que empurrariam o mar mais para a região leste. Com a migração deste rio para o norte, o mar levaria condições mixohalinas para a região.

De 143 a 12 cm de profundidade, os aglutinantes aumentam progressivamente rumo ao topo, sugerindo a formação e o estabelecimento dos bancos de *Spartina alterniflora*. A presença de *Miliammina fusca* indica maior aporte de água doce vindo do rio Batatal (Fig. 5). A deposição de sedimentos costeiros após 180 anos, propiciaria condições transicionais na área do poço, refletindo nas associações de foraminíferos aglutinante.

No topo do testemunho, a presença de calcários mixohalinos volta a ser abundante, sugerindo ambiente estuarino com influência marinha moderada.

CONCLUSÃO

As variações da composição de espécies de foraminíferos, ao longo do testemunho AR4, avaliadas em conjunto com as análises sedimentológicas e geoquímicas, permitiram detectar mudanças ambientais significativas. Essas modificações ocorreram na região do Arrozal nos últimos cinco mil anos. O local onde o poço foi amostrado sofreu forte influência marinha entre 5010 e 860 anos AP, pois apresentou microfauna com características de ambiente marinho costeiro. Posteriormente, o nível do mar se tornou mais baixo. Consequentemente a ilha Comprida se estendeu rumo ao norte e a desembocadura de Cananéia se afastou para o sul. Assim, a região do Arrozal tornou-se progressivamente mais estuarina, ocorrendo o estabelecimento de região de marisma há aproximadamente 180 anos AP (datação calibrada em 235 a 65 anos AP).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.F.M de & CARNEIRO, C. dal R.1998. Origem e evolução da Serra do Mar. *Revista Brasileira de Geociências*, 28(2):135-150.
- BADER, R.G. 1955. Carbon and nitrogen relations in surface and subsurface marine sediments. *Geochimica Cosmochimica Acta*, 7(5/6):205-211.
- BONETTI, C.V.H.C.1995. Associações de foraminíferos e tecamebas indicadoras de sub-ambientes recentes na zona estuarina do rio Itapitanguí – Cananéia/ SP. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. São Paulo, 150p.
- BORREGO, J.; LOPEZ, M.; PEDON, J. G.;MORALES, J. A. 1998. C/S ratios in estuarine sediments of the Odiel River-mouth, S.W. Spain. *Journal of Coastal Research*. Vol.14 (4): 1276-1283.
- DEBENAY; EICHLER, B.B.; DULEBA, W.; BONETTI, C.& EICHLER-COELHO, P.P.B,1998. Stratification of waters in coastal lagoons: it's influence o foraminiferal assemblages in two Brazilian lagoons (submetido ao *Marine Micropaleontology*). V.35, p.67-89.
- DULEBA, W. 1997. Variações nas associações de tecamebas, foraminíferos e Ostracodes sub-recentes da região lagunar de Cananéia-Iguape, SP. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. São Paulo, p. 1-13.
- DULEBA, W.; COIMBRA, J.C.S.; PETRI, S.; BARBOSA, C.F. 2005. Foraminífero, tecamebas e ostracodes recentes utilizados como bioindicadores em estudos ambientais brasileiros. In : SOUSA, C.R.G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, P.E.; SANTOS, J.M. *Quaternário do Brasil*, p. 176-201.
- EICHLER, B.B & BONETTI, C.V.C.1995. Distribuição dos foraminíferos e tecamebas ocorrentes no manguezal do rio Baguaçu, Cananéia, São Paulo, relações com parâmetros ambientais. *Pesquisas* 22(1-2):p. 32-37.

- EICHLER, B.B.; DEBENAY, J.P.; BONETTI, C.; DULEBA, W. 1995. Repartition des foraminifères benthiques dans la zone Sud-Oest du système lagunar-estuarien d'Iguape-Cananéia (Brésil). *Boletim Instituto Oceanográfico da USP* 43(1):p.1-17.
- EICHLER-COELHO, P.B. 1996. Estudos das associações de foraminíferos e tecamebas da região estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape(SP) e sua aplicação na determinação do impacto ambiental do Vale Grande. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, São Paulo, 97p.
- EICHLER-COELHO, P.B.; DULEBA, W.; EICHLER, B.B. & COELHO-Jr., C. 1997. Determinação do impacto ecológico do Vale Grande (Iguape), a partir das associações de foraminíferos e tecamebas. *Revista Brasileira de Biologia*, 57(3).
- GROSS, M.D., 1971. Carbon determination. In: Carver, R. E. (Ed.), *Procedures in sedimentary petrology*. Wiley, New York, pp. 573-596.
- IGARASHI, A.; NUMANAMI, H.; TSUCHIYA, Y.; FUKUCHI, M. 2001 Bathymetric distribution of fossil foraminifera within marine sediment cores from the eastern part of Lützow-Holm Bay, east Antarctica, and its paleoceanographic implications. *Marine Micropaleontology*. V. 42, p.125-162.
- KALIA, P.; CHOWDHURY, S. The coiling direction in ceratobuliminid foraminifera as climatic index – a proposition. *Palaeogeography, Palaeoclimatology and Palaeoecology*. V.41, p.165-170, 1983.
- LANÇONE, R. B.; DULEBA, W. & MAHIQUES, M. M. 2005. Circulação hidrodinâmica da Enseada do Flamengo, Ubatuba, SP, inferida a partir da distribuição espacial e morfometria de foraminíferos. *Rev. Bras. Paleont.*, 8 (3): 181-192.
- LARSSONEUR, C.; BOUYASSE, P.; AUFRET, J.P. 1982. The Superficial sediments of the English Channel and its Western Approach. *Sedimentology*, 19(6): 851-864.
- LOEBLICH, A.R. & TAPPAN, H. 1964. Protista. In: Moore, R.C., ed. 1964. *Treatise on invertebrate paleontology*, Part C. New York, The University Kansas Press, v1, 510p., v2, 390p.

- LOEBLICH, A.R. & TAPPAN, H. 1988. Foraminiferal genera and their classification. New York, Van Nostrand, v1, 970p, v2, 847pranchas.
- NIGAN, R. 1986. Dimorphic forms of recent foraminifera: an additional tool in paleoclimatic studies. *Palaeogeography, Palaeoclimatology and Palaeoecology*. V.53, p.239-244.
- NIGAN, R.; RAO, A. S. 1987. Proloculus size variation in recent benthic foraminífera: implications for paleoclimatic studies. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. V.24, p.649-655.
- PETRI, S. & LELLIS, H.S. 1971. Foraminíferos holocênicos de duas sondagens perfuradas na região de Iguape-Cananéia, Estado de São Paulo. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 25, São Paulo. Resumos. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, Núcleo de São Paulo, Boletim 1. p.90.
- PETRI, S. & SUGUIO, K. 1971. Some aspects of the Neo-Cenozoic sedimentation in the Cananéia-Iguape lagoonal region, São Paulo, Brazil. *Estudos Sedimentológicos* 1:25-33.
- PETRI, S. & SUGUIO, K. 1973. Stratigraphy of the Iguape-Cananéia lagoonal region sedimentary deposits, São Paulo State, Brazil. Part II- Heavy minerals studies, microorganisms inventories and stratigraphical interpretations. *Boletim do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo* 4:71-85.
- SCOTT, D.B.; MEDIOLI, F.S.; SCHAFER, C.T.; 2001. Monitoring in coastal environments using foraminifera and thecamoebian indicators. Cambridge: Cambridge University Press. 177p.
- SCHRÖDER, C.J.; SCOTT, D.B. & MEDIOLLI, F.S. 1987. Can smaller benthic foraminífera be ignored in paleoenvironmental analyses? *Journal of Foraminiferal Research*. 4:101-110.
- STEIN, R. 1991. Accumulation of Organic Carbon in Marine Sediments. Results from the Deep Sea Drilling Project/ Ocean Drilling Program. In: BHATTACHARJI, S; G. M. FRIEDMAN; H. J. NEUGEBAUER; A. SEILACHER (Eds.), *Lecture Notes in Earth Sciences*, Vol. Springer, Berlin, 217pp.

- SUGUIO, K. 1973. Introdução à Sedimentologia. São Paulo, Ed. Edgard Blücher/EDUSP. 317p.
- SUGUIO, K & MARTIN, L. 1978. Formação Quaternária marinha do litoral paulista e sul fluminense. In: International Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary, São Paulo, Special Publ., The Brazilian Working Group for the IGCP, Project 61. Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo/ Sociedade Brasileira de Geologia. 55p.
- SUGUIO, K. & MARTIN, L. 1987. Classificação de Costas e Evolução Geológica das Planícies Litorâneas Quaternárias do Sudeste e Sul do Brasil. In: Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste do Brasil, Síntese de Conhecimentos. Academia de Ciências do Estado de São Paulo, Cananéia.
- SUGUIO, K & PETRI, S. 1973. Stratigraphy of the Iguape-Cananéia lagoonal region sedimentary deposits, São Paulo, Brazil. Part I: Field observations and grain size analysis. Boletim do Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo 4:1-20.
- TESSLER, M.G. 1982. Sedimentação atual na região lagunar de Cananéia-Iguape, Estado de São Paulo. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, v1, 110p.
- TESSLER, M.G. & FURTADO, V.V. 1983. Dinâmica de sedimentação das feições de assoreamento da região lagunar Cananéia-Iguape, Estado de São Paulo. Boletim do Instituto Oceanográfico. 32:117-124.
- TESSLER, M.G. & MAHIQUES, M.M. 1993. Utilization of coastal geomorphic features as indicators of longshore transport: examples of the southern coastal region of the State of São Paulo, Brazil. Journal of Coastal Research 9:823-830.
- WENTWORTH, C.K. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. Journal of Geology, 30(1): 377-392.

ANEXO

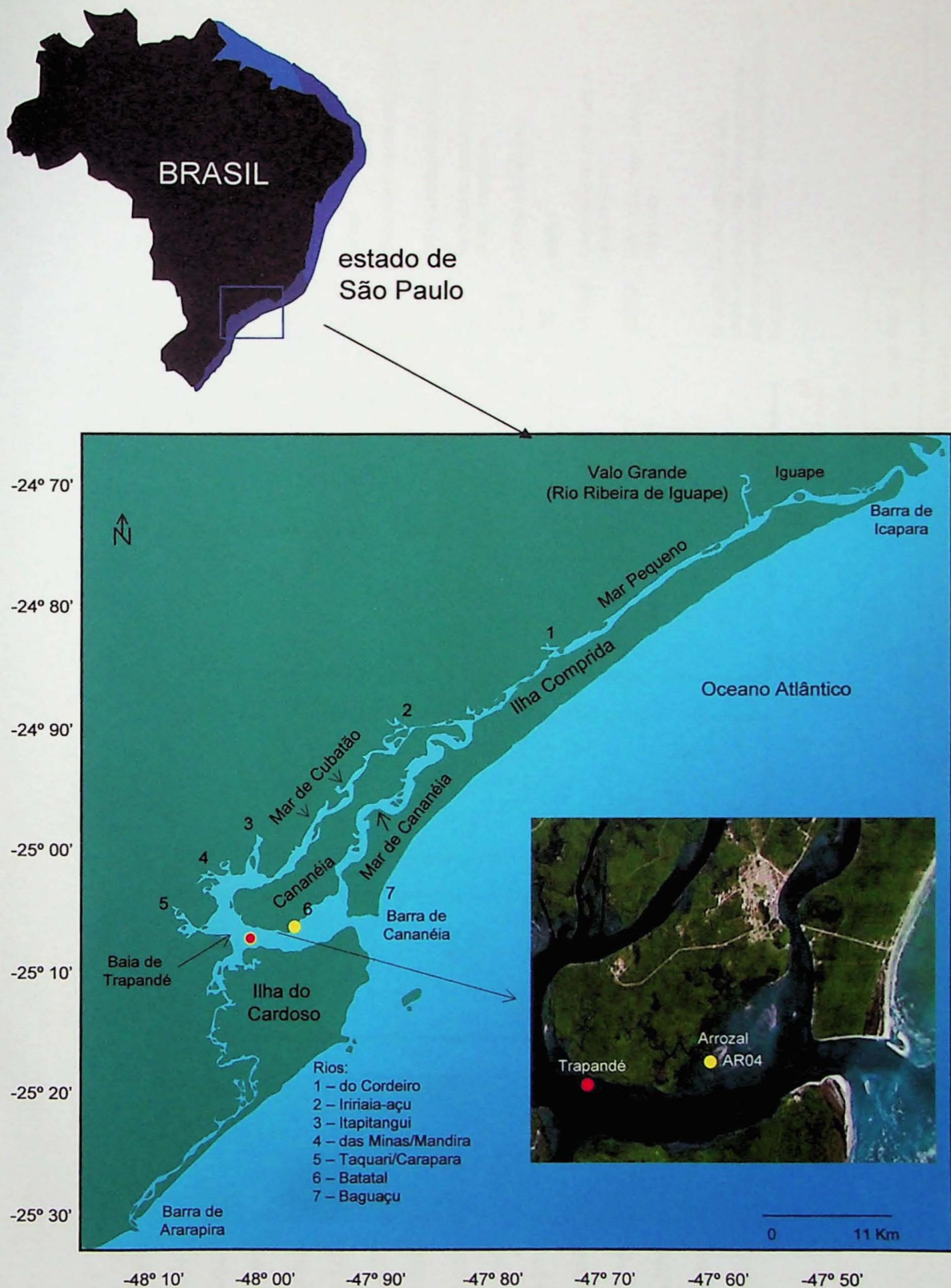


Fig. 1. Mapa de localização do testemunho AR4, no Sistema Estuarino-Lagunar de Cananéia-Iguape (SP).

Testemunho AR04

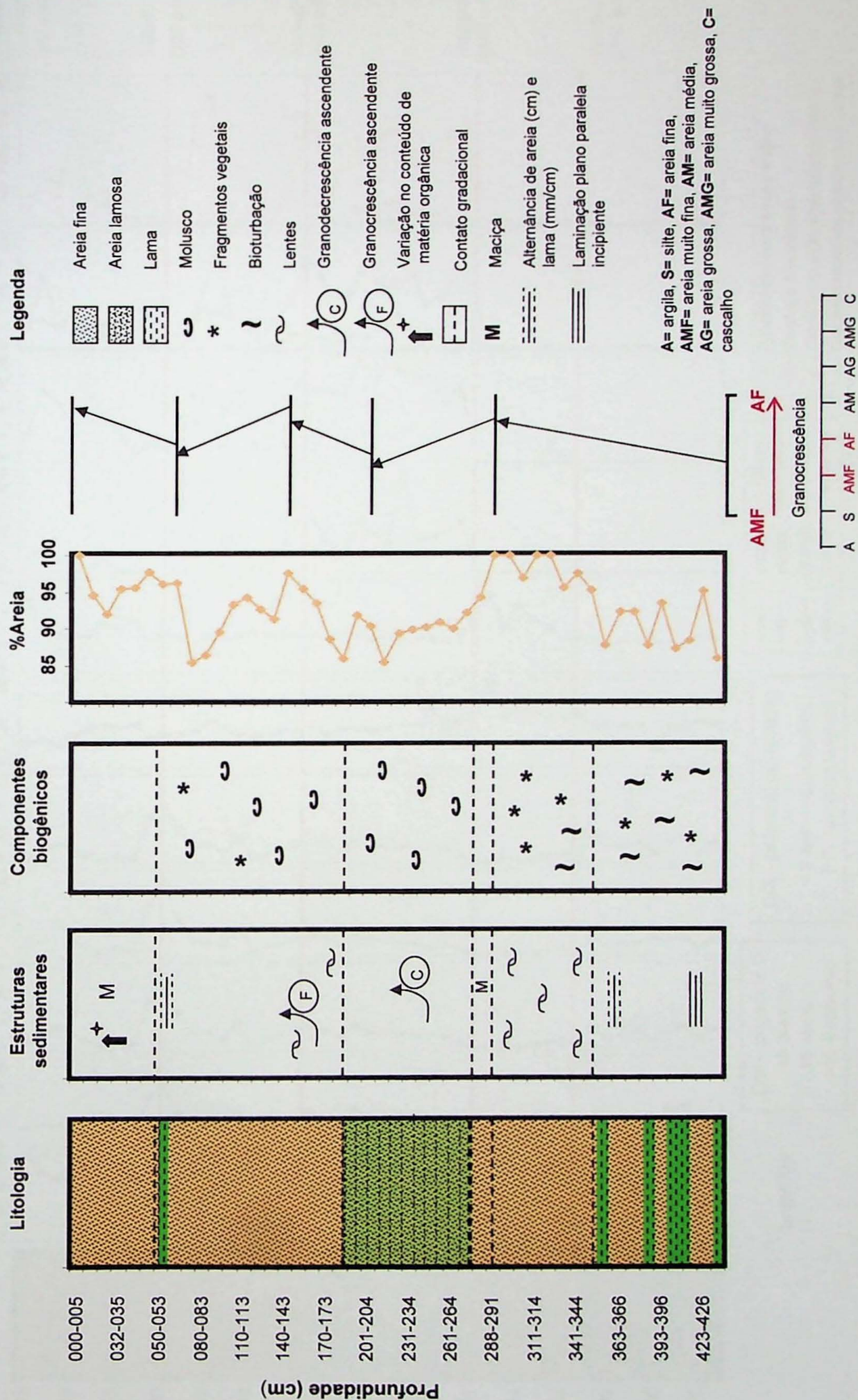


Figura 2 - Coluna litológica, estruturas sedimentares, componentes biogênicos, porcentagem de areia e padrões de granocrescência e granodecrescência ascendente do testemunho AR04

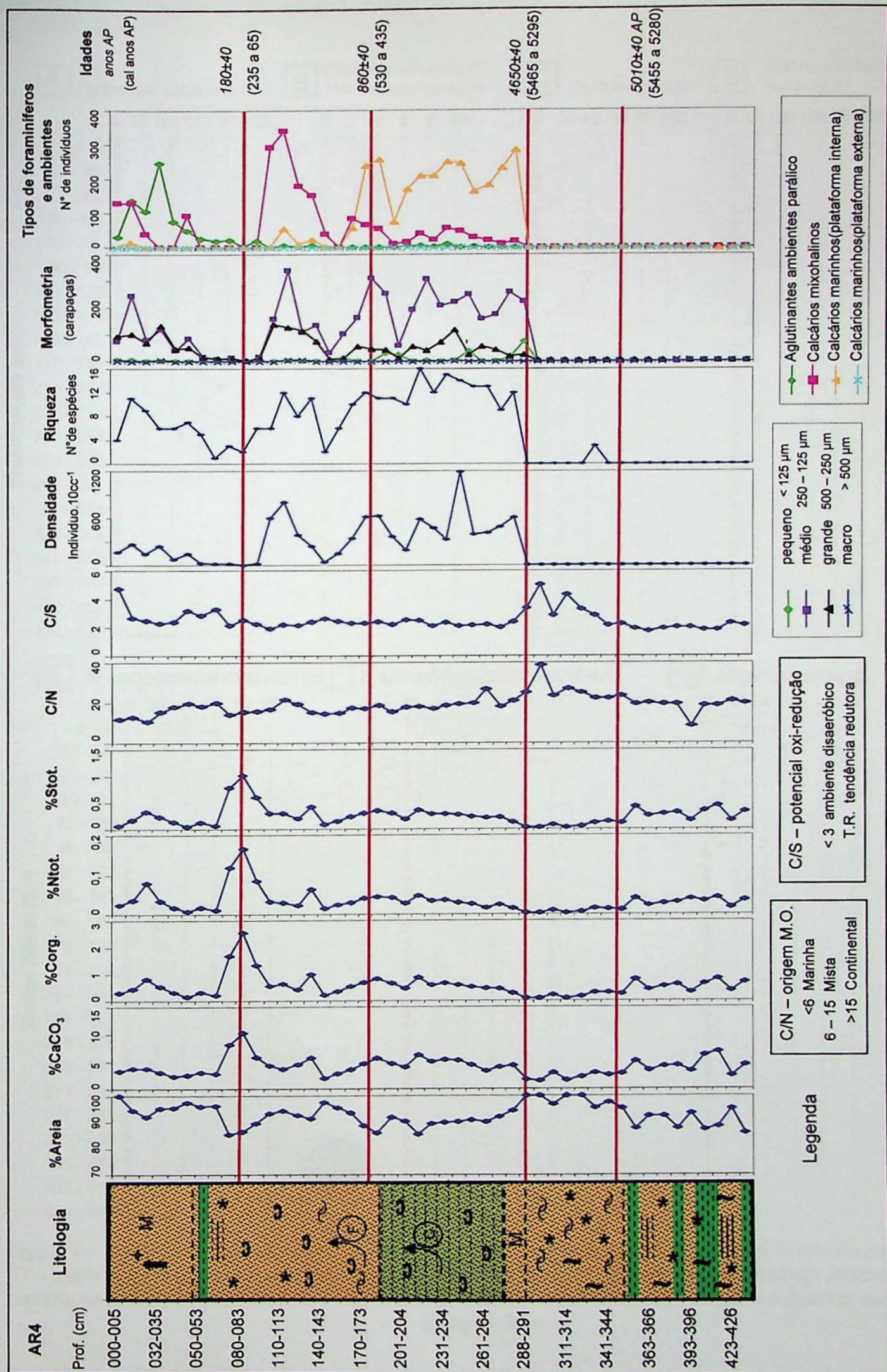


Figura 3 - Resultados granulométricos, geoquímicos, microfaunísticos e radiométricos do testemunho AR04

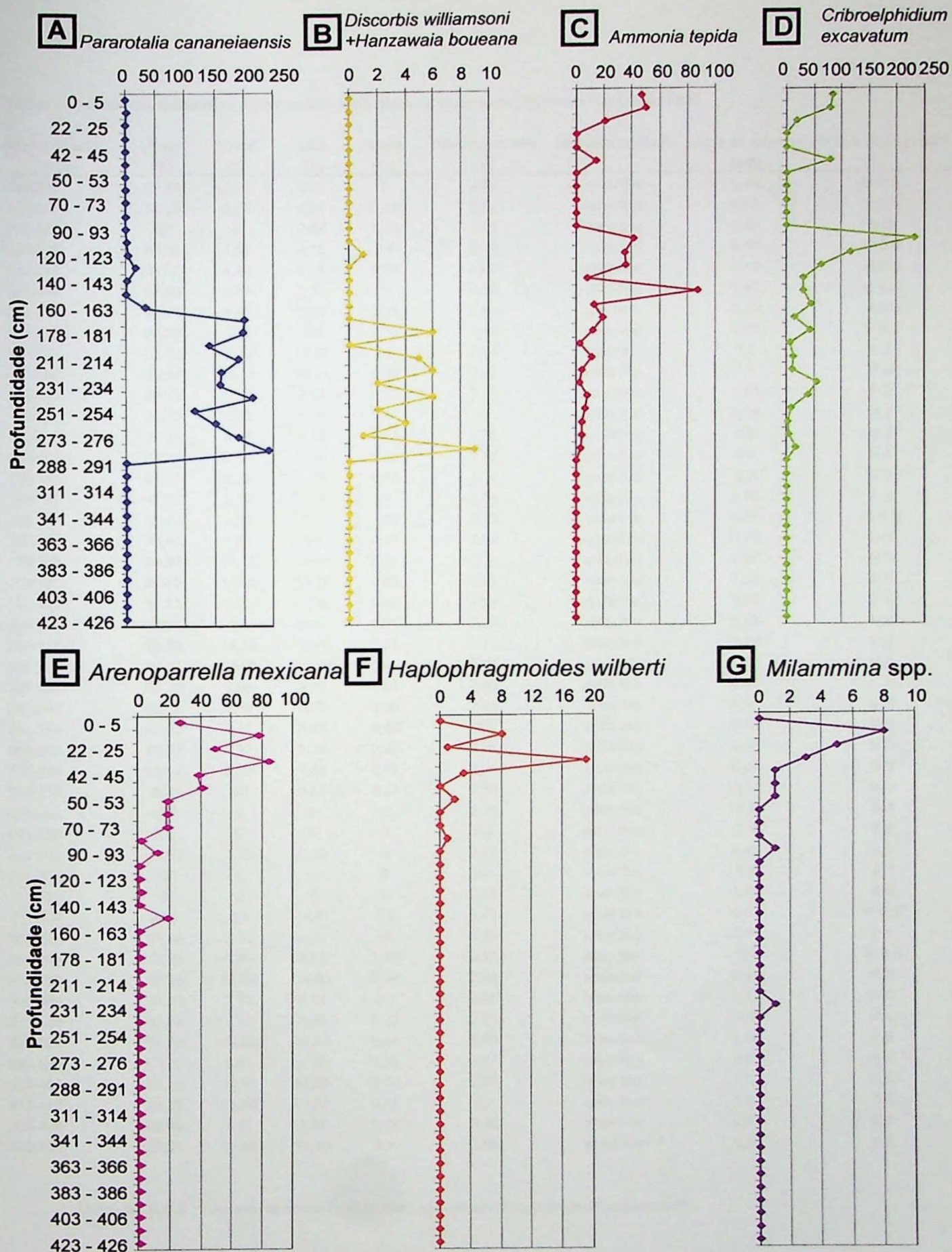


Figura 4 – Gráficos de frequência absoluta. A,B – espécies calcárias indicadoras de ambiente marinho. C, D – espécies calcárias indicadoras de ambientes mixoalino. E, F – espécies aglutinantes indicadoras de ambiente estuarino confinado. G – espécies aglutinantes indicadoras de ambiente estuarino com aporte de água doce.

Tabela 2. Dados granulométricos e parâmetros estatísticos de Wentworth (1922) do testemunho AR04

Profundidade (cm)	Areia (%)	Lama (%)	Silte (%)	Argila (%)	Diâmetro médio (Φ)	Wentworth(1922)	Grau de seleção ($\sigma\Phi$)	Folk & Ward (1957)
000-005	99,99	0,01	0,01	0	2,74	areia fina	0,48	M.B.S
012-015	94,65	5,35	4,94	0,41	2,86	areia fina	0,68	M.B.S
022-025	92	8	7,54	0,46	2,68	areia fina	0,92	M.S
032-035	95,35	4,65	4,15	0,5	2,74	areia fina	0,59	M.B.S
042-045	95,57	4,43	4,14	0,29	2,67	areia fina	0,59	M.B.S
047-050	97,63	2,37	2,37	0	2,57	areia fina	0,52	M.B.S
050-053	96,14	3,86	3,61	0,25	2,62	areia fina	0,58	M.B.S
060-063	96,22	3,78	3,6	0,18	2,66	areia fina	0,56	M.B.S
070-073	85,33	14,67	14,07	0,6	2,84	areia fina	1,2	P.S
080-083	86,44	13,56	12,91	0,65	2,62	areia fina	1,3	P.S
090-093	89,52	10,48	9,91	0,57	2,75	areia fina	1,01	P.S
100-103	93,22	6,78	6,34	0,44	2,7	areia fina	0,88	M.S
110-113	94,21	6,24	5,83	0,41	2,65	areia fina	0,9	M.S
120-123	92,56	7,44	6,96	0,48	2,72	areia fina	0,9	M.S
130-133	91,28	8,72	8,28	0,44	2,74	areia fina	0,9	M.S
140-143	97,51	2,49	2,49	0	2,58	areia fina	0,48	B.S
150-153	95,44	4,56	4,17	0,39	2,76	areia fina	0,55	M.B.S
160-163	93,49	6,51	6,1	0,41	2,83	areia fina	0,79	M.S
170-173	88,53	11,47	10,86	0,61	2,9	areia fina	0,96	M.S
178-181	85,96	14,04	13,19	0,85	2,98	areia fina	1,05	P.S
191-194	91,78	8,22	7,73	0,49	2,88	areia fina	0,85	M.S
201-204	90,4	9,6	8,99	0,61	2,83	areia fina	0,93	M.S
211-214	85,35	14,65	13,84	0,81	3	areia fina	1,13	P.S
221-224	89,31	10,69	10,08	0,61	2,94	areia fina	0,93	M.S
231-234	89,76	9,88	9,26	0,62	2,83	areia fina	1,06	P.S
241-244	90,12	9,88	9,23	0,65	2,79	areia fina	0,97	M.S
251-254	90,89	9,11	8,63	0,48	2,7	areia fina	0,94	M.S
261-264	90,08	9,92	9,35	0,57	2,79	areia fina	0,94	M.S
273-276	92,17	7,83	7,52	0,31	2,64	areia fina	0,89	M.S
276-279	94,2	5,8	5,53	0,27	2,58	areia fina	0,77	M.S
288-291	100	0	0	0	2,39	areia fina	0,4	B.S
291-294	100	0	0	0	2,4	areia fina	0,4	B.S
301-304	96,88	3,12	3,12	0	2,47	areia fina	0,49	B.S
311-314	100	0	0	0	2,4	areia fina	0,4	B.S
321-324	100	0	0	0	2,48	areia fina	0,47	B.S
331-334	95,6	4,4	4,2	0,2	2,43	areia fina	0,52	M.B.S
341-344	97,48	2,52	2,52	0	2,33	areia fina	0,49	B.S
350-353	95,19	4,81	4,63	0,18	2,45	areia fina	0,6	M.B.S
353-356	87,68	12,32	11,63	0,69	2,93	areia fina	0,99	M.S
363-366	92,29	7,71	7,41	0,3	2,61	areia fina	0,88	M.S
373-376	92,29	7,71	7,46	0,25	2,45	areia fina	0,9	M.S
383-386	87,72	12,28	11,84	0,44	2,68	areia fina	1,04	P.S
393-396	93,39	6,61	6,33	0,28	2,47	areia fina	0,83	M.S
403-406	87,15	12,85	12,29	0,56	2,67	areia fina	1,12	P.S
413-416	88,35	11,65	11,22	0,43	2,7	areia fina	1,03	P.S
423-426	95,03	4,97	4,81	0,16	2,46	areia fina	0,67	M.S
429-432	85,91	14,09	13,49	0,6	2,86	areia fina	1,06	P.S

Legenda - M.B.S. muito bem selecionado; M.S. muito selecionado; P.S. pobremente selecionado

Tabela 3. Dados geoquímicos do testemunho AR04

Profundidade (cm)	%CaCO ₃		%Corg.	%Ntot.	%Stot.	C/N	Origem da matéria orgânica (Bader,1955)	C/S	Potencial de oxi-redução
00-05	3,22	Litoclástico	0,295	0,025	0,062	11,817	Misto	4,748	Tendência redutora
12-15	3,7	Litoclástico	0,452	0,035	0,168	12,921	Misto	2,695	Redutor
22-25	3,78	Litoclástico	0,831	0,079	0,335	10,575	Misto	2,48	Redutor
32-35	2,97	Litoclástico	0,535	0,034	0,231	15,629	Continental	2,313	Redutor
42-45	2,27	Litoclástico	0,325	0,018	0,135	18,064	Continental	2,402	Redutor
47-50	2,52	Litoclástico	0,161	0,008	0,05	19,79	Continental	3,186	Tendência redutora
50-53	3	Litoclástico	0,329	0,018	0,116	18,325	Continental	2,843	Redutor
60-63	2,76	Litoclástico	0,218	0,011	0,067	20,004	Continental	3,267	Tendência redutora
70-73	8,14	Litoclástico	1,687	0,119	0,78	14,131	Misto	2,162	Redutor
80-83	10,24	Litoclástico	2,561	0,166	1,014	15,446	Continental	2,526	Redutor
90-93	5,77	Litoclástico	1,332	0,084	0,593	15,795	Continental	2,245	Redutor
100-103	4,29	Litoclástico	0,557	0,033	0,287	16,634	Continental	1,942	Redutor
110-113	3,59	Litoclástico	0,641	0,03	0,292	21,698	Continental	2,194	Redutor
120-123	4,46	Litoclástico	0,418	0,022	0,195	19,254	Continental	2,143	Redutor
130-133	5,65	Litoclástico	0,975	0,064	0,409	15,312	Continental	2,385	Redutor
140-143	1,94	Litoclástico	0,209	0,014	0,08	14,598	Misto	2,624	Redutor
150-153	2,83	Litoclástico	0,356	0,024	0,146	14,865	Misto	2,431	Redutor
160-163	3,56	Litoclástico	0,531	0,03	0,229	17,55	Continental	2,314	Redutor
170-173	4,63	Litoclástico	0,675	0,04	0,291	16,985	Continental	2,318	Redutor
178-181	5,58	Litoclástico	0,816	0,044	0,342	18,636	Continental	2,387	Redutor
191-194	4,6	Litoclástico	0,651	0,042	0,295	15,499	Continental	2,202	Redutor
201-204	3,95	Litoclástico	0,472	0,027	0,187	17,62	Continental	2,524	Redutor
211-214	6,12	Litoclástico	0,86	0,047	0,349	18,113	Continental	2,464	Redutor
221-224	5,02	Litoclástico	0,584	0,034	0,276	17,02	Continental	2,116	Redutor
231-234	5,38	Litoclástico	0,661	0,035	0,284	18,822	Continental	2,326	Redutor
241-244	5,23	Litoclástico	0,575	0,03	0,27	19,261	Continental	2,129	Redutor
251-254	4,34	Litoclástico	0,504	0,026	0,234	19,586	Continental	2,158	Redutor
261-264	3,28	Litoclástico	0,465	0,017	0,209	26,762	Continental	2,226	Redutor
273-276	4,04	Litoclástico	0,439	0,024	0,219	18,125	Continental	2,005	Redutor
276-279	4,27	Litoclástico	0,287	0,014	0,12	20,901	Continental	2,399	Redutor
288-291	1,72	Litoclástico	0,094	0,004	0,028	25,117	Continental	3,377	Tendência redutora
291-294	1,44	Litoclástico	0,105	0,003	0,021	38,571	Continental	5,033	Oxidante
301-304	2,87	Litoclástico	0,215	0,009	0,076	23,667	Continental	2,84	Redutor
311-314	1,59	Litoclástico	0,084	0,003	0,019	26,946	Continental	4,313	Tendência redutora
321-324	2,22	Litoclástico	0,164	0,006	0,05	25,286	Continental	3,261	Tendência redutora
331-334	2,85	Litoclástico	0,304	0,014	0,107	22,233	Continental	2,836	Redutor
341-344	2,6	Litoclástico	0,295	0,013	0,137	22,141	Continental	2,151	Redutor
350-353	2,74	Litoclástico	0,254	0,011	0,113	23,592	Continental	2,24	Redutor
353-356	5,03	Litoclástico	0,792	0,041	0,415	19,392	Continental	1,911	Redutor
363-366	3,44	Litoclástico	0,428	0,022	0,244	19,848	Continental	1,757	Redutor
373-376	4,15	Litoclástico	0,538	0,028	0,28	19,271	Continental	1,923	Redutor
383-386	4,19	Litoclástico	0,603	0,031	0,302	19,231	Continental	2	Redutor
393-396	3,28	Litoclástico	0,331	0,039	0,163	8,462	Misto	2,032	Redutor
403-406	6,11	Litoclástico	0,635	0,034	0,344	18,794	Continental	1,847	Redutor
413-416	6,76	Litoclástico	0,811	0,043	0,445	18,726	Continental	1,825	Redutor
423-426	2,47	Litoclástico	0,371	0,018	0,161	20,836	Continental	2,31	Redutor
429-432	4,34	Litoclástico	0,706	0,036	0,324	19,742	Continental	2,178	Redutor

Tabela 4. Foraminíferos do testemunho AR4

Profundidade (cm)	0 - 5	12 - 16	22 - 26	32 - 36	42 - 46	47 - 50	60 - 63	60 - 63	70 - 73	80 - 83	90 - 93	100 - 103	110 - 113	120 - 123	130 - 133	140 - 143	160 - 163	160 - 163	170 - 173	178 - 181	191 - 194	201 - 204	211 - 214	
Aglutinantes típicos de ambiente parállico																								
<i>Ammoastuta salsa</i>		2	8	3	1								0		1						0	1		
<i>Ammobaculites</i> sp.			4	1	1	1	1																	
<i>Ammotium diversus</i>		2							2						1							1		
<i>Ammotium salsum</i>						2					1				1									
<i>Arenoparrella mexicana</i>	26	77	48	83	38	40	18	18	18	1	11		3		1		18						1	
<i>Gaudryiina exilis</i>	4	37	37	135	30	3	2		1		4	1	1	2								2		
<i>Haplophragmoides wilberti</i>		8	1	19	3		2			1														
<i>Miliammina fusca</i>		8	5	3	1	1	1				1													
<i>Miliammina pariaensis</i>		1																						
<i>Pseudocyclavulina gracilis</i>		1	1	1																				
<i>Textularia gramen</i>																							2	
<i>Trochammina inflata</i>				1							1		1		1								1	
Total	30	136	104	246	74	47	24	18	21	2	18	1	5	2	5	0	18			0	0	4	4	
Calcários mixohalinos																								
<i>Ammonia parkinsoniana</i>													4					3						
<i>Ammonia tepida</i>	47	50	21			14						41	99	35	36	8	87	13	19	12		2	11	
<i>Cibicides excavatum</i>	83	79	18			80					1	232	190	115	64	31	30	15	14	43	8	7	12	
<i>Cibicides poyeanum</i>												20	49	29	53			53	34		3	1	19	
<i>Porosponides repansus</i>																								
Total	130	129	39	0	0	94	0	0	0	0	1	293	342	179	153	39	117	84	67	55	11	16	42	
Calcários marinhos (plataforma interna)																								
<i>Bolivina ordinaria</i>	5	5																						
<i>Bolivina pulchella</i>																								
<i>Bolivina translucens</i>																								
<i>Bolivina</i> sp.		2	1														2		2	9				
<i>Brizalina striatula</i>												1	6	1	2			4	7		1	4	3	
<i>Bulimina marginata</i>													1						2	1	1		1	
<i>Buliminella elegantissima</i>		1													1		2	3	2	1	1	1	4	
<i>Cibicides</i> sp.																		1					1	
<i>Comuspira involvens</i>																								
<i>Discorbis williamsoni</i>														1						3	2		4	
<i>Fursenkoina pontoni</i>																				7				
<i>Hanzawaia boueana</i>													1							3			1	
<i>Haynesina germanica</i>		1													1			2						
<i>Lagena striata</i>																								
<i>Pararotalia cananianaensis</i>		3										2	44	5	17	2		33	201	198	58	141	190	
<i>Pseudononion atlanticum</i>													2	2	2		7	13	19	35	11	25	4	
<i>Pseudononion opima</i>		1																	2				1	
<i>Quinqueloculina</i> sp.																								
<i>Rosalina floridensis</i>																			3					
Total	5	13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	54	9	23	2	11	56	238	257	74	171	209	
Calcários marinhos (plataforma externa)																								
<i>Globigerina bulloides</i>																					1		1	
<i>Globigerina</i> sp.																					2			
<i>Uvigerina biturcata</i>																				1				
Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0		

Prancha 01

- 1 – *Ammonoastuta salsa* - 30 μm – intervalo 120 – 123 cm
- 2 – *Ammonia tepida* (lado espiral) - 30 μm - intervalo 120 – 123 cm
- 3 – *Ammonia tepida* (lado umbilical) - 30 μm - intervalo 120 – 123 cm
- 4 – *Ammonia tepida* (lado espiral) - 30 μm - intervalo 120 – 123 cm
- 5 – *Ammonia tepida* (lado umbilical) - 30 μm - intervalo 120 – 123 cm
- 6 – *Ammonia tepida* (lado umbilical) - 30 μm - intervalo 12 – 15 cm
- 7 – *Arenoparrela mexicana* (lado umbilical) – 30 μm – intervalo 22 – 25 cm
- 8 – *Arenoparrela mexicana* (lado espiral) - 30 μm – intervalo 90 – 93 cm
- 9 – *Arenoparrela mexicana* (lado umbilical) - 30 μm – intervalo 90 – 93 cm
- 10 – *Bolivina* sp. - 20 μm – intervalo 251 – 254 cm
- 11 – *Brizalina striatula* - 20 μm – intervalo 251 – 254 cm
- 12 – *Bulimina marginata* - 20 μm – intervalo 261 – 264 cm
- 13 – *Bulimina marginata* - 30 μm – intervalo 221 – 224 cm
- 14 – *Buliminella elegantissima* - 30 μm - intervalo 251 – 254 cm
- 15 – *Cibicides* sp. - 30 μm – intervalo 251 – 254

Prancha 1

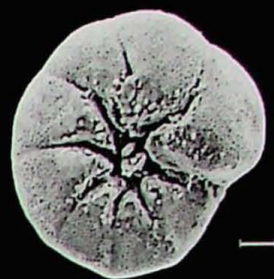
1



2



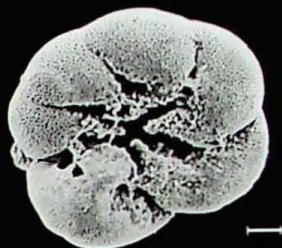
3



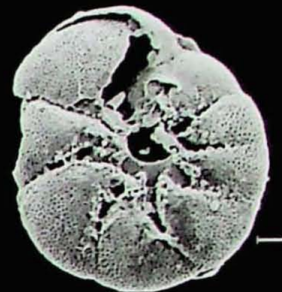
4



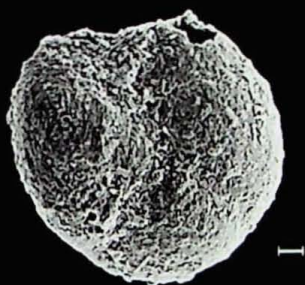
5



6



7



8



9



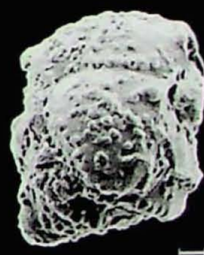
10



11



12



p13



14



15



Prancha 02

- 16 – *Criboelphidium excavata* f. *clavata* - 30 μm – 251 – 254 cm
- 17 – *Criboelphidium excavatum* - 30 μm – 120 – 123 cm
- 18 – *Criboelphidium excavatum* (defeituoso) - 100 μm – intervalo 120 – 123 cm
- 19 – *Criboelphidium excavatum* (defeituoso) - 30 μm – intervalo 120 – 123 cm
- 20 – *Criboelphidium excavatum* (defeituoso) - 30 μm – intervalo 120 – 123 cm
- 21 – *Criboelphidium poyanum* - 30 μm – intervalo 120 – 123 cm
- 22 – *Criboelphidium poyanum* - 100 μm – intervalo 120 – 123 cm
- 23 – *Criboelphidium poyanum* - 30 μm – intervalo 251 – 254 cm
- 24 – *Criboelphidium poyanum* - 100 μm – intervalo – 12 – 15 cm
- 25 – *Gaudryina exilis* - 100 μm – intervalo 120 – 123 cm
- 26 – *Gaudryina exilis* - 20 μm – intervalo 90 – 93 cm
- 27 – *Gaudryina exilis* - 30 μm – intervalo 22 – 25 cm
- 28 – *Globigerina bulloides* - 30 μm – intervalo 261 – 264 cm
- 29 – *Globigerina* sp. - 100 μm – intervalo 12 – 15 cm
- 30 – *Hanzawaia boueana* - 30 μm – intervalo 261 – 264 cm

Prancha 2

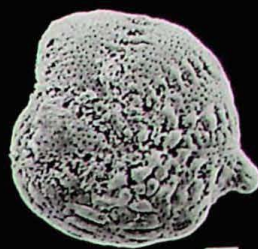
16



17



18



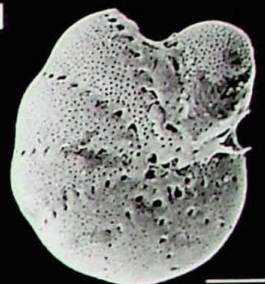
19



20



21



22



23



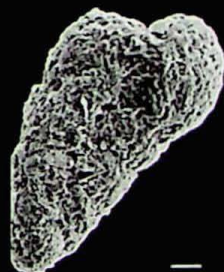
24



25



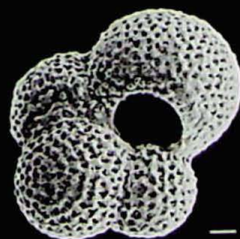
26



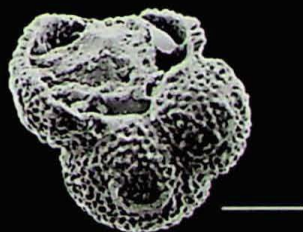
27



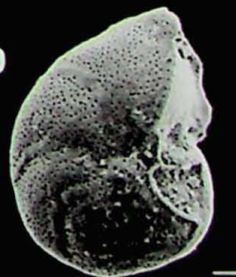
28



29



30



Prancha 03

- 31 – *Hanzawaia boueana* (lado espiral) - 20 μm – intervalo 12 – 15 cm
- 32 – *Haplophragmoides wilberti* - 30 μm – intervalo 22 – 25 cm
- 33 – *Haplophragmoides wilberti* - 100 μm – intervalo 12 – 15 cm
- 34 – *Miliammina fusca* - 20 μm – intervalo 90 – 93 cm
- 35 – *Miliammina earlandi* - 30 μm – intervalo 12 – 15 cm
- 36 – *Pararotalia cananeaensis* (lado umbilical) - 30 μm – intervalo 251 – 254 cm
- 37 – *Pararotalia cananeaensis* (lado umbilical) - 20 μm – intervalo 251 – 254 cm
- 38 – *Pararotalia cananeaensis* (lado espiral) - 30 μm – intervalo 251 – 254 cm
- 39 – *Pararotalia cananeaensis* (lado espiral) - 30 μm – intervalo 251 – 254 cm
- 40 – *Pseudononion atlanticum* - 30 μm – intervalo 251 – 254 cm
- 41 – *Pseudononion atlanticum* - 30 μm – intervalo 221 – 224 cm
- 42 – *Quinqueloculina seminulum* - 30 μm – 221 – 224 cm

Prancha 3

31



32



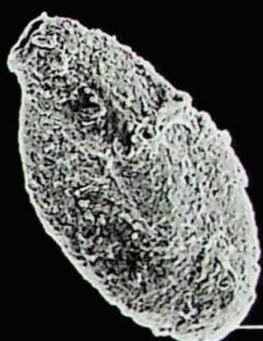
33



34



35



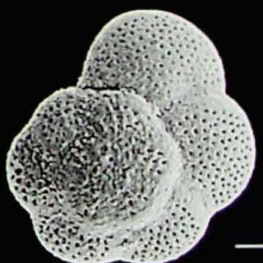
36



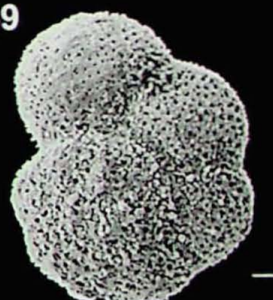
37



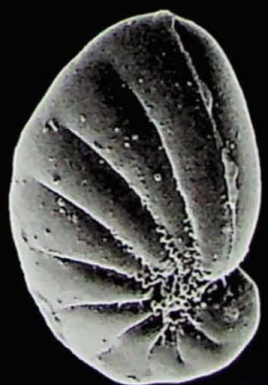
38



39



40



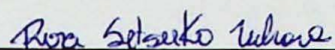
41



42

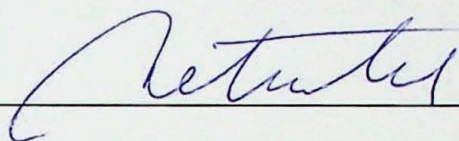


De acordo com o estabelecido neste documento, subscrevemos-nos:



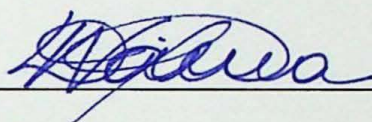
Rosa Setsuko Uehara

Candidata



Prof. Dr. Setembrino Petri

Orientador sob supervisão da comissão de formatura do IGcUSP



Drª. Wânia Duleba

Co-Orientadora, sob supervisão da comissão de formatura do IGcUSP

DOACAO
<i>IGC-05P</i>
Data: <i>07/05/08</i>

