

Figura 06. Mapa de distribuição superficial e transporte dos sedimentos do fundo da baía de Sepetiba, extraído de Pereira et al. (2004).

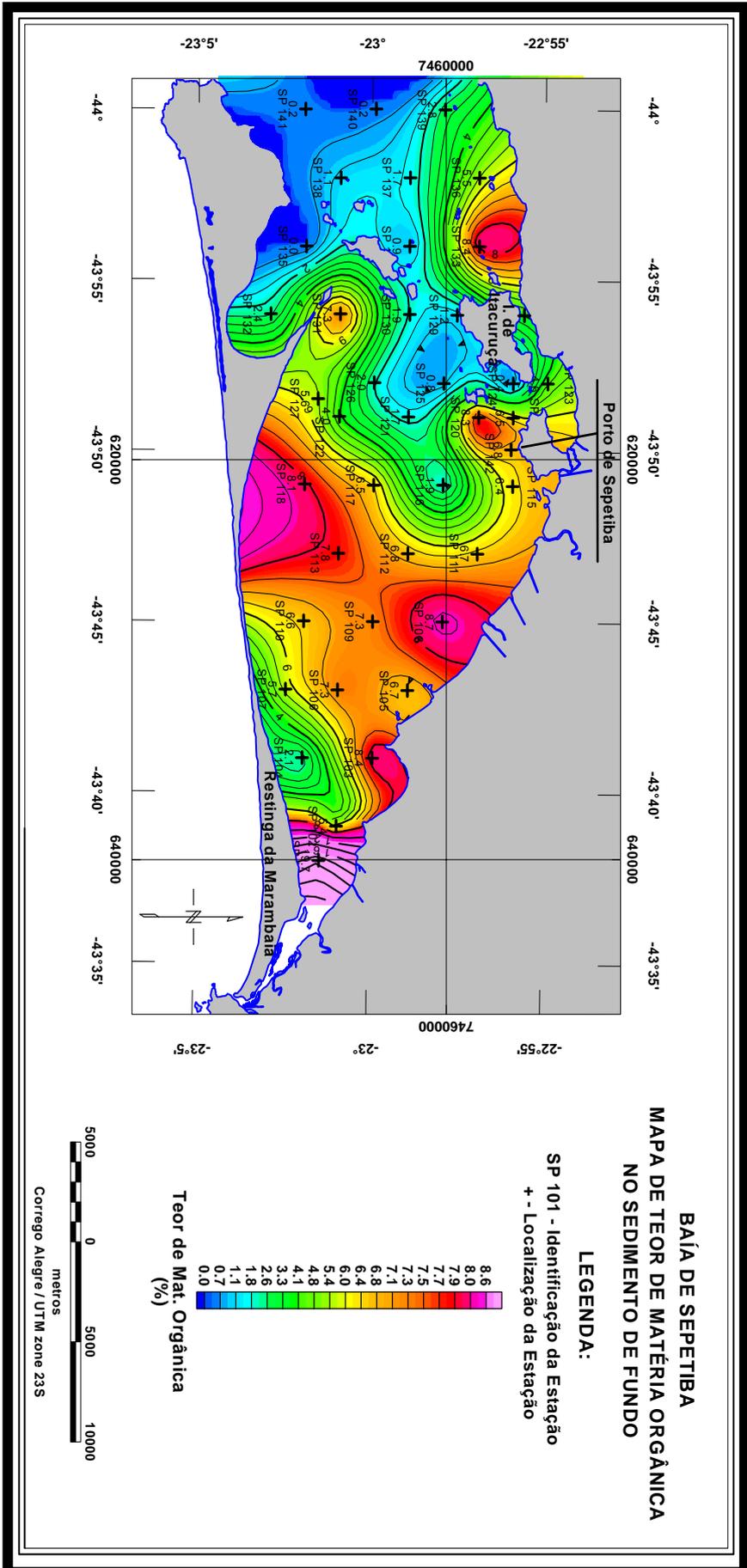


Figura 07. Mapa de teor de matéria orgânica no sedimento de fundo, extraído de Pereira et al. (2004).

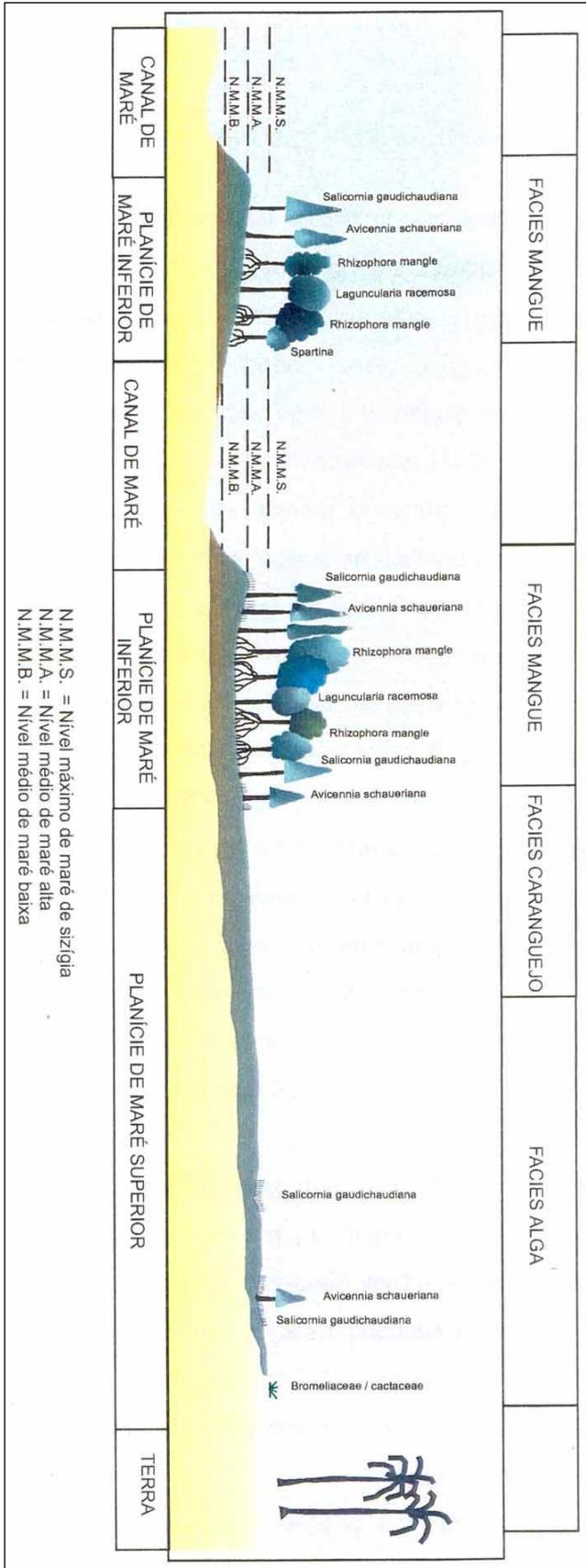


Figura 08. Classificação diagramática da planície de maré Guaratiba, modificado de Brönnimann *et al.* (1981) e extraído de Pereira (1998).



Figura 09. Planície de maré de Guaratiba, maré baixa, mostrando as três fácies de Brönnimann *et al* (1981). A - Em primeiro plano, a Fácies Alga, com suas gretas de contração; B - ainda na planície, mas um pouco mais ao fundo, em tom mais escuro (associado à maior umidade), a Fácies Caranguejo; C - em segundo plano, a floresta de mangue que margeia a baía, diagnóstica da Fácies Mangue. Ao fundo o Morro da Guaratiba. (Foto: Marcelo Di Lello Jordão, 20 de junho de 2008).

acumulação flúvio-marinha, reflexo da sucessão de eventos de regressão e transgressão marinha quaternária (Amador & Amador, 1995).

A proposição de um modelo para a formação da baía de Sepetiba foi objeto de investigação de diversos autores, destacando-se Lamego (1945), Roncarati & Barrocas (1978), Ponçano *et al.* (1979), Borges (1990), Borges (1998), Pereira (1998) e Villena (2007). Sua gênese estaria relacionada à escavação de uma rede de drenagem würniana sobre a seqüência sedimentar pleistocênica (Ponçano *et al.*, 1979), quando a fase regressiva trouxe o nível do mar a 140 m abaixo do nível atual, há 18 000 anos A.P. (Fig. 03) (Uehara *et al.*, 2007).

No Holoceno, entre 6 000 e 7 000 anos A. P., a área foi palco de uma segunda transgressão, que em situações similares do território paulista, originou a Formação Santos (Petri & Suguio, 1972) ou Transgressão Santos (Suguio & Martin, 1978) ou Transgressão do Holoceno médio (Angulo *et al.* 2006), com máximo ocorrido há 5 150 anos A. P. (Angulo *et al.* 2006), quando o nível do mar esteve cerca de 5 m acima do atual (Suguio *et al.*, 1985; Angulo *et al.* 2006; Uehara *et al.*, 2007). Nesta fase iniciou-se a deposição de barras arenosas num antigo divisor de

águas que se estende desde a ilha da Marambaia até Guaratiba (Fig. 03) (Ponçano *et al.*,1979; Borges, 1998). Segundo estes autores, antes do máximo da transgressão holocênica, já se desenvolviam a partir do Morro de Guaratiba, um esporão e dunas, ao mesmo tempo em que emergiam coroas arenosas nas proximidades da Ilha da Marambaia, que fechavam pequenos corpos d'águas, paulatinamente colmatados (Fig. 10). Ao atingir o máximo transgressivo a parte central da restinga ainda servia de passagem d'água, conforme atesta a coroa em forma de meia lua voltada para o oceano, que aí existe (Ponçano *et al.*,1979). O clima durante a fase transgressiva, segundo a análise palinológica de Coelho (1999) e Coelho *et al.* (2002), entre $\pm 6\ 300$ e $\pm 4\ 650$ anos AP, foi quente e úmido.

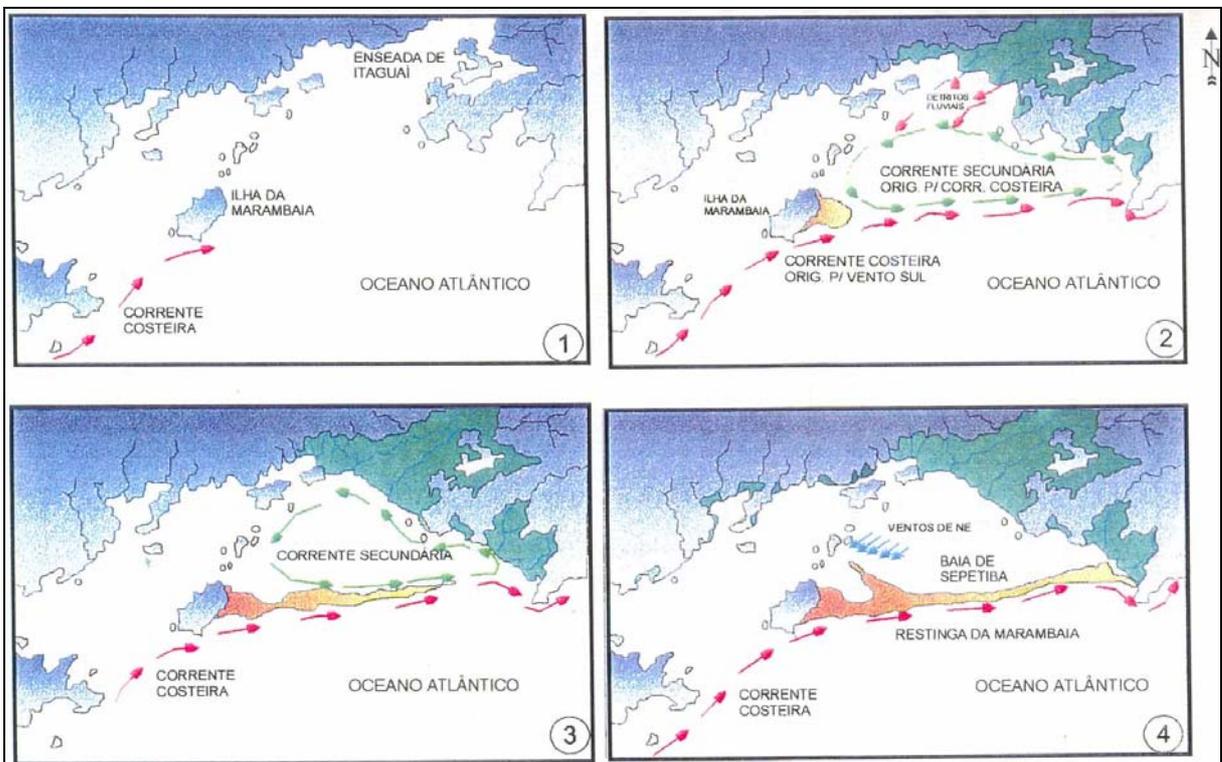


Figura 10. Modelo evolutivo para a Baía de Sepetiba e a Restinga de Marambaia, modificado de Lamego (1945) e extraído de Pereira (1998).

Com a regressão marinha até seu nível atual, os autores notaram a retomada dos processos de assoreamento das pequenas lagunas da parte oeste da restinga, e o desenvolvimento dos campos de dunas baixas tanto sobre essa região como sobre as superfícies entalhas pela erosão na parte leste da restinga. As dunas mais antigas da parte leste, nesse mesmo tempo, já estariam se fixando. Retificou-se então a parte central da restinga, pela união dos esporões oeste e leste (Fig. 10).

Com o fechamento da antiga passagem d'água mudaram as condições de circulação, e abriram-se os canais da barra de Guaratiba. Nesta fase regressiva, Coelho (1999) e Coelho *et al.* (2002) apontam a mudança do clima quente e úmido inicial para um período relativamente menos quente e mais seco, entre $\pm 4\ 650$ e $\pm 1\ 350$ anos AP. Sítios arqueológicos desta fase também confirmam o período seco (Kneip *et al.*, 1984). Este período foi sucedido por um mais úmido, entre $\pm 1\ 350$ AP e ± 45 AP. Uma fase mais seca, por fim se estabelece na região de ± 45 AP até os dias atuais.

Os primeiros trabalhos sobre o passado da planície de maré de Guaratiba podem ser extraídos dos estudos arqueo-geológico de Kneip *et al.* (1984), Ferreira & Oliveira (1985) e Kneip & Pallestrini (1987). Pesquisas em sítios arqueológicos (2260 ± 160 anos AP) revelaram ambiente bastante diversificado se comparado aos dias atuais, com dunas, cordões arenosos, lagunas costeiras, estuários e maior participação de águas continentais. Maiores detalhes sobre essa evolução sedimentar foram posteriormente investigados por Pereira (1998), Pereira *et al.* (2007) e Laut (2003).

A partir de sete testemunhos, com recuperação entre 2 e 5,3m de sedimento, Pereira (1998), propôs um modelo evolutivo para a planície de maré de Guaratiba. Seus resultados mostraram, na base do testemunho de 5,3 m, um preenchimento inicial com depósitos lamosos de fundo de baía com idade de aproximadamente 6 130 anos AP (nível 5.2 m) (Fig. 15). Com espessura sedimentar aproximada de 1 m, o ambiente sedimentar de fundo de baía estaria associado segundo a autora à fase de mar alto. Neste nível registrou-se também a presença de espécies de bivalves do gênero *Corbula* e *Veneroida*, típicas de condições marinhas, entre 15 e 25 m de profundidade (Pereira *et al.*, 2007). Sobre este ambiente segue a fase regressiva, com sedimentação de ambiente lagunar, composta, predominantemente, por areia fina e silte médio, seguido por lama lagunar e, mais próximo ao topo, por lama típica de ambiente de mangue. Ao longo desta fase registrou-se ainda a ocorrência de conchas de *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791), *Bulla striata* Bruguière, 1792 e Tellinidae, todas comumente encontradas em zona entre-marés (Pereira *et al.*, 2007).

Laut (2003) apresentou semelhante interpretação para evolução sedimentar da área, através das mudanças na composição faunística de foraminíferos do

testemunho E (5.3 m), um dos sete testemunhos de Pereira (1998). As associações típicas de baías e referente à fase de mar alto foram encontradas no intervalo de 5,3 – 3,2 m e divididas em 3 biofácies. Acima deste intervalo, segue a fase regressiva com associações correspondentes a diversos ambientes transicionais (5 biofácies), como ambientes lagunares, estuarino dominado por maré e mangue, alguns com influências ocasionais de água doce.

1.3 Aspectos climáticos

A Baixada de Guaratiba está submetida atualmente ao clima tropical quente e úmido com estação seca no inverno (Aw segundo Köppen) com influência de regimes tropicais quentes e úmidos sem estação seca (Af) das encostas adjacentes (Soares, 1997; Chaves, 2001). Sua expressão tropical se faz perceber também tanto na temperatura média anual, 23,5°C (entre 1984 – 1992), como na precipitação anual média, 1032 mm (Soares, 1997). Os meses de maior pluviosidade se estendem de janeiro a março e os mais secos de junho a agosto (Soares, 1997). A proximidade do mar também exerce forte influência no clima da região, especialmente nos elevados valores da umidade do ar, acima de 75%, e na condição para entrada de ventos, principalmente os ventos de Norte, Leste e Sul (CIDE TERRITÓRIO, 1997). Os ventos de Sul são freqüentemente associados às chuvas frontais e ao declínio acentuado da temperatura.

1.4 Hidrologia

A área estudada é drenada pelos rios Piraquê, Piracão e Portinho e isolada do restante da Baixada de Sepetiba pela Serra do Cantagalo, Inhoaíba e Capoeira Grande (Fig. 04) (DSG, 1987). Estes cursos d'água podem ser assoreados levando a formação de baixios, posteriormente ilhas e canais de maré meandrantés, estreitos e profundos como no rio Piracão e Portinho (Roncarati & Barrocas, 1978; Moura *et al.*, 1982).

A Bacia do Rio Piraquê-Cabuçu drena uma área total de 105 km². O Rio nasce na Serra do Lameirão, com o nome de Gatos, no Parque Estadual da Pedra Branca, e percorre cerca de 23 km, até desaguar na Baía de Sepetiba (SEMADS, 2001). Caracteriza-se por ser muito alterado, com boa parte do seu curso

retilinizado. O trecho a montante (rio Cabuçu) encontra-se em área amplamente urbanizada, cortando boa parte do centro de Campo Grande. Suas margens apresentam, de acordo com a seção, vegetação rasteira, terreno aparente com deslizamentos, concreto, placas de pedra, habitações de alvenaria e barracos. No seu trecho a jusante (rio Piraquê), o rio corta de forma retilínea pastagens de gado e áreas de brejos, com suas margens colonizadas por mangues ou ocupadas por habitações irregulares (Comunidade do Piraquê).

Rio Piracão nasce no morro do Capitão Inácio, em área pertencente ao Parque Estadual da Pedra Branca e drena uma bacia com 22 km², situada no Bairro de Guaratiba (SEMADS, 2001). Possui 8,3 km, caracterizado por meandros pronunciados e margens colonizadas por mangue (Fig. 01) (DSG, 1987). Origina-se das vertentes do morro Cavado e Capitão Inácio, cortando a baixada em canais retilinizados até cruzar a Avenida das Américas (DSG, 1987).

O Rio Portinho nasce na garganta formada entre os morros do Morgado e Toca Pequena, no Parque Estadual da Pedra Branca. Possui uma bacia com 39 km² e percorre um curso retilinizado de aproximadamente 14 km (Fig. 04) (SEMADS, 2001).

Tanto o rio Piracão como o rio Portinho, segundo Soares (1997), em termos hidrodinâmicos, aproxima-se mais de um canal de maré, com fluxo de água doce bastante reduzido e circulação regida basicamente pelas marés, que associado à baixa declividade do terreno propicia a colonização de manguezais em áreas bem afastadas do mar. Outros autores, não os denominavam rios, mas sim canais de maré Piraquê, Piracão e Portinho (Brönnimann *et al.*, 1981; Dias-Brito *et al.*; 1982).

1.5 Oceanografia

A baía se conecta com o mar através do estreito canal de Barra de Guaratiba a Leste e pela ampla passagem a Oeste, entre a Ilha da Marambaia e a Ilha de Itacuruça. As águas marinhas entrariam pelos canais a Oeste, aquecendo-se no seu interior e ascendendo na altura da foz do rio Guandu (Fig. 11). Estas águas superficiais contornam a baía e retornam pelos mesmos canais que entrou, gerando superposição de correntes (Borges, 1998; Stevenson *et al.* 1998). Considerada essencialmente isotérmica, a baía tende a se equalizar com a temperatura atmosférica, variando entre 20,5°C e 23,5°C (CARVALHO *et al.*, 1979).

O regime de maré é de micromaré semidiurna, com amplitudes inferiores a dois metros (Silva *et al.*, 1991 *apud* Chaves, 2001), padrão esse alterado



Fig. 11. Sistema de correntes da Baía de Sepetiba, extraído de Villena (2007).

somente por fenômenos meteorológicos como a passagem de frentes frias (Chaves, 2001). A diferença topográfica entre a planície de maré inferior e superior acarreta em freqüências de inundações por maré distinta. A planície de maré inferior recebe regularmente águas provenientes das marés diárias, mantendo sua salinidade similar a água da baía, que varia segundo Borges (1990) de mixoalina (18 – 30) a eualina (30 - 40). Por outro lado, a planície de maré superior é alcançada apenas pelas maiores inundações de maré, intercalado por intervalos que podem chegar a vários dias. Sua pouca eficiência em drenar estas águas e a alta taxa de evaporação corroboram para hipersalinidade encontrada no local, amenizadas apenas nas proximidades dos microcanais e em dias de chuva (Dias-Brito *et al.* 1982; Chaves, 2001).

1.6 Solo

Esta parte da Baixada é formada predominantemente por gleissolos do tipo Glei Pouco Húmico Salino Solódico (Carvalho Filho *et al.*, 2000). Compreende solos minerais, hidromórficos, relativamente recentes, pouco evoluídos e originados de sedimentos de idade quaternária, apresentando, por tanto, grande variabilidade

espacial. São solos em geral mal drenados, com lençol freático elevado na maior parte do ano.

Nas áreas de manguezais têm sido relatados como "solos indiscriminados de mangue" (Carvalho Filho *et al.*, 2000). São assim denominados em função do difícil acesso a esses ambientes, sendo poucas as descrições morfológicas e análises físicas, químicas e mineralógicas destes solos, levando à não discriminação das classes de solo às quais pertencem (Ferreira *et al.*, 2007).

1.7 Manguezal de Sepetiba

O manguezal de Guaratiba ocupa uma extensa área da baixada litorânea, boa parte dela protegida pela Reserva Biológica e Arqueológica de Guaratiba, cerca de 2 800 ha (Silveira & Soares, 1994). Sua distribuição atual é o reflexo tanto das mudanças climáticas e do nível do mar no Holoceno quanto das intervenções humanas.

Nos últimos seis mil anos, esta região, segundo Coelho (1999) e Coelho *et al.* (2002), esteve sobre grande influência tanto de Floresta Ombrófila Densa, também chamada de Floresta Pluvial Tropical, quanto de Formação Pioneira de Restinga, embora atualmente, predomine a vegetação de mangue. Durante as condições secas da fase regressiva, correspondendo a Zona II (4650 – 1350 anos A.P. – idades interpoladas) de Coelho (1999), registra-se, nos sítios arqueológicos, coberturas vegetais litorâneas adaptadas a menor umidade, possivelmente vegetação de restinga (Kneip *et al.*, 1984). Os valores palinológicos só começam a convergir para um contexto botânico semelhante ao atual, a partir do nível de 2,40 m do testemunho, cerca de mil anos AP, refletindo o desenvolvimento generalizado dos manguezais na planície de maré de Guaratiba. O estudo da autora revela ainda o marcante impacto causado pelo homem, com a brusca diminuição da vegetação de florestas nos últimos 95 anos.

Na floresta de mangue encontram-se as três espécies típicas do litoral sul do estado: *Rhizophora mangue* L. (Rhizophoraceae); *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechman (Avicenniaceae) e *Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaertn (Combretaceae) (Schaeffer-Novelli & Cintron, 1986). Outras espécies como *Salicornia gaudichaudiana* Moq. (Chenopodiaceae) e *Spartina alterniflora* Loisel

(Poaceae) podem ocorrer nas margens dos canais na frente dos manguezais (Dansereau, 1947; Bronnimann *et al.*, 1981).

A planície de maré superior encontra-se desnuda de vegetação, exceto por alguns campos de *S. gaudichaudiana*, classificado por Araújo (1985) como “*salt marsh tropical*”, e raros espécimes de *A. schaueriana* próximo a transição com o domínio terrestre (Brönnimann *et al.*, 1981). No limite da influência marinha, encontra-se uma zona de transição dominada pela “taboa” *Typha dominguensis* Pers. (Typhaceae) e *Acrostichum aureum* L. (Pteridaceae) com *Hibiscus pernambucensis* Arruda (Malvaceae) marcando o domínio terrestre (Zaninetti *et al.*, 1976, 1977; Dias-Brito & Zaninetti, 1979).

Chaves (2001) analisou três perfis transversais no manguezal de Guaratiba que apresentaram seguintes padrões zonação e sucessão de espécies:

Ao longo do rio Piracão notou-se uma zonação típica do bosque ribeirinho com *R. mangle* nas suas margens, *A. schaueriana* dominando a porção interna e *L. racemosa* na interface com a planície hipersalina. A sucessão mostrou um processo de colonização em direção ao continente com *A. schaueriana* e *L. racemosa* como pioneiras.

Na margem interna da Restinga da Marambaia a *R. mangle* domina a franja, alternando na porção interior com *A. schaueriana* e tornando novamente dominante na planície hipersalina. Nesta, a colonização se sucede lentamente tanto para restinga quanto avançando para o interior da baía.

Além de Chaves (2001), a estrutura dos bosques que margeiam a baía (próximo ao rio Piraquê) também foi objeto de investigações por Corrêa (1996) e Soares (1997). Chaves (2001) dividiu a floresta de mangue que margeia a baía em três fases de sucessão.

Na margem com a baía, esta faixa é composta pelas 3 espécies com diâmetro variando de intermediário a grande, com contribuição irregular. Segundo o autor as três estações corresponderiam a uma estrutura botânica antiga que agora se encontra em uma fase avançada de erosão.

Na porção central encontra-se a segunda fase, iniciando com dominância de *R. mangle* de diâmetro intermediário, correspondendo a aproximadamente 68% do bosque. O restante é composto por *A. schaueriana* morta de grande diâmetro. A partir desta estação a contribuição de *A. schaueriana* aumenta em direção ao interior, tornando a espécie dominante. Esta estrutura botânica, segundo autor, com

pouca contribuição de indivíduos com diâmetro < 2,5 cm, reflete a uma segunda fase de colonização que em determinado momento houve uma estagnação.

Segue por fim uma mudança abrupta na estrutura do bosque com a presença correspondente a 100% de *R. mangle* na porção final do mangue. A elevada contribuição de indivíduos com diâmetro < 2,5 cm indica que este é um processo recente, ligado diretamente a formação de canais no local (Fig. 17).

1.8 Atividades do homem na região

O processo de ocupação humana na região foi sintetizado na figura abaixo (Fig.12)

Os registros mais antigos da ocupação humana pertencem a grupos coletores e pescadores pré-históricos que deixaram seus vestígios em 34 sítios arqueológicos cadastrados como sambaquis (Kneip *et al.*, 1984). Encontrados atualmente na planície dominada por mangue, estes sítios registram as sucessivas fases de ocupação destes grupos em resposta as transformação da paisagem ao longo do tempo. As datações mais antigas remetem a 2260 ± 160 AP (Kneip & Pallestrini, 1987). O sítio mais próximo da transversal estudada é o sambaqui da Embratel, cuja cerâmica está associada às tradições Tupi-guarani (Kneip *et al.*, 1984).

As primeiras ocupações de grupos de descendência europeia conhecidas na região remetem a meados do sec. XVI. Constituíam-se de fazendas administradas por jesuítas dedicavam-se ao cultivo da cana de açúcar e gado (Araujo, 1985; Fridman, 1999). O escoamento era feito por portos fluviais acessados pelo canal de Guaratiba. Para isto muitos rios foram alterados pelos jesuítas, que eram exímios engenheiros, para permitir a navegação e controlar o excesso de água em épocas de chuvas (Fridman, 1999).



Figura 12. Síntese das atividades antrópicas na região.

Esta região se destacou também por intensa atividade portuária, atuando no ciclo econômico da cana-de-açúcar (sec. XVI – XVII), ouro (sec. XVIII) e café (primeira metade do sec. XIX) (Fridman, 1999).

Em finais do séc. XIX, devido à má administração pública, a região passou a ser referida como “decadente” e “abandonada” (Santos, 2007). Surtos de malária e cólera eram recorrentes. Esta visão permaneceu intacta durante as três primeiras décadas do séc. XX, quando no início da década de 30 intensificaram-se os trabalhos de saneamento e aproveitamento econômico. Neste período foram executadas custosas obras de drenagem, onde os principais rios da região tiveram seu curso natural alterado.

A partir da dec 30 ocorreu uma importante modificação na utilização da terra, com uma intensa expansão na produção de laranja, conhecida como “febre da laranja”, intensificando o loteamento nas áreas cultiváveis (Santos, 2007).

Outros aspectos ganham ênfase a partir da década de 40, os negócios imobiliários. A expansão das vias de comunicação e a melhoria das condições de salubridade passam a encorajar os empreendedores imobiliários a retalhar seus terrenos não mais para arrendar ou vender a pequenos lavradores, mas negociá-los como lotes urbanos. As antigas atividades agropecuárias praticadas em moldes

tradicionais foram sendo alijadas, substituídas por empreendimentos imobiliários, indústrias de pequeno e médio porte e extrativismo mineral (Santos, 2007).

Atualmente, a bacia de drenagem recebe além de esgoto doméstico dos centros urbanos como Campo Grande e redondezas, também efluentes industriais e agrícolas (Melges-Figueiredo, 1999). Outras pressões antrópicas são relatadas por Silveira & Soares (1994), como especulações imobiliárias, turismo desordenado, ocupação ilegal, saneamento básico, pesca predatória, captura predatória de caranguejo e extração de madeira de mangue.

Diante das ameaças progressivas sobre os manguezais restantes, em 1974, foi criada a Unidade de Conservação Reserva Biológica e Arqueológica de Guaratiba (RBAG). Mais tarde, em 1982, sua área de proteção foi reduzida para a implantação das instalações do Centro Tecnológico do Exército (CETX), uma perda de 26.140.510,59 m². Em 2002 são acrescidos os manguezais e terrenos da marinha situados entre o rio Piracão e Piraquê (Fonte: *sites* oficiais do IEF e CETX). Esta Unidade de Conservação atualmente protege uma área de aproximadamente 36 km² (Fonte: site oficial da IEF).

O Centro Tecnológico do Exército (CETX), onde boa parte de sua área se encontra sobre manguezais e planícies hipersalinas, realiza pesquisas e testes de materiais de emprego militar (Fig. 01). Alguns de seus projetos estão relacionados a armamentos e munição; aviação; blindados e veículos militares; defesa química, biológica e nuclear; mísseis e foguetes; simulação e treinamento (Fonte: *site* oficial do CTEX).

Outra instalação importante próximo ao perfil transversal estudado é a Embratel - Estação Terrena de Guaratiba, que existe desde 1968 (Fig. 01). Nesta estação funciona o Centro de Controle de Segmento Espacial (CCSE), responsável pelo monitoramento dos satélites, e o Centro de Operações e Controle das Comunicações (COCC), que acompanha a transmissão de sinais. (Fonte: *site* oficial da EMBRATEL).

Esta parte da Unidade de Conservação RBAG faz limite também com uma sede da Embrapa próximo ao rio Piracão. Acessada pela Avenida da Américas (Fig. 01), esta longa avenida corta e interrompe boa parte da rede drenagem do Campo do Saco. Em visita de campo notou-se o represamento de um lado da avenida com a formação de brejos. Separando os pastos da Fazenda SACAP.SA da Unidade de Conservação RBAG, a Estrada da Matriz é outra via rodoviária importante, onde

também nota-se a interrupção do padrão de drenagem natural da área próxima ao rio Piraquê, com canais de drenagem paralelos e á margem da estrada.

Ao longo e rente a margem direita de rio Piraquê, na sua porção final, encontra-se um pequeno conjunto de habitações, conhecida localmente como Comunidade do rio Piraquê, integrante do bairro de Pedra de Guaratiba (Carmo, 2004). A Comunidade estende-se por aproximadamente 3 Km ao longo da margem do rio, e seu processo de formação aconteceu a partir da década 70 com intensificação da migração nordestina na região (Carmo, 2004) (Fig. 01).

No perfil transversal estudado ressalta-se ainda a presença de antenas abandonadas de uma antiga Rede Nacional de Estações Costeiras (Renec) da Embratel, inaugurada em 1978 e que tinha o objetivo de prestar o Serviço Móvel Marítimo (SMM) (Fonte: *site* oficial da EMBRATEL). As antenas abandonadas da Renec se encontram espalhadas por toda a porção superior da planície hipersalina até uma longa cerca que corta esta planície pelo meio (Fig.13).



Figura 13. Antena da antiga Rede Nacional de Estações Costeiras (Renec) sobre a planície hipersalina. (Foto: Gustavo de Araújo Carvalho, 15 de maio de 2008).

2 METODOLOGIA

2.1 Testemunho

A operação foi executada por meio de um testemunhador de percussão de alta frequência emprestado do Laboratório de Geologia Marinha da Universidade Federal Fluminense - LAGEMAR-UFF. O tubo do testemunho era de alumínio, com 75 mm de diâmetro, 3 mm de espessura e 6 m de comprimento. A coleta foi realizada no dia 15 de maio de 2008 e foi recuperado 4,96 m de sedimento (Fig. 14).

A posição do testemunho foi obtida pelo GPS *map 76 S* da marca *Garmin*, próxima da última estação da transversal: 23°00' 13,3" S; 43°36' 07,3" W (Fig. 15).

No presente estudo foram utilizados apenas os 1,44 m iniciais. Para granulometria e matéria orgânica total foram amostrados 15 níveis, com intervalo de 6 cm. Cada amostra representava os sedimentos contidos em 4 cm de intervalo. Para análise da fauna de foraminíferos foram amostrados 30 níveis, com intervalo de 4 cm. Cada amostra representa 10 cm³ de sedimento, com 2 cm de diâmetro.

Todo o processamento e armazenamento das amostras foram realizados no Laboratório de Oceanografia Geológica (LOG), Faculdade de Oceanografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).



Figura 14. Coleta do testemunho com o testemunhador de percussão de alta frequência, campo de *S. gaudichaudiana*. Ao fundo uma antiga sede Rede Nacional de Estações Costeiras (Renec) – Embratel (foto: Gustavo de Araújo Carvalho, 15 de maio de 2008).

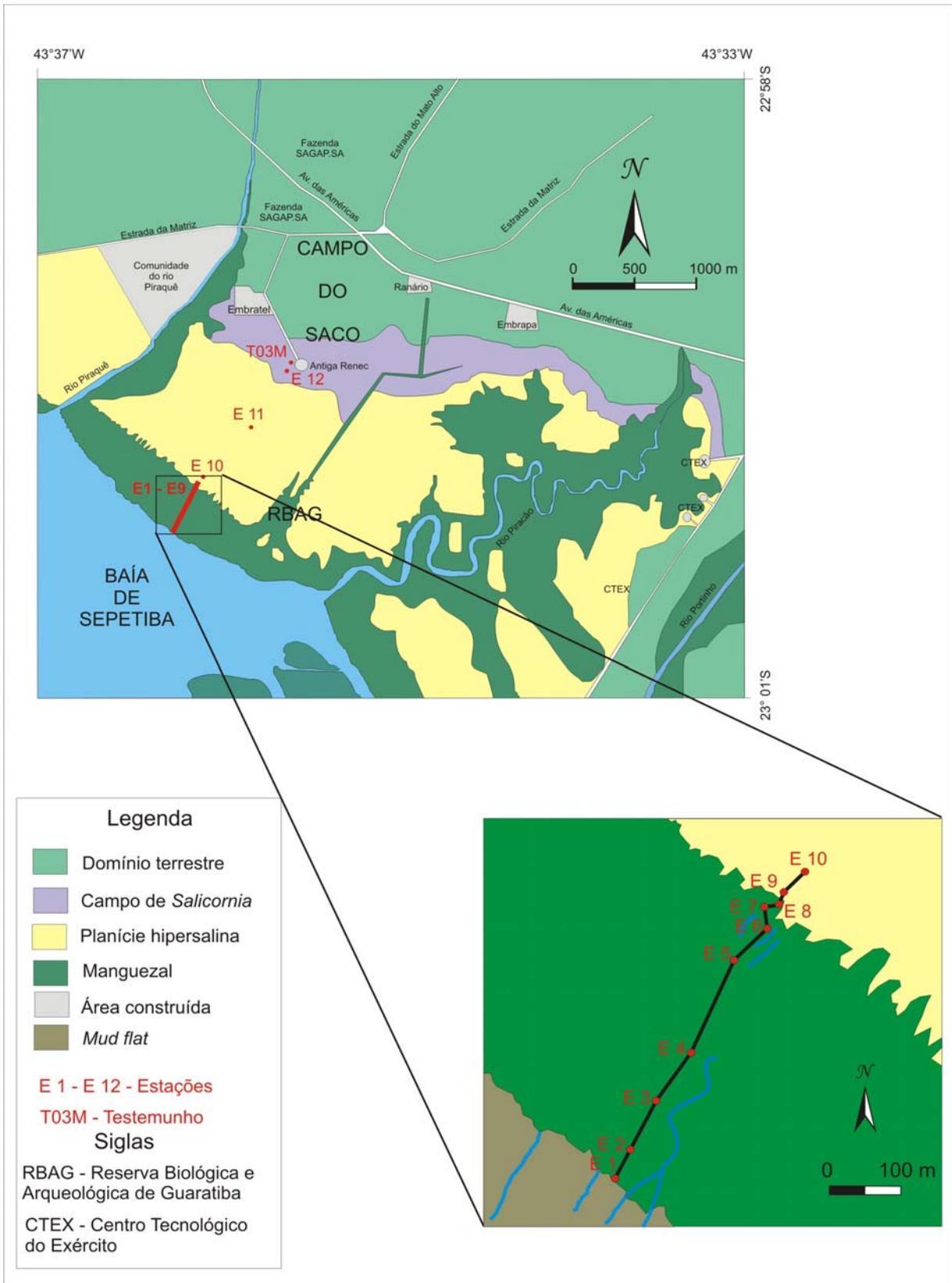


Figura 15. Localização das estações e do testemunho.

2.2 Perfil transversal a margem interna da baía de Sepetiba

Foram estabelecidas 12 estações amostrais ao longo de um perfil transversal a margem da baía de Sepetiba (Fig. 15). Este perfil foi originalmente designado por Chaves (2001), para investigar a zonation botânica e topográfica do manguezal que margeia a baía de Sepetiba, próximo ao rio Piraquê. Dentro do bosque de mangue, com cerca de 540 m de extensão a partir da margem, foram selecionadas 9 estações monitoradas pelo NEMA (Núcleo de Estudos de Manguezal - UERJ). Completando a transversal foi acrescentado mais três novas estações fora da floresta de mangue. A coleta foi realizada no dia 20 de junho de 2008. O posicionamento de cada estação foi obtido através do GPS *map 76 S* da marca *Garmin* (Fig. 15).

Todo o processamento e armazenamento das amostras foram realizados no Laboratório de Oceanografia Geológica (LOG), Faculdade de Oceanografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).

2.3 Variáveis qualitativas explanatórias: Estabilidade do habitat

O habitat foi qualificado como instável ou estável. A estabilidade do habitat no presente estudo refere-se ao grau de turbulência hidrodinâmica, mobilização do substrato e variabilidade termosalínica. Baseada nas descrições ambientais presentes na literatura e visitas de campo preliminares, o perfil transversal foi dividido da seguinte maneira:

Habitat instável

- Turbulência hidrodinâmica e mobilização do substrato (E1 e E2);
- Variabilidade termosalínica (E9, E10, E11 e E12);

Habitat estável (E3, E4, E5, E6, E7 e E8)

Para aprofundar esta análise foram coletados no campo os seguintes dados ambientais adicionais:

Biológicos

- Zonação botânica;
- Presença / ausência de algas verdes;
- Presença / ausência de biofilme;
- Baixa / intensa bioturbação por caranguejos

Geomorfológicos

- Presença / ausência de *mud flat*;
- Presença / ausência de selagem;
- Presença / ausência gretas de contração;
- Relevo (suave / irregular);
- Presença / ausência de translocação;
- Microcanais (ativo / estagnado / ausente);

Hidrológicos

- Zonação por frequência de inundação pela maré;
- Zonação por faixa de variação de salinidade;

2.3.1 Biológicos

Em termos de vegetação, nota-se, segundo Chaves (2001), três zonações botânicas ao longo do perfil, que aqui foram chamadas de Franja, Bacia e Transição, baseado nos tipos fisiográficos de Cintron & Schaeffer-Novelli (1983).

- Franja – equivalência das três espécies de mangue (E 1 e E 2);
- Bacia - substituição gradativa de *R. mangue* por *A. schaueriana* (E 3, E 4, E 5);
- Transição – dominada por *R. mangue* (E 6, E 7, E 8, E 9).

A presença de macroalgas verdes foi visualmente identificada, fotografada e confirmada por literatura especializada.

O biofilme foi fotografado e posteriormente identificado a partir das descrições presentes em literatura especializada. Este mesmo procedimento foi repetido para identificação dos campos de *Salicornia*.

A presença de bioturbação foi definida pela presença significativa de galerias produzidas por caranguejos (> 1 galeria/m²).

2.3.2 Geomorfologia

As feições e os processos sedimentares e erosivos foram visualmente identificados através de literatura especializada (Dyer, 1998).

2.3.3 Maré

Os valores de maré foram extraídos de Portugal (2002) e Pellegrini (2000), cujas médias foram obtidas da tábua de marés de 1998, Diretoria de Hidrografia e Navegação – DHN, Marinha do Brasil, Porto de Sepetiba, localizado na Ilha da Madeira. A zonação por frequência de inundação por maré foi dividida em nível médio relativo do mar (NMRM), nível médio de preamar de quadratura (NMPQ) e nível médio de preamar de sizígia (NMPS). O nivelamento desta zonação por maré com as estações foi extraído de Chaves (2001).

2.4 **Variáveis qualitativas explanatórias: Testemunho**

2.4.1 Coloração do sedimento

A identificação da coloração do testemunho foi guiada pela *Carta Munsell Soil Color Chart*.

2.4.2 Biológicas

A espícula de esponja foi reconhecida seguindo Harrison & Cowden (1976).

A identificação das conchas de moluscos e suas informações ecológicas foram baseadas em Rios (1994).

A identificação dos ostracodes foi baseada em Coimbra *et al.* (1994) e Coimbra *et al.* (2006).

Os dentículos dérmicos de tubarões foram reconhecidos seguindo Hamlett (1999).

2.5 Variáveis quantitativas explanatórias (independentes)

2.5.1 Serapilheira (SR)

Em termos práticos, serapilheira aqui representa toda matéria orgânica da amostra superficial que ficou retida na peneira 0,063 mm de espessura de malha durante a lavagem em água levemente corrente.

Em cada estação foi coletado manualmente uma amostra da camada superficial do substrato direcionada ao estudo de serapilheira. Cada amostra apresentou área de 441 cm² (moldura de madeira de 21x21 cm), correspondendo a aproximadamente 441 cm³ (cerca de 1 cm de profundidade).

A serapilheira foi mensurada pelo peso seco de serapilheira (g) contida no volume amostrado (441 cm³). Após a lavagem da amostra, o material retido na peneira foi levado à estufa a 60° C, para posterior pesagem seca em uma balança da marca *Mettler* modelo AG204, com menor divisor 0,0001 g. Nas zonas onde se notou, pela análise granulométrica, a presença de sedimentos grossos, oxidou-se em Peróxido de Hidrogênio (H₂O₂) o material que não foi possível de ser retirado manualmente (folhas, galhos e sementes). No fim deste processo, restando apenas o sedimento grosso, seu peso seco foi subtraído do peso inicial.

2.5.2 Matéria Orgânica Total (MOT) e Granulometria

Em cada estação foi coletado manualmente uma amostra da camada superficial do substrato direcionada a quantificação de matéria orgânica total e granulometria. Cada amostra superficial (cerca de 1 cm de profundidade), de aproximadamente 60 g, foi reservada para análise de granulometria, matéria orgânica total e foraminíferos. Durante a amostragem, preocupou-se em evitar locais em processo de erosão ou não deposição (canais de maré) e perturbações causadas por escavações de caranguejos, como sugerido por Edwards *et al.* (2004).

Para esta etapa, utilizou-se aproximadamente 30 g tanto para amostra superficial quanto para o testemunho.

Os valores de matéria orgânica total foram obtidos através da oxidação das 30g da amostra inicial em Peróxido de Hidrogênio (H₂O₂). A sobra da reação, depois

de lavada e seca, é pesada e seu valor subtraído do peso inicial (30 g). O resultado desta operação é o valor de matéria orgânica total em gramas.

No final do processo de oxidação em Peróxido de Hidrogênio (H_2O_2) sobraram apenas sedimentos siliciclásticos e carbonáticos. A fração carbonática foi retirada com a lavagem do material em Ácido Clorídrico (HCl) a 80%.

Eliminada as frações carbonáticas e orgânicas, inicia-se a análise granulométrica. A fração arenosa foi retida na peneira 0,062 mm através da lavagem da amostra em água destilada. Durante a lavagem, a fração lamosa (<0,062 mm) foi retida em uma bacia.

Após a lavagem e secagem, a fração arenosa passou por um jogo de peneiras de intervalo de 1,0 phi, através do processo de peneiramento por vibração a seco da marca Produtest. As frações lamosas foram obtidas utilizando o método de pipetagem proposto por Suguio (1973).

Para análise granulométrica foi utilizado *Software* GRADISTAT 4.0, cuja escala granulométrica adotada foi modificada de Udden (1914) e Wentworth (1922) (Tab. I). Enquanto que a classificação textural adotada foi à proposta por Flemming (2000) (Fig. 16 e Tab. II).

Tabela I. Escala granulométrica do GRADISTAT 4.0, modificada de Udden (1914) e Wentworth (1922).

tamanho de grão		descrição	
phi	mm		
0	1	muito grosso	
1	0.5	grosso	
2	0.25	médio	areia
3	0.125	fino	
4	0.063	muito fino	
5	0.031	muito grosso	
6	0.016	grosso	
7	0.008	médio	silte
8	0.004	fino	
9	0.002	muito fino	
argila			

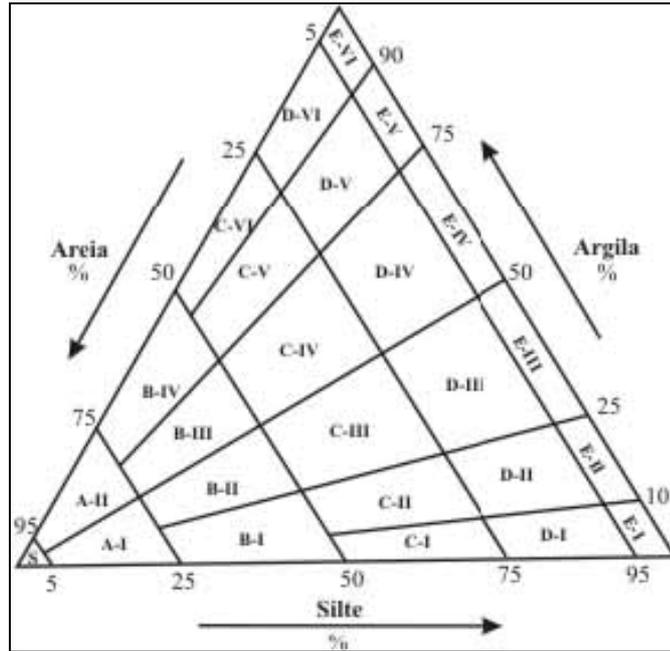


Figura 16. Diagrama triangular das classes texturais de Flemming (2000). As subdivisões baseam-se nas porcentagens de areia / silte / argila.

Tabela II. Códigos e descrição terminológica das 25 classes texturais com base na porcentagem de areia/silte/argila (Flemming, 2000).

Código	Classe Textural	Código	Classe Textural
S	areia	D - I	lama extremamente siltosa e levemente arenosa
		D - II	lama muito siltosa e levemente arenosa
A - I	areia levemente siltosa	D - III	lama siltosa levemente arenosa
A - II	areia levemente lamosa	D - IV	lama argilosa levemente arenosa
		D - V	lama muito argilosa levemente arenosa
B - I	areia muito siltosa	D - VI	lama extremamente argilosa e levemente arenosa
B - II	areia siltosa	E - I	silte
B - III	areia lamosa	E - II	silte levemente argiloso
B - IV	areia muito lamosa	E - III	silte argiloso
C - I	lama extremamente arenosa-siltosa	E - IV	argila siltosa
C - II	lama muito arenosa-arenosa	E - V	argila levemente siltosa
C - III	lama arenosa-siltosa	E - VI	argila
C - IV	lama arenosa-argilosa		
C - V	lama muito arenosa-lamosa		
C - VI	lama extremamente arenosa-lamosa		

2.5.3 Dados Botânicos

Todas as informações relacionadas às espécies botânicas da transversal foram extraídas de Chaves (2001) (Tab. III). Deste trabalho foram utilizados os seguintes dados:

- Densidade - número de troncos vivos por unidade de área, expresso em troncos/hectare.
- Frequência relativa – proporção dos indivíduos de uma espécie pelo número total dos indivíduos de todas as espécies botânicas.
- Altura média - Altura total é a distância vertical linear entre solo e a base da folha mais alta da árvore. Esta variável fundamental é obtida, com o auxílio de telêmetro ótico, vara telescópica ou régua graduada (as duas últimas para árvores de pequeno porte), de todas as árvores maiores que 1,0m. Altura média foi calculada utilizando os dados de todas as árvores vivas encontradas em cada parcela.

Tabela III. Dados botânicos de cada estação extraídos de Chaves (2001).

Estação	Densidade (tr.vivos/há)	Altura média (m)	Desvio padrão (±)	Contribuição das sp. em área basal (%)	
E1	5444.44	6.81	2.94	<i>R. mangle</i>	18
				<i>L. racemosa</i>	17
				<i>A. schaueriana</i>	65
E2	3066.67	9.57	3.61	<i>R. mangle</i>	12
				<i>L. racemosa</i>	2
				<i>A. schaueriana</i>	85
E3	10000	5.67	2.25	<i>R. mangle</i>	100
				<i>L. racemosa</i>	0
				<i>A. schaueriana</i>	0
E4	5000	8.68	2.24	<i>R. mangle</i>	72
				<i>L. racemosa</i>	0
				<i>A. schaueriana</i>	28
E5	16700	3.39	1.99	<i>R. mangle</i>	11
				<i>L. racemosa</i>	0
				<i>A. schaueriana</i>	89
E6	37959.18	2.81	1.12	<i>R. mangle</i>	100
				<i>L. racemosa</i>	0
				<i>A. schaueriana</i>	0
E7	29142.86	1.83	0.42	<i>R. mangle</i>	100
				<i>L. racemosa</i>	0
				<i>A. schaueriana</i>	0
				<i>R. mangle</i>	100

E8	5916.67	0.65	0.46	<i>L. racemosa</i>	0
				<i>A. schaueriana</i>	0
E9	-	-	-	<i>R. mangle</i>	100
				<i>L. racemosa</i>	0
				<i>A. schaueriana</i>	0

2.5.4 Topografia

O perfil topográfico foi extraído de Chaves (2001). O método adotado se fundamenta no princípio hidrostático dos vasos comunicantes como uma alternativa ao lidar com a instabilidade do terreno e a densidade das árvores. Neste método, as medidas são tomadas a partir de um valor de referência relativa, utilizando-se duas réguas de 2 m de altura, graduadas a cada centímetro e ligadas por uma mangueira de 25 m, com precisão de 0,5 cm. A amostragem foi realizada a cada 3 m dentro do bosque de mangue e a cada 20 m a partir da transição mangue e planície hipersalina.

Os valores obtidos foram posteriormente referenciados com base na RN (referência de nível) do IBGE número 6157 (Implantado pelo IPP – Instituto Pereira Passos, à direita do portão principal da empresa Embratel na estrada da Matriz nº 3286).

2.6 **Foraminíferos**

2.6.1 Amostragem

Em cada estação foi coletado manualmente uma amostra da camada superficial do substrato (cerca de 1 cm de profundidade) direcionada a quantificação de matéria orgânica total, granulometria e foraminíferos. Durante a amostragem, preocupou-se em evitar locais em processo de erosão ou não deposição (canais de maré) e perturbações causadas por escavações de caranguejos, como sugerido por Edwards *et al.* (2004).

2.6.2 Processo de preparação para análise

Diante do amplo debate que existe sobre quais constituintes devam ser considerados em uma assembléia de foraminíferos, neste trabalho foi adotado a assembléia total de foraminíferos (vivos + mortos). Muitos autores apontam a assembléia total como método que representa, de forma mais acurada, as condições gerais do ambiente (Buzas, 1968; Scott & Medioli, 1980a e 1980b; Jennings *et al.*, 1995; de Rijk, 1995; Debenay *et al.*, 2002; Debenay & Luan, 2006; Debenay *et al.* 2006).

Do material recuperado do testemunho, foi amostrado 10 cm³ (2 cm de diâmetro) de sedimento em intervalos de 6 cm que foram condicionados em sacos plásticos.

Da amostra superficial previamente homogeneizada, subtraiu-se 50 cm³ de sedimento de cada amostra.

Por seguinte, ambas foram submetidas à lavagem em água levemente corrente com peneiras de 1 mm e 0,063 mm de espessura de malha. Reservou-se apenas o material retido na peneira de 0,063 mm para triagem em um microscópio estereoscópico *Hund Wetzlar SM33* com aumento de até 80x. A triagem foi feita a partir do quarteamento do material previamente homogeneizado. Repetiu-se o procedimento até chegar a uma quantidade ideal para que possa ser espalhado de forma homogênea em uma placa quadriculada preta. A contagem prossegue sistematicamente até chegar ao valor de 300 indivíduos; em seguida, extrapola-se o valor para toda a amostra. Quando a densidade de indivíduos era baixa toda a amostra era triada.

2.6.3 Sistemática

A classificação dos foraminíferos segue Sen Gupta (1999) para nível da Classe e Ordem, Loeblich & Tappan (1988) para nível de gênero e literatura especializada quando ao nível de espécie.

Selecionaram-se para a fotomicrografia no Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) os exemplares de cada espécie em melhores condições de preservação ou aqueles com algum aspecto morfológico relevante. As fotomicrografias foram feitas no Setor de Caracterização Tecnológica do Centro de

Tecnologia Mineral – CETEM. Os exemplares foram metalizados no metalizador BAL-TEC modelo SCD 005 em prata com regulagem de espessura de 20 nm, corrente 30 mA por 250 s. O MEV utilizado foi uma Leica modelo S 440, regulada em vácuo de 10^{-6} , distância de trabalho 25 mm e corrente de 100 pA.

2.6.4 Variáveis dependentes

A escolha dos descritores e índices ecológicos segue Magurran (1988) e Krebs (1989).

População total (N) – representa a quantidade de carapaça de foraminíferos contidos na amostra (vivos + mortos).

Densidade (d) – é a quantidade de carapaça de foraminíferos por cm^3 de amostra.

Abundância (n_i) - número dos indivíduos em cada espécie.

Riqueza (S) - número total de espécies numa amostra.

Abundância relativa (p_i) - a abundância relativa de cada espécie é calculada pela proporção dos indivíduos de uma espécie pelo número total dos indivíduos na comunidade:

$$n_i / N$$

Dominância (D_s) – índice proposto por Simpson (1949) possui a vantagem de não somente considera o número de espécies (s) e o total de números de indivíduos (N), mas também a proporção do total de ocorrência de cada espécie. O índice é definido pela seguinte expressão:

$$D_s = \sum_{i=1}^s n_i (n_i - 1) / N(N-1) ,$$

onde a Dominância aumenta a medida que aumenta o valor de D_s .

Constância (C) – expressa a relação em porcentagem entre as espécies e a amostragem. É calculada segundo a fórmula:

$$C = p \cdot 100 / P,$$

onde p é o número de amostras contendo a espécie considerada e, P é o número total de amostras. As espécies são consideradas constantes quando presentes em mais de 50% das amostras; são acessórias ou pouco constantes as que apresentam uma ocorrência entre 25 a 50%; e são consideradas acidentais ou raras as que ocorrem em menos de 25% das amostras (Dajoz, 1974 *apud* Ariza, 1983).

Diversidade (H') – é um índice amplamente usado para medir biodiversidade, proposto por Shanon (1948) e chamado índice de diversidade de *Shanon-Wiener*. A vantagem deste índice é que ele leva em consideração o número das espécies e a espécies dominantes. O índice é incrementado, quer por terem adicionado uma única espécie, ou por terem mais espécies dominantes. O índice é definido pela expressão:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i,$$

onde a diversidade aumenta a medida que aumenta o valor de H' .

Equitabilidade (J') – o índice de equitabilidade de Pielou (1966) se refere à distribuição dos indivíduos entre as espécies, sendo proporcional à diversidade e inversamente proporcional a dominância. O índice é definido pela seguinte equação:

$$J' = H' / \ln (S),$$

onde o índice varia no intervalo [0,1], onde 1 representa a máxima equitabilidade, ou seja, todas as espécies são igualmente abundantes.

2.7 Análises estatísticas

2.7.1 Análises com uma variável explanatória

O teste para verificar a hipótese de correlação significativa entre uma variável dependente (riqueza e abundância absoluta das espécies mais constantes) e uma variável explanatória quantitativa (serapilheira, matéria orgânica total, granulometria, topografia e dados botânicos) foi regressão linear simples, como sugere (Melo & Hepp, 2008). A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de normalidade *Shapiro-Wilks*. A relação entre a variação explicada pela regressão e a variação total foi medida pelo coeficiente de determinação (R^2). Neste estudo foi utilizado o termo de baixa correlação quando $R^2 < 0,30$, moderada quando $0,30 < R^2 < 0,50$ e significativa quando $R^2 > 0,50$.

Para os dados não-paramétricos foi aplicado o teste *r-Pearson*. A relação entre a variação explicada pela regressão e a variação total foi medida pelo coeficiente *r*. O termo referido para os valores de *r* foram os mesmos adotados pelo R^2 .

O teste escolhido no caso de uma variável explanatória categórica em dois níveis (habitat instável e estável) foi o teste *t*, como sugerido por Melo & Hepp (2008). Neste teste se verificou diferenças significativas entre as variâncias e as médias. Quando a razão entre variâncias (*F*) for maior que *F* ao nível de 5% (F_c) corresponde a uma diferença significativa entre as variâncias. Quando a comparação entre as médias (*t*) for maior que *t* ao nível de 5% (t_c) corresponde a uma diferença significativa entre as médias. A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de normalidade *Shapiro-Wilks*. Estas análises foram processadas no *Software* Statistica 6.0.

2.7.2 Análises multivariadas exploratórias

Para avaliar a similaridade entre as estações amostradas e identificar sub-ambientes semelhantes do ponto de vista da distribuição faunística foi aplicado uma análise de agrupamento (*Cluster Analysis*) em modo – Q no *Software* Pcord4. A matriz de distância foi gerada usando os valores de frequência relativa (abundância) de todas as espécies identificadas, elevadas a potência de 0,5, com o objetivo de amenizar a diferença entre as espécies dominantes em relação às que apresentaram frequências muito baixas. Como medida de comparação entre as

estações empregou-se o Coeficiente de Distância Euclidiana e como estratégia de agrupamento foi utilizado o Método de *Ward* (variância mínima).

A associação entre as espécies foi obtida usando-se a mesma matriz de frequência relativa das espécies transformadas potência de 0,5, aplicando-se o coeficiente de correlação linear *r-Pearson* (modo-R). Como estratégia de agrupamento foi utilizado o Método de *Ward* (variância mínima) no *Software* Pcord4.

Para compreender as relações de inter-dependência que existam entre as múltiplas variáveis ambientais analisadas e a distribuição das espécies de foraminíferos ao longo da transversal foi aplicada a análise de ordenação DCA (*Detrended Correspondence Analysis*). Esta análise foi processada no *Software* Pcord4.

3 RESULTADOS

3.1 Perfil transversal: variáveis qualitativa explanatória

3.1.1 Biológico

Registrou-se a presença de biofilme na estação E1 e E2 (Fig. 17 e Tab. IV). Em relação ao grau de bioturbação, foi constatada baixa bioturbação nas estações E1, E2, E9 e E10 e intensa bioturbação nas estações E3, E4, E5, E6, E7, E8, E11 e E12 (Fig. 18 e Tab. IV). As Algas verdes estão presentes nas estações E3, E4, E5 (Fig. 19 e Tab. IV). Os campos de *Salicornia* ficaram restritos as estações E11 e E12 (Fig. 20 e Tab. IV).

3.1.2 Geomorfológico

Nas estações E1 e E2 foram constatado presença de *mud flat* com exposição dos sistemas radiculares e árvores tombadas (Fig. 21 e Tab. IV). Enquanto que nas estações E9, E10, E11, E12 registrou-se a presença de selagem e a formação de gretas de contração (Fig. 22 e Tab. IV). Predominaram dois padrões de relevo: suaves (E1, E2, E9, E10, E11 e E12) e irregular (E3, E4, E5, E6, E7, E8) (Fig. 23 e Tab. IV).

3.2 Perfil transversal: variáveis quantitativa explanatória

3.2.1 Serapilheira

Os valores de serapilheira variaram entre 0,0003 g/cm³ (E 10) e 0,0965 g/cm³ (E 7) (Fig. 24, Tab. V). Os valores abaixo 0,03 g/cm³ predominaram, presente em 7 das 10 estações. Entretanto os 3 valores mais altos (0,06 – 0,10 g/cm³) foram no mínimo 3 vezes maiores que o valor mais alto (0,02 g/cm³) entre as zonas que tiveram baixo valor de serapilheira. As estações E 6, E 7 e E 8 apresentaram valores altos, entre 0,06 – 0,10 g/cm³. As estações E 1, E 2, E 3, E 4 e E 5 apresentaram valores entre 0,01 – 0,02 g/ cm³. As estações E 9 e E 10 apresentaram os valores mais baixos (< 0,01 g/cm³).

Tabela IV. Descrição ambiental das estações.

Estabilidade do habitat	Habitat instável		Habitat estável	
Tipo de habitat	1	4	2	3
Estações	E1, E2	E9, E10, E11, E12	E3, E4, E5	E6, E7, E8
Descritores ambientais				
<i>Biológicos</i>				
Zonação botânica	franja	transição(9,10) ausente(11,12)	bacia	transição
Biofilme	x	x		
Bioturbação	baixo	baixo(9,10) intenso(11,12)	intenso	intenso
Algas verdes			x	
Campo de <i>Salicornia</i>		E11, E12		
<i>Sedimentar</i>				
<i>sheet erosion</i>	x			
selagem		x		
gretas de contração		x		
relevo	plano	plano	irregular	irregular
serrapilheira			x	x
translocação			x	x
microcanais	ativo	ausente	ativo	estagnado
<i>Maré</i>	NMRM < x < NMPQ	NMPQ < x < NMPS	x ~ NMPS	NMPS < x

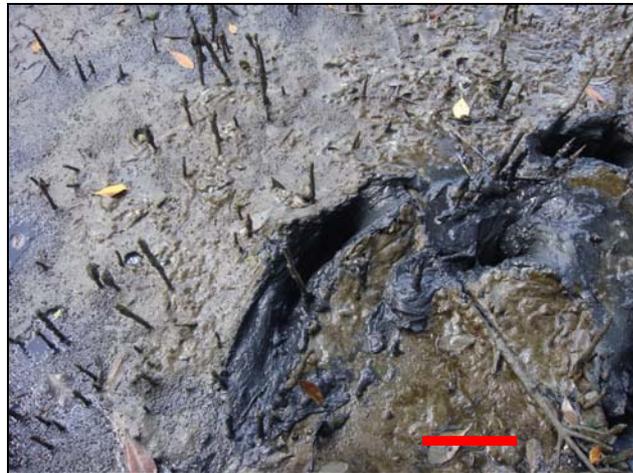


Figura 17. Substrato coberto por biofilme (cor castanha), E-1. Escala: barra vermelha de 10 cm.



Figura 18. A – Substrato com intensa bioturbação, E - 08; B – Substrato com baixa bioturbação, E - 02. Escala: barra vermelha de 3 cm.



Figura 19. A - Substrato coberto por algas verdes, E-04, escala: 10 cm; B – Pneumatóforos coberto por algas verdes, E-05, escala: 2 cm;



Figura 20. Substrato coberto por campos de *S. gaudichaudiana*, E-12.



Figura 21. A- *mud flat* na E-01, maré baixa. B-Exposição radicial do mangue, E -01.



Figura 22. A - Selagem e gretas de contração da planície hipersalina da E - 11. B - Detalhe das gretas de contração da E-11.



Figura 23. A - Relevo suave tendendo a plano, E-02. B - Relevo irregular, repletos de poças e canais, E-08.

3.2.2 Matéria orgânica total

A matéria orgânica total ao longo do perfil transversal variou entre 1,44 % (E 10) e 25,74 % (E 5) (Fig. 24 e Tab. V). Os valores mais altos variam entre 15,16% (E 6) e 25,74 % (E 5). Os menores valores variaram entre 1,44% (E 10) e 7,10 % (E 8).

3.2.3 Granulometria

Ao longo do perfil transversal notou-se uma distribuição granulométrica espacial homogênea composta pela classe textural silte argiloso (Fig. 24 e Fig. 25). A contribuição de areia foi nula em todas as estações, exceto a E 2 que apresentou uma pequena contribuição de 3,3% de areia muito fina (Fig. 26).

Tabela V. Valores de serapilheira (SR) e matéria orgânica total (MOT).

Parâmetros/estações	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6	E 7	E 8	E 9	E 10	E 11	E 12
SR (g/cm ³)	0,004	0,021	0,018	0,019	0,016	0,074	0,097	0,057	0,000	0,000	-	-
%MOT	25,4	18,1	15,2	22,4	25,7	25,3	22,5	4,2	7,1	1,4	5,5	5,1

3.3 **Sistemática**

Foram identificadas 24 espécies de foraminíferos ao longo do perfil transversal, onde 18 foram da Ordem Textulariida, 1 da Ordem Miliolida e 5 da Ordem Rotaliida. Associados aos foraminíferos do perfil foram encontrados carapaças de um gênero de ostracodes (Filo Arthropoda).

No testemunho foram identificados 11 espécies de foraminíferos, onde 9 foram da Ordem Textulariida e 3 da Ordem Rotaliida. Associados aos foraminíferos do testemunho, foram reconhecidos: uma espícula de esponja (Filo Porifera), duas conchas de uma espécie de gastrópode (Filo Mollusca), uma carapaça de um gênero de ostracodes (Filo Arthropoda) e dois dentículos dérmicos de tubarão (Filo Chordata).

As espécies de foraminíferos que permaneceram como indeterminadas estão representadas com a nomenclatura sp. e spp. Estes espécimes caracterizaram-se por apresentarem geralmente testas quebradas, muito pequenas ou extremamente desgastadas.

As fotomicrografias em microscopia eletrônica de varredura encontram-se dispostas na seção de estampas, seguindo a mesma disposição da sistemática.

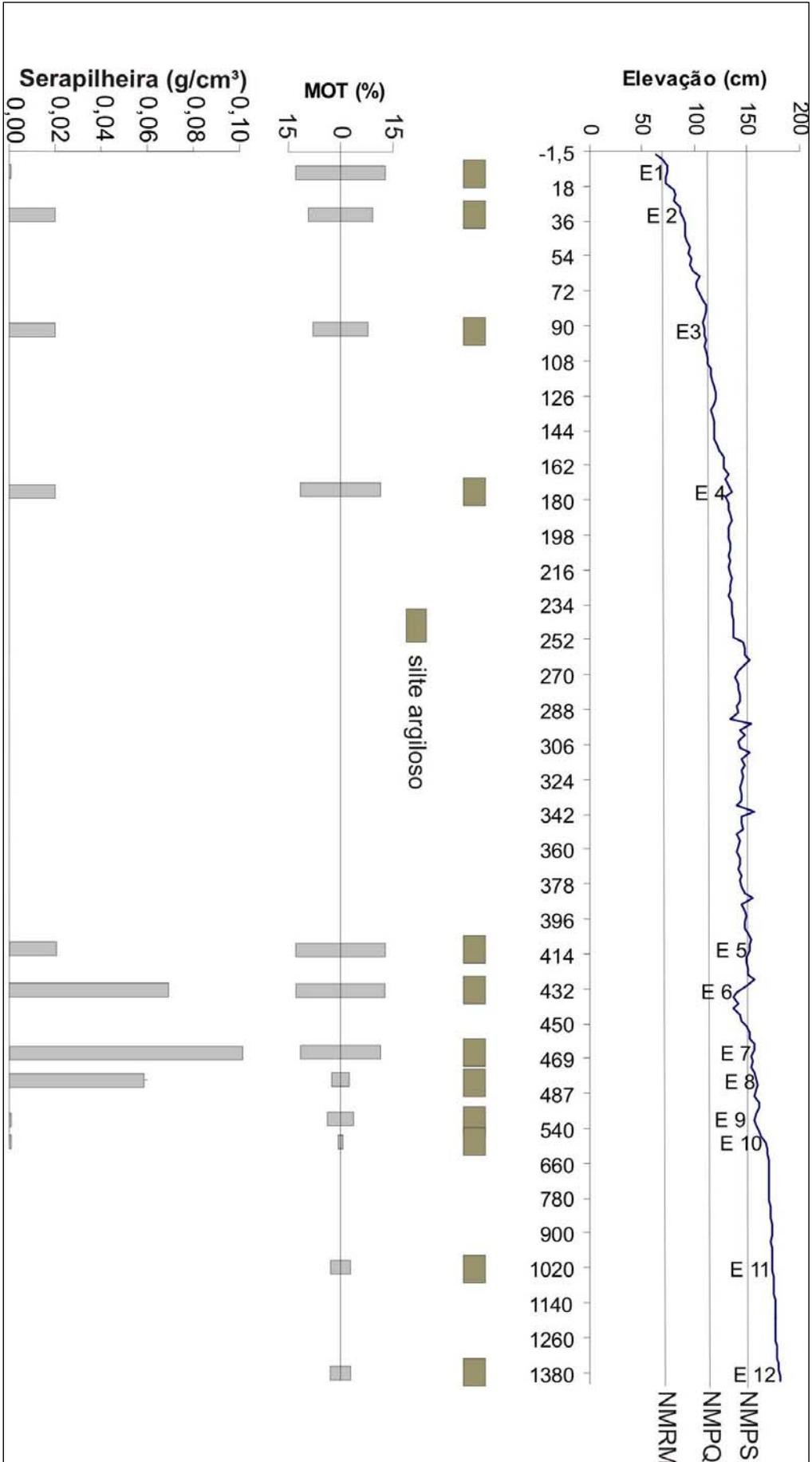


Figura 24. Classificação textural e gráfico do teor de matéria orgânica total e serapilheira das estações. NMPS – Nível médio da máxima preamar de sizígia, NMPQ – Nível médio da máxima preamar de quadratura, NMRM – Nível médio relativo do mar.

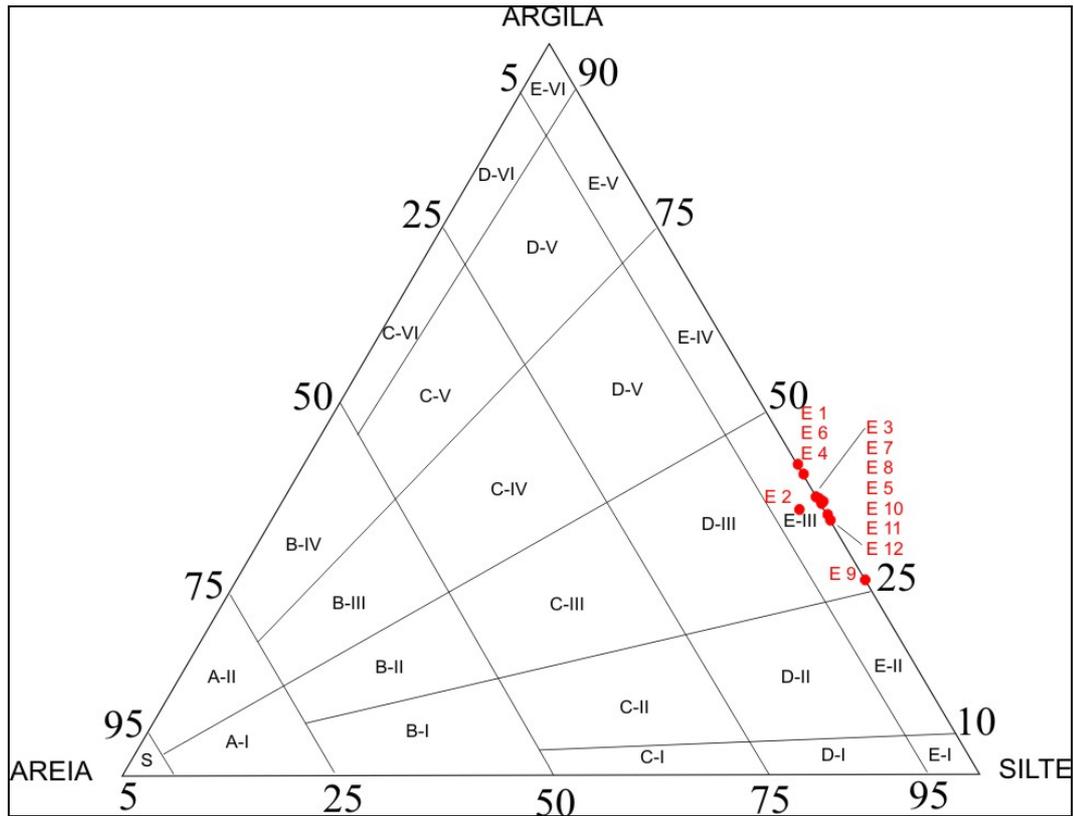


Figura 25. Diagrama triangular das classes texturais encontradas nas estações ao longo do perfil transversal.

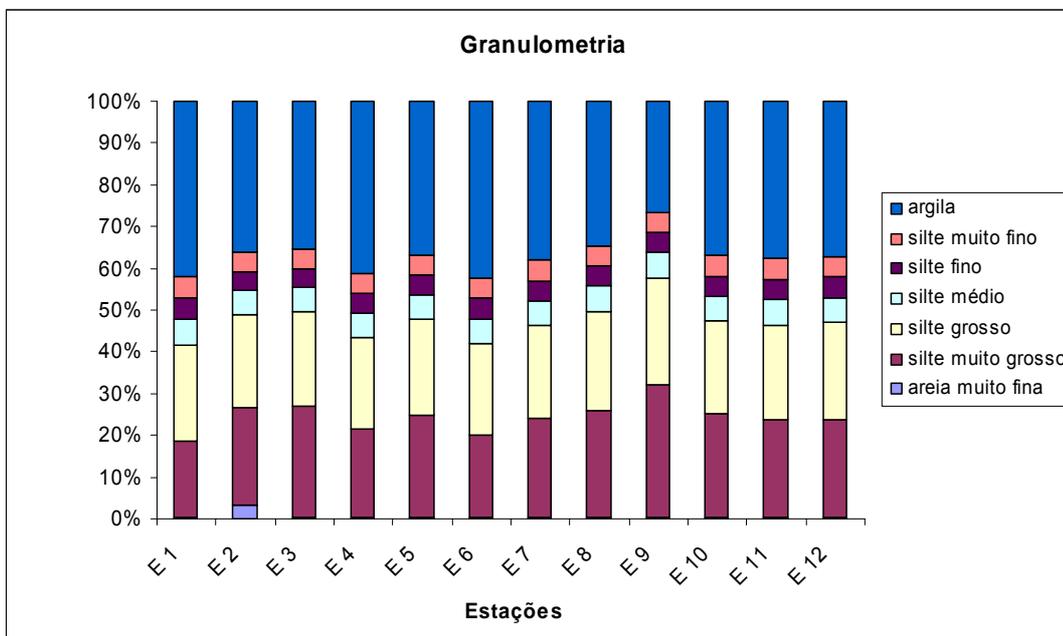


Figura 26. Gráfico discriminando as proporções relativas das frações granulométricas das estações ao longo do perfil transversal.

Reino PROTISTA

Filo GRANORETICULOSA Margulis, 1999

Classe FORAMINIFERA Sen Gupta, 1999

Ordem TEXTULARIIDA Sen Gupta, 1999

Superfamília AMMODISCACEA Reuss, 1862

Família AMMODISCIDAE Reuss, 1862

Subfamília AMMOVERTELLININAE Saidova, 1981

Gênero *Glomospira* Rzenak, 1885

***Glomospira gordialis* (Jones & Parker)**

(Estampa I, Fig. 27)

Glomospira gordialis (Jones & Parker). Loeblich & Tappan, 1988, p. 50, pl. 38, figs. 5-6.

Subfamília AMMOVOLUMMININAE Chernykh, 1967

Gênero *Ammodiscus* Reuss, 1862

***Ammodiscus* sp.**

(Estampa I, Fig. 28)

Ammodiscus Reuss, 1862. Loeblich & Tappan, 1988, p. 47, pl. 36, figs. 1-9

Superfamília HORMOSINACEA Haeckel, 1894

Família HORMOSINIDAE, Haeckel, 1894

Subfamília CUNEATINAE Loeblich e Tappan, 1984

Gênero *Warrenita* Loeblich e Tappan, 1984

***Warrenita palustris* (Warren), 1984**

(Estampa I, Fig. 29)

Warrenita palustris (Warren). Loeblich & Tappan, 1984, p. 1160.

Superfamília LITUOLACEA de Blainville, 1827

Família HAPLOPHRAGMOIDIDAE Maync, 1952

Gênero *Haplophragmoides* Cushman, 1952

***Haplophragmoides manilaensis* Andersen, 1953**

(Estampa I, Fig. 30)

Haplophragmoides manilaensis Andersen, 1953. Barbosa, 1995, p. 488, est. 4.

***Haplophragmoides wilberti* Andersen, 1953**

(Estampa I, Fig. 31)

Haplophragmoides wilberti Andersen, 1953. Barbosa, 1995, p. 488, est. 4; Laut, 2000, p. 30, est. 2, figs. 16-18.

Gênero *Trochamminita* Cushman & Brönnimann, 1948

***Trochamminita irregularis* Cushman & Brönnimann, 1948**

(Estampa I, Fig. 32)

Trochamminita irregularis Cushman & Brönnimann, 1948. Debenay *et al.*, 2002, p.530, est. 1, figs. 16 – 17.

Família LITUOLIDAE de Blainville, 1827

Subfamília AMMOASTUTINAE Loeblich & Tappan, 1984

Gênero *Ammoastuta*, Cushman & Brönnimann, 1948

***Ammoastuta inepta* (Cushman & Mc. Culloch), 1939**

(Estampa I, Fig. 33)

Ammoastuta inepta (Cushman & Mc. Culloch). Barbosa, 1995, p. 488, est. 4; Laut, 2000, p. 30, est. 3, fig. 32.

Subfamilia AMMOMARGINULININAE Podobina, 1978

Gênero *Ammobaculites* Cushman, 1991

***Ammobaculites* spp.**

(Estampa I, Fig. 34)

Ammobaculites Cushman, 1991. Barbosa, 1995, p. 486, est. 4, figs. 7 – 10.

Gênero *Ammotion* Loeblich & Tappan, 1953

***Ammotium cassis* (Parker), 1870**

(Estampa I, Fig. 35)

Ammotium cassis (Parker). Barbosa, 1995, p. 488.

***Ammotium pseudocassis* Cushamm & Brönnimann 1957**

(Estampa I, Fig. 36)

Ammotium pseudocassis Cushamm & Brönnimann 1957. Debenay *et al.*, 1998, p.73, est. 1, fig. 4.

***Ammotiom salsum* (Cushman & Brönnimann), 1948**

(Estampa I, Fig. 37)

Ammotiom salsum (Cushman & Brönnimann). Scott & Medioli, 1980, p. 35, est. 1, figs. 11-13; Barbosa, 1995, p. 488, est. 4; Laut, 2000, p. 30, est. 2, figs. 29-31.

Superfamília TEXTULARIACEA, Ehrenberg, 1838

Família TEXTULARIIDAE Ehrenberg, 1838

Subfamília TEXTULARIINAE Ehrenberg, 1838

Gênero *Textularia* DeFrance, 1824

***Textularia earlandi* (Parker), 1952**

(Estampa I, Fig. 38)

Textularia earlandi Parker, 1952; Laut, 2003. p. 75, est. 6. figs. 41 – 45.

Superfamília TROCHAMMINACEA Schwager, 1877

Família TROCHAMMINIDAE Schwager, 1877

Subfamília ARENOPARRELLINAE Saidova, 1981

Gênero *Arenoparrella* Andersen, 1951

***Arenoparrella mexicana* (Kornfeld), 1931**

(Estampa II, Fig. 39)

Arenoparrella mexicana (Kornfeld); Scott & Medioli, 1980, p. 35, est. 4, fig. 8-11: Laut, 2000, p.34, est. 4, fig. 39-40.

Subfamília ROTALIAMMININAE Saidova, 1981

Gênero *Siphotrochammina*, Sauders, 1957

***Siphotrochammina lobata* Sauder, 1957**

(Estampa II, Fig. 40)

Siphotrochammina lobata Sauders, 1957; Loeblich & Tappan, 1988, p. 124, est. 131, fig. 1-3.

Gênero *Tiphotrocha* Sauders, 1957

***Tiphotrocha comprimata* (Cushman & Brönnimann), 1948**

(Estampa II, Fig. 41)

Tiphotrocha comprimata Sauder, 1957; Barbosa, 1995, p. 489, fig. 4: 17-18; Laut, 2000, p. 35, est. 3, fig. 36-38.

Subfamília TROCHAMININAE Schwager, 1877

Gênero *Paratrochammina* Brönnimann, 1979

***Paratrochammina clossi* Brönnimann, 1979**

(Estampa II, Fig. 42)

Paratrochammina clossi Brönnimann, 1979; Debenay *et al.*, 1998, p. 75, est. 2, figs 14 – 15.

Gênero *Trochammina* Parker & Jones, 1859

***Trochammina inflata* (Montagu), 1808**

(Estampa II, Fig. 43)

Trochammina inflata (Montagu); Scott *et al.*, 1990, p. 733, est. 1, 3 a-b; Barbosa, 1995, p. 489, fig. 4:19-20; Laut, 2000, p. 36, est. 2, fig. 2.

***Trochammina macrescens* (Brady), 1870**

(Estampa II, Fig. 44)

Trochammina macrescens (Brady); Phleger & Walton, 1950, p. 281, est. 2, fig. 6-7; Scott & Mediolli, 1980, p. 44, est. 3, fig. 1-8; Scott *et al.*, 1990, p. 733, est. 1, fig. 2a-c, 3a-b; Barbosa, 1995, p. 489, fig. 4:25-26; Laut, 2000, p. 37, est. 2, fig. 13-14.

***Trochammina ochracea* (Williamson)**

(Estampa II, Fig. 45)

Trochammina ochracea (Williamson); Scott & Mediolli, 1980, p. 45, est. 4, figs. 4,5.

Ordem MILIOLIDA Delege e Hérouard, 1896

Superfamília MILIOLACEA Ehrenberg, 1839

Família HAUERINIDAE Schwager, 1876

Subfamília HAUERININAE Schwager, 1876

Gênero *Quinqueloculina* d'Orbigny, 1826

***Quinqueloculina seminulum* (Linnaeus, 1758)**

(Estampa II, Fig. 46)

Quinqueloculina seminula (Linnaeus, 1758); Debenay *et al.* 2002, p. 531, est. 2, fig.20

Quinqueloculina seminulum (Linnaeus, 1758); Barbosa, 1995, p. 490.

Ordem ROTALIIDA Delage & Hérouard, 1896

Superfamília ROTALIACEA Ehrenberg, 1839

Família ELPHIDIIDAE Galloway, 1933

Subfamília ELPHIDIINAE Galloway, 1933

Gênero *Elphidium* de Montfort, 1808

***Elphidium excavatum* (Terquem, 1875)**

(Estampa III, Fig. 47)

Elphidium excavatum (Terquem, 1875). Debenay *et al.*, 1998, est.4, fig.9-10.

***Elphidium gunteri* Cole, 1931**

(Estampa III, Fig. 48)

Elphidium gunteri Cole, 1931. Semensatto-Jr., 2006, p. 199, est. 9, figs. 6 – 7.

Família ROTALIIDAE Ehrenberg, 1839

Subfamília ROTALIINAE Ehrenberg, 1839

Gênero *Ammonia* Brünnich, 1772

***Ammonia beccarii* (Linnaeus), 1772**

(Estampa III, Fig. 49 e 50)

Ammonia beccarii (Linnaeus). Brünnich, 1772, p. 232. Scott & Mediolli, 1980, p. 35, est.5, figs. 8-9; Barbosa, 1995, p. 490; Walton & Sloan, 1990, p. 128-156; Laut, 2000, p. 38, est. 4, figs. 47-50.

OBS: Foram identificadas nas amostras as duas formas descritas em Walton & Sloan (1990): *A. beccarii* f. *parkinsoniana*, que se caracteriza por possuir uma teca mais ornamentada e botão umbilical; e *A. beccarii* f. *tepida*, que se caracteriza por ter uma teca menos ornamentada, mais fina e com uma depressão umbilical.

Estampa I

Figura 27. *Glomospira gordialis* – vista lateral, E 5, sobre a testa um pedaço de tecido vegetal.

Figura 28. *Ammodiscus* sp. – vista lateral, E 7.

Figura 29. *Warrenita palustris* – vista lateral, E 7.

Figura 30. *Haplophragmoides manilaensis* – vista lateral, E 4.

Figura 31. *Haplophragmoides wilberti* – vista lateral, E 5.

Figura 32. *Trochamminita irregularis* – vista ventral, E 4.

Figura 33. *Ammoastuta inepta* – vista lateral, E 4.

Figura 34. *Ammobaculites* sp. – vista lateral, E 6.

Figura 35. *Ammotium cassis* – vista lateral, E 7.

Figura 36. *Ammotium pseudocassis* – vista lateral, E 7.

Figura 38. *Ammotium salsum* – vista lateral, E 7.

Figura 39. *Textularia earlandi* – vista lateral, E 7.

ESTAMPA I

27



28



29



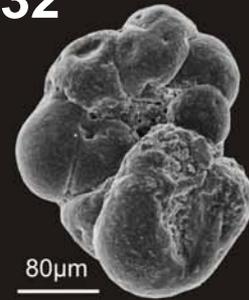
30



31



32



33



34



35



36



37



38

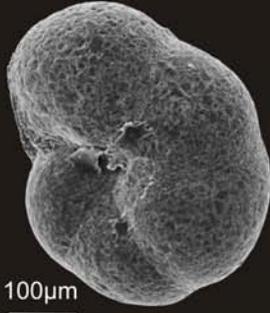


Estampa II

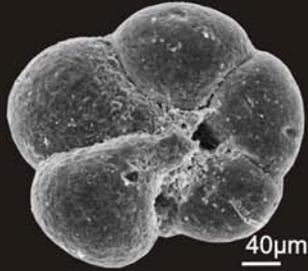
- Figura 39. *Arenoparrella mexicana* – vista ventral, E 7.
- Figura 40. *Siphotrochammina lobata* – vista ventral, E 6.
- Figura 41. *Tiphotrocha comprimata* – vista ventral, E 7.
- Figura 42. *Paratrochammina clossi* – vista ventral, E 7.
- Figura 43. *Trochammina inflata* – vista ventral, E 6.
- Figura 44. *Trochammina macrescens* – vista ventral, E 7.
- Figura 45. *Trochammina ochracea* – vista ventral, E 7.
- Figura 46. *Quinqueloculina seminulum* – vista lateral, E 9.
- Figura 47. *Elphidium excavatum* – vista lateral, E 9.
- Figura 48. *Elphidium gunteri* – vista lateral, E 2.
- Figura 49. *Ammonia beccarii* f. *parkinsoniana* – vista ventral, E 2.
- Figura 50. *Ammonia beccarii* f. *tépida* – vista ventral, E 5.

ESTAMPA II

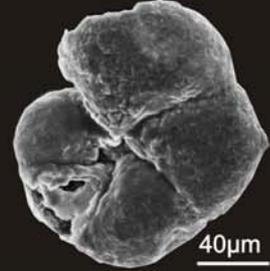
39



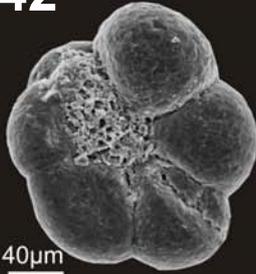
40



41



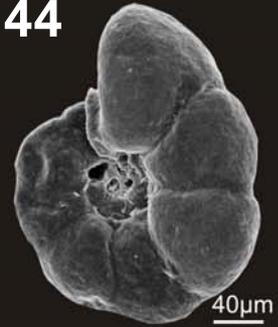
42



43



44



45



46



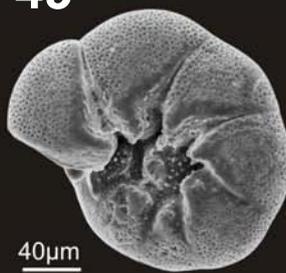
47



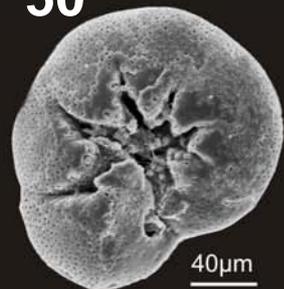
48



49



50



Reino ANIMALIA (Linnaeus, 1758)

Filo PORIFERA Grant, 1836

Classe DEMOSPONGIAE Sollas, 1885

(Fig. 51 C)

Filo MOLLUSCA Linnaeus, 1758

Classe GASTROPODA Curvier, 1797

Subclasse OPISTHOBANCHIA Milne Edwards, 1848

Ordem CEPHALASPIDEA P. Fischer, 1883

Superfamília CYLICHNOIDEA H. & A. Adams, 1854

Família BULLIDAE Rafinesque, 1815

Gênero *Bulla* Linnaeus, 1758

***Bulla striata* (Bruguière, 1792)**

(Fig. 52)

Bulla striata (Bruguière, 1792). Rios, 1994, p. 197, est. 65, fig. 929.

Filo ARTHROPODA

Subfilo CRUSTACEA

Classe OSTRACODA Jones, 1849

Ordem PODOCOPIDA Sars, 1866

Superfamília CYTHEROIDEA

Família CYTHERIDEIDAE Sars, 1925

Gênero *Cyprideis* Jones, 1857

***Cyprideis* spp.**

(Fig. 51 A)

Cyprideis Jones, 1857. Coimbra *et al.*, 2006, p. 299, fig.2 F-K.

Filo CHORDATA Batterson, 1885

Classe CHONDRICHTHYES Huxley, 1880

Subclasse ELASMOBRANCHII Bonaparte, 1838

Ordem CARCHARHINIFORMES Compagno, 1977

(Fig. 51 B)

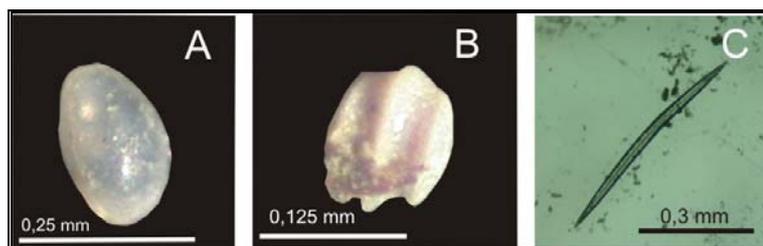


Figura 51. Fauna acompanhante. A – *Cyprideis* sp. (Ostracodes), T03M: 134 – 136 cm; B – Dentículo dérmico de tubarão (Carcharhiniformes), T03M: 128 – 130 cm; C – Espícula silicosa de esponja (Demospongiae), T03M: 140 – 142 cm.

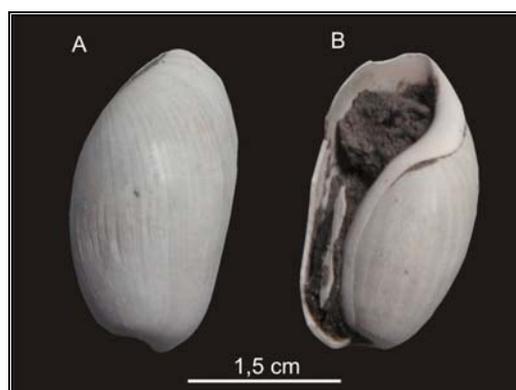


Figura 52. *Bulla striata* (Gastrópode), T03M: 136 – 138 cm. A – vista dorsal. B – vista ventral.

3.4 Perfil transversal: variáveis dependentes

Os foraminíferos ocorreram em todas as estações, exceto na estação E 11 e na estação E 12 (Fig. 53).

3.4.1 Densidade (d)

A densidade (d) variou entre 111,54 testas/cm³ (E 5) e 0,88 testas/cm³ (E 10) (Tab. VI e Fig. 53). Os maiores valores foram nas estações E 4 e E 5 (54,88 e 111,54 testas/cm³). Nas estações E 6 e E 7, os valores foram significativamente menores, variando entre 4,70 e 26,64 testas/cm³. Nas estações E 1, E 2, E 9 e E 10 encontraram-se os valores mais baixos (0,88 – 2 testas/cm³).

3.4.2 Riqueza (S)

A riqueza total de foraminíferos ao longo do perfil transversal foi de 24 espécies. Os valores de riqueza variaram entre 2 (E 1) e 17 (E 7) espécies (Tab. VI e

Fig. 53). As estações de maior riqueza (8 – 17 espécies) foram as E 4, E 5, E 6, E 7, E 8. A riqueza decresce em direção aos extremos (6 – 2 espécies).

Tabela VI - Abundância relativa das espécies por estação e descritores e índices ecológicos.

Espécies / Estação	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6	E 7	E 8	E 9	E 10
<i>Ammoastuta inepta</i>	-	-	-	3,2	-	-	1,5	-	-	-
<i>Ammobaculites</i> spp.	-	-	-	-	-	1,5	-	-	-	-
<i>Ammodiscus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	0,9	-	-	-
<i>Ammonia beccarii</i> f. <i>parkinsoniana</i>	-	21,0	24,0	0,6	3,7	-	-	0,9	-	-
<i>Ammonia beccarii</i> f. <i>tepida</i>	48,0	23,0	41,1	1,7	36,6	32,3	0,6	34,5	14,9	6,8
<i>Ammotium cassis</i>	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-	-
<i>Ammotium pseudocassis</i>	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-
<i>Ammotium salsum</i>	-	-	-	0,3	0,5	0,8	7,5	-	-	-
<i>Arenoparrella mexicana</i>	-	-	8,9	70,3	24,7	2,3	33,9	18,9	0,9	-
<i>Elphidium excavatum</i>	52,0	55,0	19,9	-	16,3	31,2	-	5,9	68,1	27,3
<i>Elphidium gunteri</i>	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Glomospira gordialis</i>	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-
<i>Haplophragmoides manilaensis</i>	-	-	-	4,7	0,2	-	-	-	-	-
<i>Haplophragmoides wilberti</i>	-	-	1,4	3,2	2,1	-	1,8	-	0,4	-
<i>Paratrochammina clossi</i>	-	-	-	-	-	0,4	0,3	-	-	-
<i>Quinqueloculina seminulum</i>	-	-	-	0,3	0,2	-	4,2	7,8	15,3	63,6
<i>Siphotrochammina lobata</i>	-	-	-	-	1,2	1,9	3,6	1,2	-	2,3
<i>Textularia earlandi</i>	-	-	-	-	-	0,8	8,7	-	-	-
<i>Tiphotrocha comprimata</i>	-	-	-	-	1,2	1,9	0,9	3,4	-	-
<i>Trochammina inflata</i>	-	-	4,8	15,2	12,4	26,5	28,2	27,3	0,4	-
<i>Trochamminita irregularis</i>	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-
<i>Trochammina macrescens</i>	-	-	-	0,3	0,5	-	1,2	-	-	-
<i>Trochammina ochacea</i>	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-	-
<i>Warrenita palustris</i>	-	-	-	-	0,2	0,4	5,1	-	-	-
Descritores e índices ecológicos										
<i>N</i> em 50 cm ³	50	100	292	2744	5577	1040	1332	322	235	44
<i>d</i> (testas/cm ³)	1	2	5,84	54,88	111,54	20,8	26,64	6,44	4,7	0,88
<i>S</i>	2	4	6	11	14	11	17	8	6	4
<i>H'</i>	0,692	1,041	1,449	1,066	1,682	1,501	1,936	1,616	0,920	0,911
<i>D_s</i>	0,491	0,394	0,271	0,520	0,237	0,271	0,212	0,238	0,507	0,473
<i>J'</i>	0,999	0,751	0,809	0,445	0,637	0,626	0,683	0,777	0,513	0,657
Ostracoda										
<i>Cypredeis</i> ssp	3	6	1	-	30	9	-	-	-	-

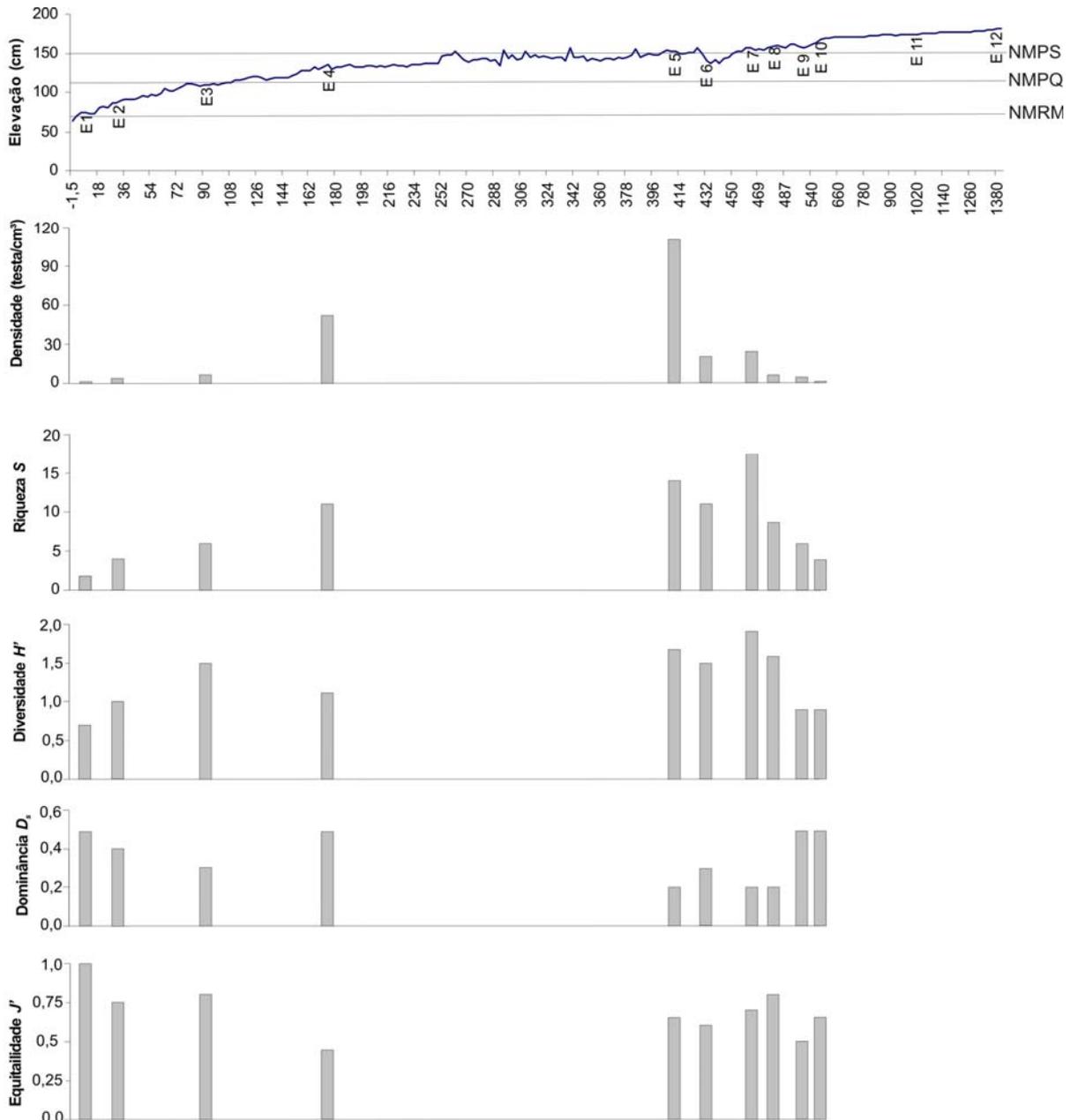


Figura 53. Gráfico dos descritores e índices ecológicos ao longo do perfil transversal.

3.4.3 Diversidade (H')

A diversidade ao longo da transversal variou entre 0,659 (E 2) e 1,936 (E 7) (Tab. VI e Fig. 53). Os maiores valores de diversidade ($H' > 1,5$) foram encontrados nas estações E 5, E 7 e E 8. Os menores valores ($H' < 1,5$) representou a maioria das estações (E 1, E 2, E 3, E 4, E 6, E 9 e E 10).

3.4.4 Dominância (D_s)

A Dominância ao longo da transversal variou entre 0,212 (E 7) e 0,520 (E 4) (Tab. VI e Fig. 53). Os baixos valores de dominância (0,212 – 0,271) se concentraram no centro do perfil (E 3, E 5, E 6, E 7 e E 8), exceto na estação E 4, onde a dominância foi a maior entre todas as estações 0,520. Os altos valores de dominância (0,393 – 0,507) limitaram-se nos extremos do manguezal (E 1, E 2, E 9 e E 10).

3.4.5 Equitabilidade (J')

A Equitabilidade variou no manguezal entre 0,444 (E 4) e 0,998 (E 1) (Tab. VI e Fig. 53). Exceto E 4, todas os valores das estações estiveram acima de 0,5.

3.4.6 Abundância relativa (p_i)

Ammonia beccarii f. tepida foi a espécie mais abundante nas estações E 3, E 5, E 6 e E 8 (Fig. 54). *Elphidium excavatum* foi a espécie mais abundante nas estações E 1, E 2 e E 9 (Fig. 54). *Arenoparrella mexicana* foi a espécie mais abundante nas estações E 4 e E 7 (Fig. 54). *Quinqueloculina seminulum* foi a espécie mais abundante na estação E 10 (Fig. 54).

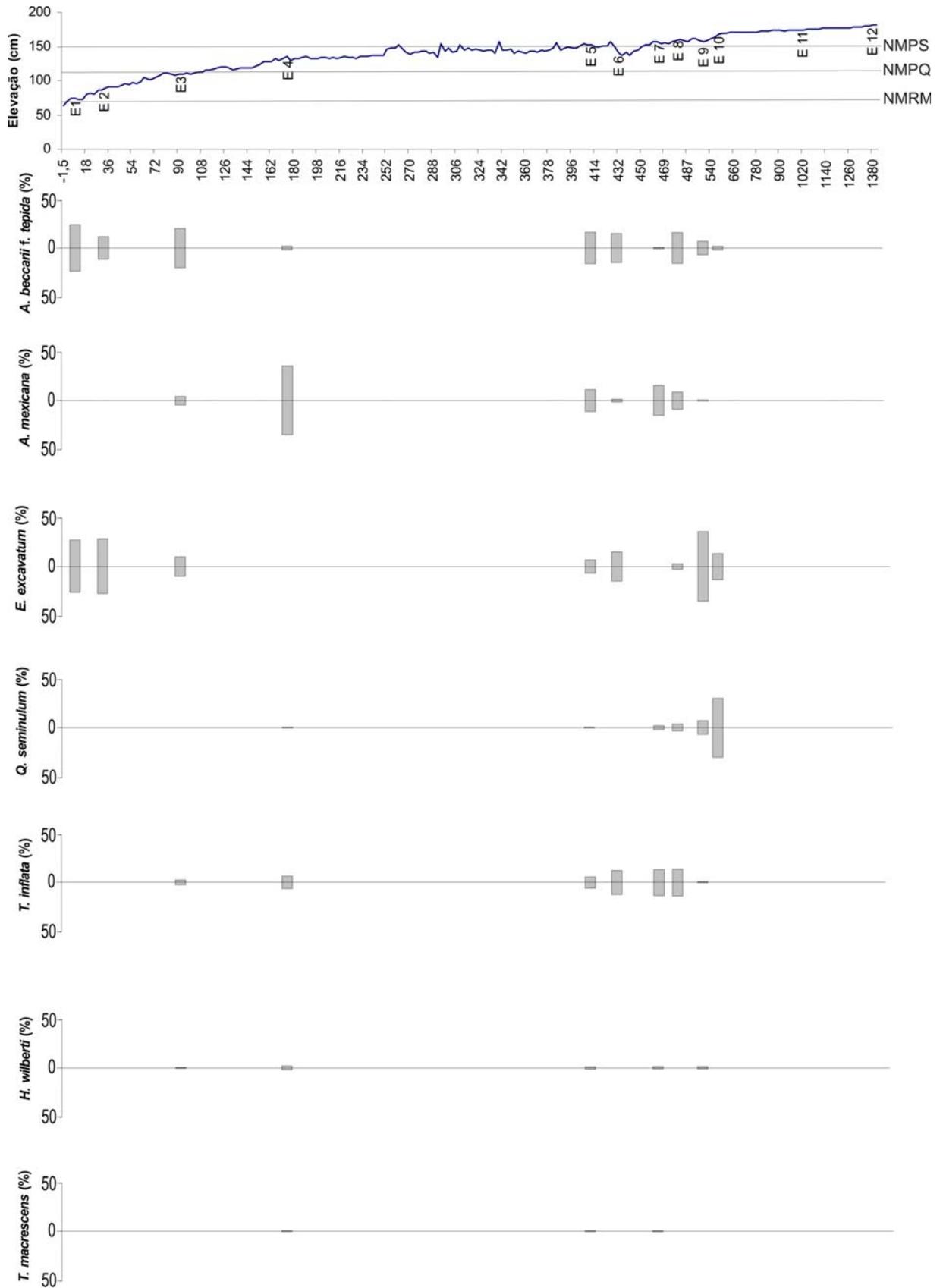


Figura 54. Gráfico da abundância relativa das espécies mais constantes.

3.4.7 Constância (C)

Pelo valor de constância, observa-se que na transversal 50% das espécies foram raras, com 5 espécies constantes e 7 acessórias (Tab. VII). Entre as espécies constantes, três eram de composição calcária contra apenas duas aglutinantes. Entre as espécies acessórias, seis eram aglutinantes contra uma calcária. Todas as espécies raras foram formas aglutinantes.

Tabela VII – Listas espécies classificadas em relação ao seu valor de Constância.

Espécies	p	C (%)	Classificação (Ariza, 1983)
<i>Ammonia beccarii f. tepida</i>	10	100	constante
<i>Elphidium excavatum</i>	8	80	constante
<i>Arenoparrella mexicana</i>	7	70	constante
<i>Trochammina inflata</i>	7	70	constante
<i>Quinqueloculina seminulum</i>	6	60	constante
<i>Ammonia beccarii f. parkinsoniana</i>	5	50	acessórias
<i>Haplophragmoides wilberti</i>	5	50	acessórias
<i>Siphotrochammina lobata</i>	5	50	acessórias
<i>Ammotium salsum</i>	4	40	acessórias
<i>Tiphotrocha comprimata</i>	4	40	acessórias
<i>Trochammina macrescens</i>	3	30	acessórias
<i>Warrenita palustris</i>	3	30	acessórias
<i>Ammoastuta inepta</i>	2	20	raras
<i>Haplophragmoides manilaensis</i>	2	20	raras
<i>Paratrochammina clossi</i>	2	20	raras
<i>Textularia earlandi</i>	2	20	raras
<i>Ammobaculites</i> spp.	1	10	raras
<i>Ammodiscus</i> sp.	1	10	raras
<i>Ammotium cassis</i>	1	10	raras
<i>Ammotium pseudocassis</i>	1	10	raras
<i>Elphidium gunteri</i>	1	10	raras
<i>Glomospira gordialis</i>	1	10	raras
<i>Trochamminita irregularis</i>	1	10	raras
<i>Trochammina ochacea</i>	1	10	raras

3.5 Perfil transversal: análises univariadas explanatórias

A riqueza de foraminíferos apresentou moderada correlação com a serapilheira ($R^2 = 0,47$, $P < 0,05$, Tab. VIII) e a densidade das árvores de mangue ($R^2 = 0,47$, $P < 0,05$, Tabela 4).

As estações associadas à habitats expostos apresentaram diferença significativa das estações associadas à habitats protegidos em relação à riqueza de foraminíferos (teste t, $t = -4,58$, $P < 0,001$, Tab. IX).

As abundâncias absolutas de *A. beccarii* f. *tepida* e *E. excavatum* não apresentaram correlação com nenhuma variável explanatória do presente estudo.

As abundâncias absolutas de *A. mexicana* e *H. wilberti* apresentaram correlação moderada com a riqueza de foraminíferos ($R^2 = 0,41$ e $R^2 = 0,48$, $P < 0,05$, Tab. VIII).

A abundância absoluta de *Q. seminulum* foi significativamente correlacionada com a matéria orgânica total ($R^2 = 0,70$, $P < 0,05$, Tabela 6) e com a altura média das árvores de mangue ($R^2 = 0,70$, $P < 0,05$, Tab. VIII).

A abundância absoluta de *T. inflata* foi significativamente correlacionada com a riqueza ($R^2 = 0,69$, $P < 0,05$, tabela 6) e com a serapilheira ($R^2 =$, $P < 0,05$, Tab. VIII).

Tabela VIII. Valores do coeficiente de determinação (R^2) e coeficiente de correlação r – Pearson para a riqueza e 6 espécies de foraminíferos em relação aos parâmetros ambientais e valor de riqueza (* = significativo, $P < 0,05$; ns = não significativo, $P > 0,05$).

Var. resposta	Riqueza	<i>A. beccarii</i> f. <i>tepida</i>	<i>E. excavatum</i>	<i>A. mexicana</i>	<i>H. wilberti</i>	<i>Q. seminulum</i>	<i>T. inflata</i>
Var. explanatória	R^2	<i>r</i> -Pearson	<i>r</i> -Pearson	R^2	R^2	R^2	R^2
Riqueza	-	0,28 ns	-0,13 ns	0,41 *	0,48 *	0,02 ns	0,69 *
Microtopografia	0,33 ns	0,25 ns	0,06 ns	0,09 ns	0,07 ns	0,38 ns	0,32 ns
Serapilhiera	0,47 *	0,1 ns	-0,24 ns	0,03 ns	0,01 ns	0,01 ns	0,70 *
MOT	0,19 ns	0,13 ns	0,16 ns	0,11 ns	0,11 ns	0,70 *	0,06 ns
Densidade	0,49 *	0,25 ns	0,42 ns	0,00 ns	0,01 ns	0,06 ns	0,38 ns
Altura média	0,04 ns	-0,29 ns	0,08 ns	0,04 ns	0,04 ns	0,60 *	0,20 ns
<i>R. mangue</i>	0,20 ns	0,05 ns	0,16 ns	0,02 ns	0,00 ns	0,04 ns	0,25 ns
<i>L. racemosa</i>	0,24 ns	-0,2 ns	-0,13 ns	0,08 ns	0,08 ns	0,09 ns	0,32 ns
<i>A. schaueriana</i>	0,01 ns	0,23 ns	0,03 ns	0,00 ns	0,05 ns	0,22 ns	0,7 ns
SR x S	Densidade x S	S x <i>A. mexicana</i>		S x <i>H. wilberti</i>			
$y = 5,48 + 9,34x$	$y = 5,49 + 0,0003x$	$y = -32,77 + 10,78x$		$y = -2,09 + 0,60x$			
MOT x <i>Q. seminulum</i>	Altura x <i>Q. seminulum</i>	S x <i>T. inflata</i>		SR x <i>T. inflata</i>			
$y = 31,73 - 1,27x$	$y = 14,92 - 1,99x$	$y = -18,99 + 6,67x$		$y = 7,54 + 963,69x$			

Tabela IX. Valores do teste t para a riqueza entre o habitat exposto e protegido. G.L. = graus de liberdade; Alfa = nível de significância crítica; F = razão entre variância, $F_c = F$ ao nível de 5%; t = comparação entre as médias; $t_c = t$ ao nível de 5 %; P = significância de t.

Var. resposta: Riqueza									
Var. explanatória	G.L.	Alfa	F	F_c	Média 1	Média 2	t	t_c	P
Habitat exposto x habitat protegido	4	0,05	4,19	9,6	4,4	12,2	-4,58	2,78	< 0,01

3.6 Perfil transversal: análise multivariada exploratória

3.6.1 Descrição

Através da análise de agrupamento foi possível agrupar as estações em 4 associações e as espécies em 5 associações (Fig. 55).

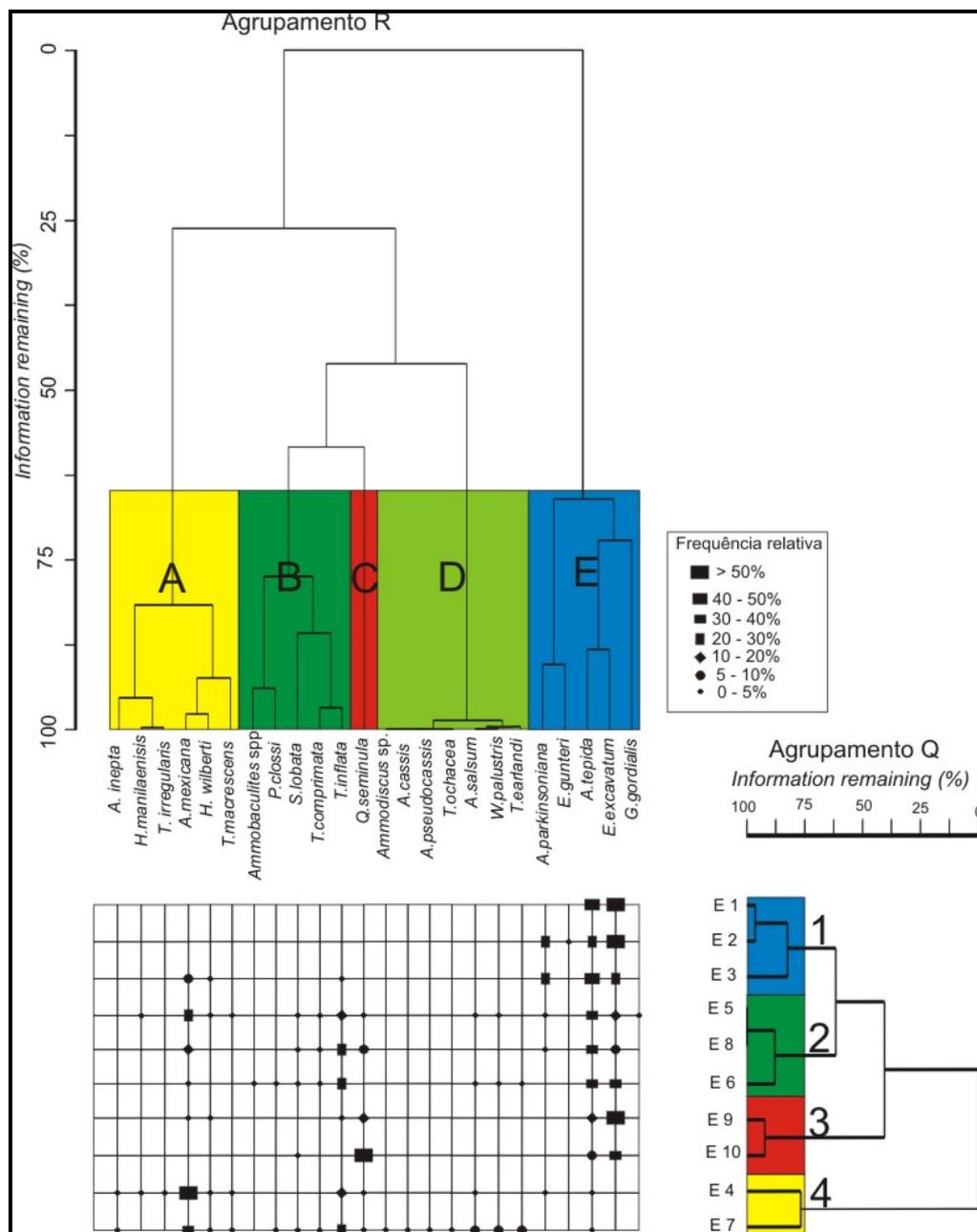


Figura 55. Análise de agrupamento no modo Q e R associado a frequência relativa das espécies de foraminíferos.

Associais por estações (Fig. 55):

Associação 1 – *Elphidium excavatum*/ *Ammonia beccarii* f. *tepida* - E 1, E 2 e E 3.

Associação 2 - *Ammonia beccarii* f. *tepida* / *Trochammina inflata* – E 5, E 6 e E 8.

Associação 3 - *Elphidium excavatum* / *Quinqueloculina seminulum* – E 9 e E 10.

Associação 4 – *Arenoparrella mexicana*/ *T. inflata* – E 4 e E 7.

Associações por espécies (Fig. 55):

Associação A - *Arenoparrella mexicana*

Espécies associadas: *A. inepta*, *H. manilaensis*, *T. irregularis*, *H. wilberti* e *T. macrescens*.

Associação B – *Trochammina inflata*

Espécies associadas: *Ammobaculites* spp., *P. clossi*, *S. lobata* e *T. comprimata*.

Associação C – *Quinqueloculina seminulum*

Associação D - *Ammotium salsum*

Espécies associadas: *W. palustris*, *T. earlandi*, *Ammodiscus* sp., *A. cassis*, *A. pseudocassis* e *T. ochacea*.

Associação E – *Elphidium excavatum*

Espécies associadas: *A. beccarii* f. *parkinsoniana*, *E. gunteri*, *A. beccarii* f. *tepida* e *G. gordialis*.

4.6.2 Ordenação

Análise multivariada em DCA apresentou coeficiente de variância de 69 % para o eixo 1 e de 2 % para o eixo 2 (Fig. 56 e Fig. 57). Contudo, dos sete descritores utilizados apenas a porcentagem de *R. mangue*, serapilheira, densidade (troncos vivos/há) e matéria orgânica total influenciaram significativamente a composição de espécies por estação.

Entre as estações analisadas, E 4, E 5, E 7, E 8 foram mais influenciadas pela presença mais significativa destes 4 descritores, com destaque para a porcentagem de *R. mangue* (Fig. 56). As estações E 6 e E 3, localizando-se na região mais central do gráfico, mostraram-se pouco influenciado pelos descritores analisados. As

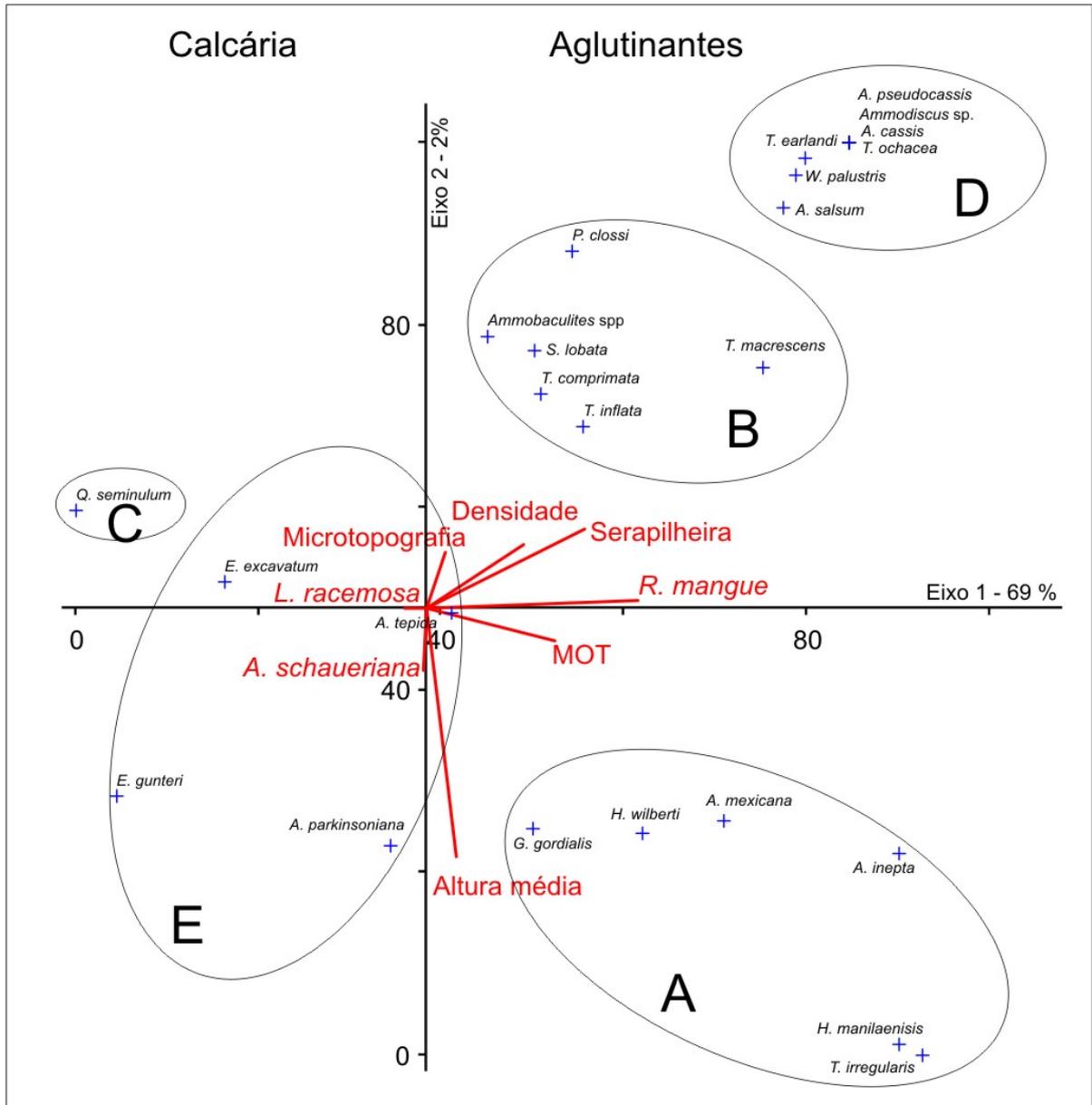


Figura 57. Análise da DCA entre as espécies do perfil transversal. As associações por espécies estão circuladas e identificadas pela letra correspondente.

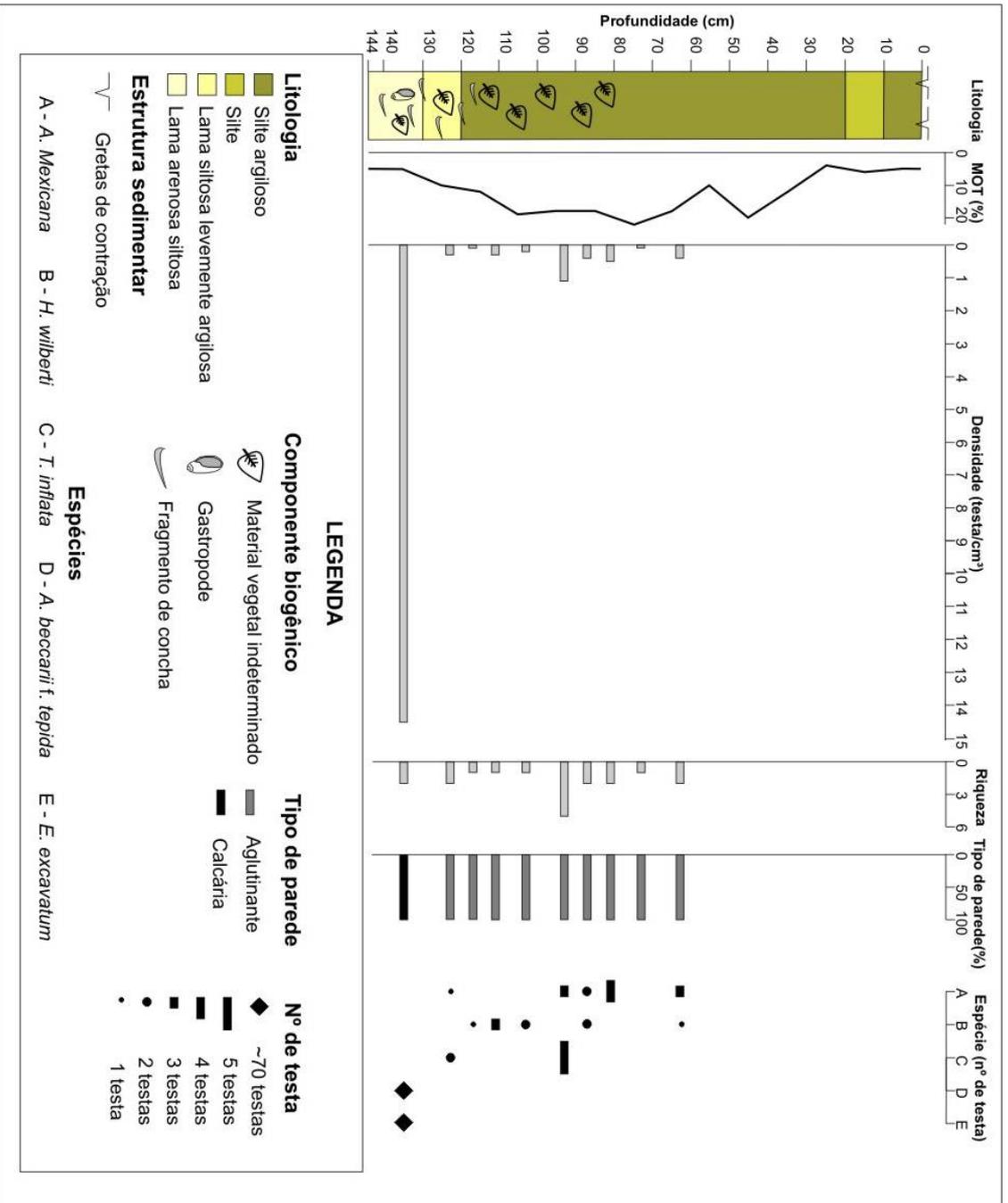


Figura 58. Descrição macroscópica, litologia, matéria orgânica total e análise dos foraminíferos ao longo do testemunho.

3.7.2 Matéria orgânica total (MOT)

O testemunho apresentou valores de matéria orgânica total variando entre 4,18 % (nível 20 – 24 cm) e 22,4 % (nível 70 – 74 cm) (Fig. 58). Entre o nível 144 – 124 cm o teor de matéria orgânica se manteve entre 4,38 % e 7,61 %. A partir do nível 124 cm os valores aumentam significativamente, variando entre 10,65% e 22,4 %. No nível 20 – 24 cm, os valores diminuem, variando entre 4,18% e 5,96%, até o topo.

3.7.3 Granulometria

Ao longo do testemunho foi possível identificar quatro classes texturais, silte argilosos, silte, lama siltosa levemente argilosa e lama arenosa-siltosa (Fig. 58 e Fig. 59). O testemunho se caracteriza:

- (i) 144 cm - 120 cm, camada de lama arenosa-siltosa com o topo de lama siltosa levemente argilosa (120 – 130 cm). A fração arenosa encontrada neste nível é exclusivamente composta por areia muito fina (Fig. 60);
- (ii) 120 cm – topo, camada de silte argilosos, com uma lente de silte no nível 10 cm – 14 cm.

3.7.4 Análise biótica

Foram identificados no testemunho 10 espécies de foraminíferos, onde 8 são formas aglutinantes e 2 são formas calcárias (Tab. X).

No nível 140 – 142 cm foi encontrado uma espícula silicosa de esponja (*Demospongiae*) (Fig. 51 C e Tab. X) e um dentículo dérmico de tubarão (*Carcharhiniformes*) (Tab. X).

No nível 136 – 138 cm foi encontrado 2 conchas de *Bulla striata* (Gastrópode) (Fig. 51 e Tab. X).

No nível 132 – 136 cm foram encontrados duas espécies de foraminíferos calcários, *A. beccarii* f. *tepida* e *E. excavatum* (Tab. X). Caracteriza-se por ser o nível de maior densidade de carapaças (14,5 testas/cm³) e a completa ausência de formas aglutinantes (Fig. 58). As testas das duas espécies apresentaram bom

estado de conservação. Neste nível também foi encontrada um ostracoda do gênero *Cyprideis* (Fig. 51 A e Tab. X).

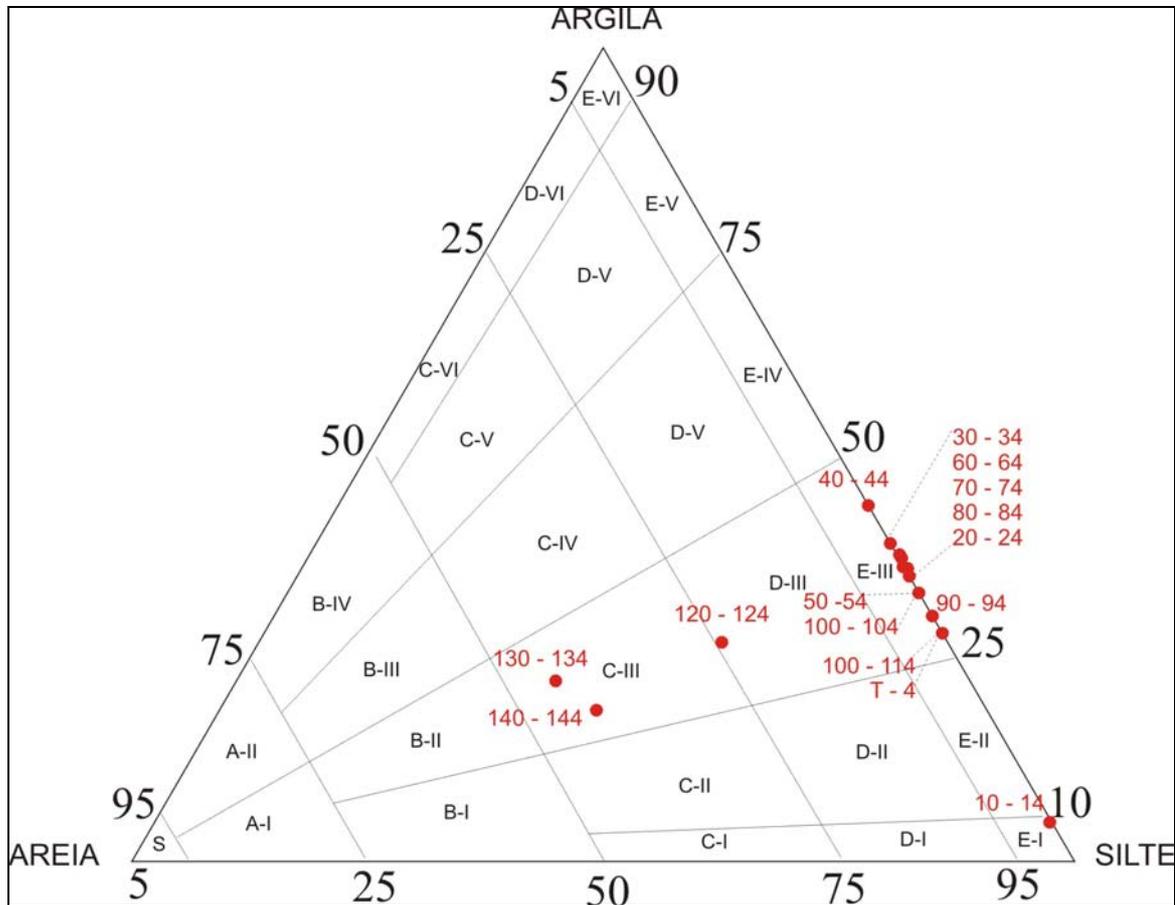


Figura 59. Diagrama triangular das classes texturais encontradas ao longo do testemunho.

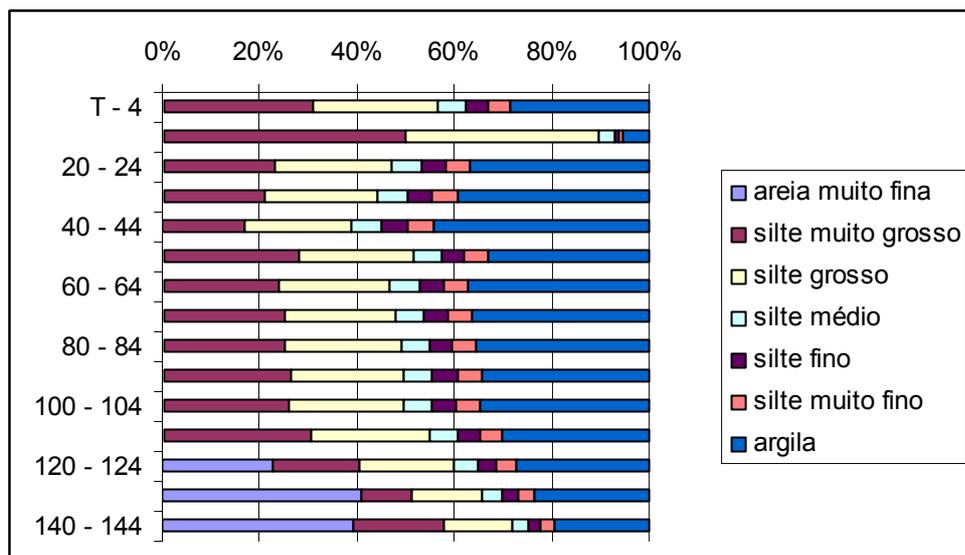


Figura 60. Gráfico discriminando as proporções relativas das frações granulométricas ao longo do testemunho.

No nível 128 – 130 cm foi encontrado outro dentículo dérmico de tubarão (Fig. 50 B e Tab. X).

Entre o nível 62 – 124 cm foram encontrados 8 espécies de foraminíferos aglutinantes distribuídos em nove níveis amostrados (Fig. 58 e Tab. X). Caracteriza-se pela baixa densidade ($< 1,2$ testas/cm³) e ausência de formas calcárias. *H. wilberti* e *A. mexicana* foram mais constantes neste nível, C = 56%. Os espécimes de *H. wilberti* apresentaram testas bem conservadas, enquanto que *A. mexicana* apresentaram testas alteradas.

Tecidos vegetais indeterminados foram registrados da base até o nível 82 cm.

Tabela X. Frequência absoluta das espécies de foraminíferos e da fauna acompanhante encontrado ao longo do testemunho.

Espécies / Nivel em cm	62-64	74-76	80-82	86-88	92-94	104-106	110-112	116-118	122-124	128-130	134-136	136-138	140-142
<i>Ammoastula inepta</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ammonia beccarii f. tepida</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ammonium cassis</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ammonium salsum</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Arenoparrela mexicana</i>	3	-	4	2	3	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Elphidium excavatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Haplophragmoides wilberti</i>	1	-	-	2	-	2	3	1	-	-	-	-	-
<i>Siphotrochammina lobata</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tiphotrocha comprimata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trochammina inflata</i>	-	-	-	-	5	-	-	-	2	-	-	-	-
<i>Trochammina sp.</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Descritores ecológicos													
N em 10 cm ³	4	1	5	4	11	2	3	1	3	0	145	0	0
d (festas/cm ³)	0,4	0,1	0,5	0,4	1,1	0,2	0,3	0,1	0,3	0	14,5	0	0
S	2	1	2	2	5	1	1	1	2	0	2	0	0
Porifera													
Classe Demospongiae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Gastropoda													
<i>Bulla striata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
Ostracoda													
<i>Cyprideis spp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Chondrichthyes													
Ordem Carcharhiniformes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1