

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS**

**ESTRATIGRAFIA E EVOLUÇÃO DA BARREIRA HOLOCÊNICA NA
PRAIA DO HERMENEGILDO (RS)**

LEONARDO GONÇALVES DE LIMA

ORIENTADOR: Prof. Dr. Sérgio Rebello Dillenburg

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. Luiz Tomazelli

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. Helenice Vital (UFRN)

Prof. Dr. Maria Cristina de Souza (UFPR)

Prof. Dr. Eduardo Guimarães Barboza (UFRGS)

**Dissertação de Mestrado apresentada
como requisito parcial para a obtenção
do Título de Mestre em Geociências.**

PORTO ALEGRE 2008

Lima, Leonardo Gonçalves de
Estratigrafia e evolução da barreira holocênica na Praia do
Hermenegildo (RS) / Leonardo Gonçalves de Lima. - Porto Alegre :
IGEO/UFRGS, 2008.
[72 f.] il.

Dissertação (Mestrado). - Universidade Federal do Rio Grande do
Sul. Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em
Geociências. Porto Alegre, RS - BR, 2008.

1. Geologia Costeira. 2. Evolução Costeira. 3. Barreiras Costeiras.
4. Estratigrafia. 5. Praia do Hermenegildo (RS). I. Título.

1 Catalogação na Publicação
Biblioteca Geociências - UFRGS
Renata Cristina Grun CRB 10/1113

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE ANEXOS

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	ÁREA DE ESTUDO.....	2
1.2	CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL	4
1.2.1	Sistema Laguna/Barreira III.....	5
1.2.2	Sistema Laguna-Barreira IV	6
1.3	CONTEXTO GEOLÓGICO LOCAL	7
1.3.1	Sistema Laguna/Barreira III na Região da Praia do Hermenegildo.....	8
1.3.2	Sistema Laguna/Barreira IV na Região da Praia do Hermenegildo	8
1.4	CLIMA.....	9
2	MÉTODOS E TÉCNICAS.....	10
2.1	LEVANTAMENTO GEOLÓGICO DE SUPERFÍCIE	10
2.2	GPR (<i>Ground penetrating radar</i>)	10
2.3	SONDAGEM.....	11
2.4	TOPOGRAFIA	12
2.5	SEDIMENTOLOGIA	12
2.6	ANÁLISES DE PALINOMORFOS E DIATOMÁCEAS	12
2.7	MALACOLOGIA.....	13
2.8	ANÁLISES DE RADIOCARBONO (¹⁴ C).....	13
3	RESULTADOS	14
3.1	LEVANTAMENTO GEOLÓGICO DE SUPERFÍCIE	14
3.2	LEVANTAMENTO DE SUB-SUPERFÍCIE.....	21
3.2.1	UNIDADES DE RADAR.....	21
3.2.1.1	RADARFÁCIES “R-L4”	2424
3.2.1.2	RADARFÁCIES “R-ML4”	24
3.2.1.3	RADARFÁCIES “R-B4”	24
3.2.2	SEÇÃO GPR-1 E GPR-2.....	24
3.2.3	FÁCIES SEDIMENTARES	25
3.2.4	SONDAGEM FS – 27	28
3.2.4.1	FÁCIES L3	28
3.2.4.2	FÁCIES B3	31
3.2.4.3	FÁCIES TA4	32
3.2.4.4	FÁCIES L4	33
3.2.4.5	FÁCIES ML4.....	34
3.2.4.6	FÁCIES T4	34
3.2.4.7	FÁCIES B4	36
3.2.5	SONDAGEM FS – 28	36
3.2.5.1	FÁCIES B3	36
3.2.5.2	FÁCIES L4	39
3.2.5.3	FÁCIES ML4.....	39
3.2.5.4	FÁCIES T4	40
3.2.5.5	FÁCIES B4	41
3.2.6	SONDAGEM FS –29	41
3.2.6.1	FÁCIES B3	41

3.2.6.2	FÁCIES L4	44
3.2.6.3	FÁCIES ML4.....	45
3.2.6.4	FÁCIES T4	46
3.2.6.5	FÁCIES B4	47
4	DISCUSSÃO.....	47
4.1	MODELO EVOLUTIVO	52
5	CONCLUSÃO	54
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
7	ANEXOS.....	64

RESUMO

A caracterização do sistema de barreiras costeiras na Praia do Hermenegildo, através de técnicas de sondagem (SPT) aliadas a métodos geofísicos de alta resolução (GPR), permitiu determinar as relações estratigráficas entre as unidades litológicas (fácies) dos ambientes deposicionais costeiros, bem como suas geometrias características. Horizontes orgânicos e conchas de moluscos foram submetidos a datações de radiocarbono, permitindo assim o posicionando cronológico das unidades estratigráficas. Além dos aspectos geológico-evolutivos, foram também analisados os aspectos climáticos e ecológicos que influenciaram a evolução ambiental desta região durante o final do Pleistoceno e no Holoceno. O registro estratigráfico identificado é composto de duas unidades maiores: i) uma unidade retrogradacional (transgressiva) holocênica; sobreposta ao ii) substrato pleistocênico. Estas unidades estão separadas por uma discordância erosiva, representando um hiato deposicional condicionado pelo nível de mar baixo do último estágio glacial. Com base na estrutura sedimentar, características sedimentológicas, datações de radiocarbono, análises de palinomorfos, diatomáceas e moluscos foi possível distinguir sete fácies sedimentares: Fácies L3 (estuarino/lagunar), Fácies B3 (marinho/raso/estuarino), Fácies TA4 (paludial de água doce), Fácies L4 (estuarino/lagunar), Fácies ML4 (margem lagunar), Fácies T4 (paludial) e Fácies B4 (eólico). A unidade (seqüência) pleistocênica (fácies L3 e B3) indicam que um sistema barreira-laguna foi presente na área ocupada atualmente pela Praia do Hermenegildo durante a Penúltima Transgressão. Os aspectos estratigráficos interpretados para a unidade holocênica indicam claramente uma natureza retrogradante (transgressiva), produzida pela migração de um sistema barreira-laguna em direção ao continente. O seu registro bioestratigráfico define uma máxima influência marinha (fácies L4), por volta de 6.800 cal anos AP, intercalando períodos de deposição tipicamente lacustres na retrobarreira (fácies TA4 e T4). A porção emersa da barreira corresponde a uma fácies eólica (B4), que ao transgredir sobre o ambiente lagunar de retrobarreira originou a fácies ML4 sob uma dinâmica lagunar. Os aspectos estratigráficos identificados para este setor costeiro convergem para um diagnóstico onde as tendências transgressivas operam neste setor nos últimos 6.800 cal anos AP.

ABSTRACT

The characterization of the coastal barrier system of Hermenegildo, by data obtained through SPT drilling and GPR allowed the establishment of the stratigraphic relationships between the lithological units of the coastal depositional environments of Hermenegildo, as well as the identification of their geometries. Organic horizons and shells were dated by ^{14}C , allowing the chronological positioning of the stratigraphic units. Not only geological aspects were analysed, but also climatic and ecological aspects that have influenced the environmental evolution of the study region at the end of the Pleistocene and during the Holocene. The stratigraphic record is formed by two major units: i) a retrogradational (transgressive) Holocene unit; overlying the ii) Pleistocene substrate. These units are limited by an erosional surface related to the sea level low stand of the last glaciation. Based on sedimentary structures, sedimentology, ^{14}C dating, palinology, analysis of diatoms and mollusks it was possible to distinguish seven sedimentary facies: Facies L3 (estuarine/lagoonal), Facies B3 (shallow marine/estuarine), Facies TA4 (fresh water marsh), Facies L4 (estuarine/lagoonal), Facies ML4 (lagoonal margin), Facies T4 (salt marsh) and Facies B4 (aeolian). The Pleistocene unit (facies L3 and B3) indicates the existence of a barrier/lagoon system in the present region of Hermenegildo beach at the time of the penultimate transgression. The stratigraphy of the Holocene unit clearly indicates its retrogradational (transgressive) nature, as a product of the landward migration of a barrier/lagoon system. The biostratigraphic record of the Holocene unit shows a maximum marine influence in the lagoonal system (facies L4) around 6,800 cal yrs BP, intercalating periods of typical lacustrine deposition in the backbarrier area (facies TA4 and T4). The emerged part of the barrier corresponds to the aeolian facies (B4), which by transgressing into the lagoonal depression formed facies ML4, under the lagoonal margin dynamics. The stratigraphic aspects of this coastal sector converge into a diagnostic of a transgressive trend of sea level operating in this sector in the last 6,800 cal yrs BP.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo.....	3
Figura 2 – Localização da Rodovia VRS-833, de acesso ao Balneário do Hermenegildo, sobre a qual foram executados perfis de GPR e sondagens SPT (Imagem Google Earth).....	3
Figura 3 – Mapa geológico simplificado da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, mostrando a distribuição dos principais sistemas deposicionais (modificado de Tomazelli & Villwock, 2000).....	4
Figura 4 – Perfis esquemático (W-E) transversal aos sistemas deposicionais da Planície Costeira do Rio Grande do Sul (extraído de Tomazelli & Villwock, 2000).....	5
Figura 5 – Foto aérea oblíqua do Sistema Laguna-Barreira IV na Praia dos Concheiros e extremo sul da Lagoa Mangueira.....	8
Figura 6 – Antenas utilizadas nos levantamentos 1- 5106 (200 MHz) e 2- SUBECHO (70 MHz).....	11
Figura 7 – Sondagem FS-29 acima da escarpa do pós-praia e a direita o amostrador RAYMOND/TERZAGHI.....	12
Figura 8 – Mapa geomorfológico de superfície da Praia do Hermenegildo.....	14
Figura 9 – Afloramento de sedimentos turfáceos no pós-praia, seguidos de cobertura de dunas na Praia do Hermenegildo, situados a 1,5 m acima do nível do mar.....	15
Figura 10 – Afloramento de sedimentos lagunares no estirâncio da Praia do Hermenegildo. (foto: Ulisses de Oliveira).....	15
Figura 11 – Face praial da área urbanizada da Praia do Hermenegildo.....	16
Figura 12 – Afloramento do sistema Laguna/Barreira III (Pleistoceno) na atual linha de costa...	16
Figura 13 – Dunas frontais ao norte da área urbanizada da Praia do Hermenegildo.....	17
Figura 14 – Em primeiro plano o campo de dunas de sombra formadas em tufos de <i>Spartina ciliata</i> e ao fundo o campo de dunas transversais.....	18
Figura 15 – “Slacks” localizados na porção central da Barreira IV na região da Praia do Hermenegildo.....	18
Figura 16 – Cadeias de dunas transversais posicionadas a 200 m da região de retrobarreira.....	19
Figura 17 – Lentes de minerais pesados associados a ondulações de areia grossa, bem selecionada na área interdunar associadas às cadeias de dunas transversais. A esquerda um histograma gerado a partir de uma amostra de topo das ondulações de areia.....	19
Figura 18 – Limite do sistema eólico avançando sobre os ambientes paludiais de retrobarreira. Ao fundo o banhado faz limite com a escarpa erosiva na Barreira III.....	20
Figura 19 – Sangradouros lagunares na margem leste da Lagoa Mangueira (Imagem Google Earth).....	20
Figura 20 – Detalhe da escarpa erosiva na Barreira III (escala 1 m).....	21
Figura 21 – Mapa geomorfológico simplificado de superfície dos sistemas deposicionais costeiros na região da praia do Hermenegildo e localização das sondagens FS-27, FS-28 e FS-29 e seções de GPR.....	22
Figura 22 – Seção GPR-1 interceptando a sondagem FS-27 e Seção GPR-2 interceptando a sondagem FS-28 (escala em metros). A- Registro com antena de 200 MHz. B- Padrão interpretado do registro com antena de 200 MHz. C- Registro com antenas de 70MHz. D- Padrão interpretado do registro com antenas de 70 MHz. E- Padrão das principais Radar Fácies identificadas para os registros com antenas de 200MHz.....	23
Figura 23 – Mosaico fotográfico das amostras sedimentares recuperadas. Escala vertical indicando a profundidade das amostras em relação ao nível do mar. Escala	

horizontal em relação ao tamanho do amostrador RAYMOND/TERZAGHI.....	26
Figura 24 – Seção estratigráfica da praia do Hermenegildo, composta a partir das sondagens FS-27, FS-28 e FS-29. Escala vertical (metros) em relação ao nível do mar (Exagero vertical de 1/200).....	27
Figura 25 – Coluna estratigráfica da sondagem FS-27 (profundidades em relação ao nível do mar).....	29
Figura 26 – Diagrama de porcentagens dos palinórfos e das diatomáceas identificados nas amostras da sondagem FS-27 (profundidades em relação ao nível do mar).....	30
Figura 27 – Coluna estratigráfica da sondagem FS-28 (profundidades em relação ao nível do mar).....	37
Figura 28 – Diagrama de porcentagens de palinórfos e de diatomáceas nas amostras da sondagem FS-28 (profundidades em relação ao nível do mar).....	38
Figura 29 – Coluna estratigráfica da sondagem FS-29 (profundidades em relação ao nível do mar).....	42
Figura 30 – Diagrama de porcentagens de palinórfos e de diatomáceas nas amostras da sondagem FS-29 (profundidades em relação ao nível do mar).....	43

INDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Idades de radiocarbono das amostras.....	25
Tabela 2 – Teores médios de areia, silte e argila das fácies sedimentares.....	25

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 – Ocorrência de moluscos segundo as fácies sedimentares, características ambientais (ecológicas) e substrato preferencial.....	64
Anexo 2 – Moluscos identificados nas sondagens FS-27, FS-28 e FS-29 (escalas gráficas correspondem a 2 mm).....	65
Anexo 3 – Distribuição de palinórfos nas amostras da sondagem FS-27.....	66
Anexo 4 – Distribuição de diatomáceas nas amostras da sondagem FS-27.....	67
Anexo 5 – Distribuição de palinórfos nas amostras da sondagem FS-28.....	67
Anexo 6 – Distribuição de diatomáceas nas amostras da sondagem FS-28.....	67
Anexo 7 – Distribuição de palinórfos nas amostras da sondagem FS-29.....	68
Anexo 8 – Distribuição de diatomáceas nas amostras da sondagem FS-29.....	68
Anexo 9 – Material fotográfico de palinórfos e diatomáceas encontrados (aumento de 400X)	69
Anexo 10 – Nódulos carbonáticos observados nas respectivas fácies sedimentares.....	70

1 INTRODUÇÃO

As barreiras costeiras são formadas e evoluem pela ação de processos associados às variações do nível do mar, energia de onda, declividade da plataforma, amplitude das marés, balanço de sedimentos, geometria da costa e da geologia antecedente (Curry, 1964; Davis e Hayes, 1984; Hayes, 1994; Lessa *et al.*, 2000; Dillenburg e Hesp, 2008).

Na costa brasileira, os modelos evolutivos regionais postulam que durante a Última Transgressão o presente nível do mar foi ultrapassado há aproximadamente 7.000 anos AP, e que o seu nível máximo foi alcançado em torno de 6.000 - 5.000 anos AP. Desde então é observada uma tendência geral de rebaixamento do nível do mar entre 2 e 5 metros nos últimos 6.000 anos AP (Martin e Suguio, 1992; Angulo e Lessa, 1997; Angulo *et al.* 1999; Lessa *et al.*, 2000). Nesta fase de rebaixamento, foi favorecido o desenvolvimento de barreiras regressivas (progradantes) (Angulo *et al.*, 1999; Suguio *et al.*, 1985). No entanto, segundo Dillenburg *et al.* (2000), no Rio Grande do Sul (RS), o comportamento do nível do mar não foi o principal fator controlador da evolução costeira nos últimos 6.000 anos, e sim o balanço sedimentar, controlado principalmente por variações no fluxo de energia ao longo da costa. Situações de balanço sedimentar positivo e negativo, em uma escala de longo período, determinaram a formação de barreiras transgressivas e regressivas.

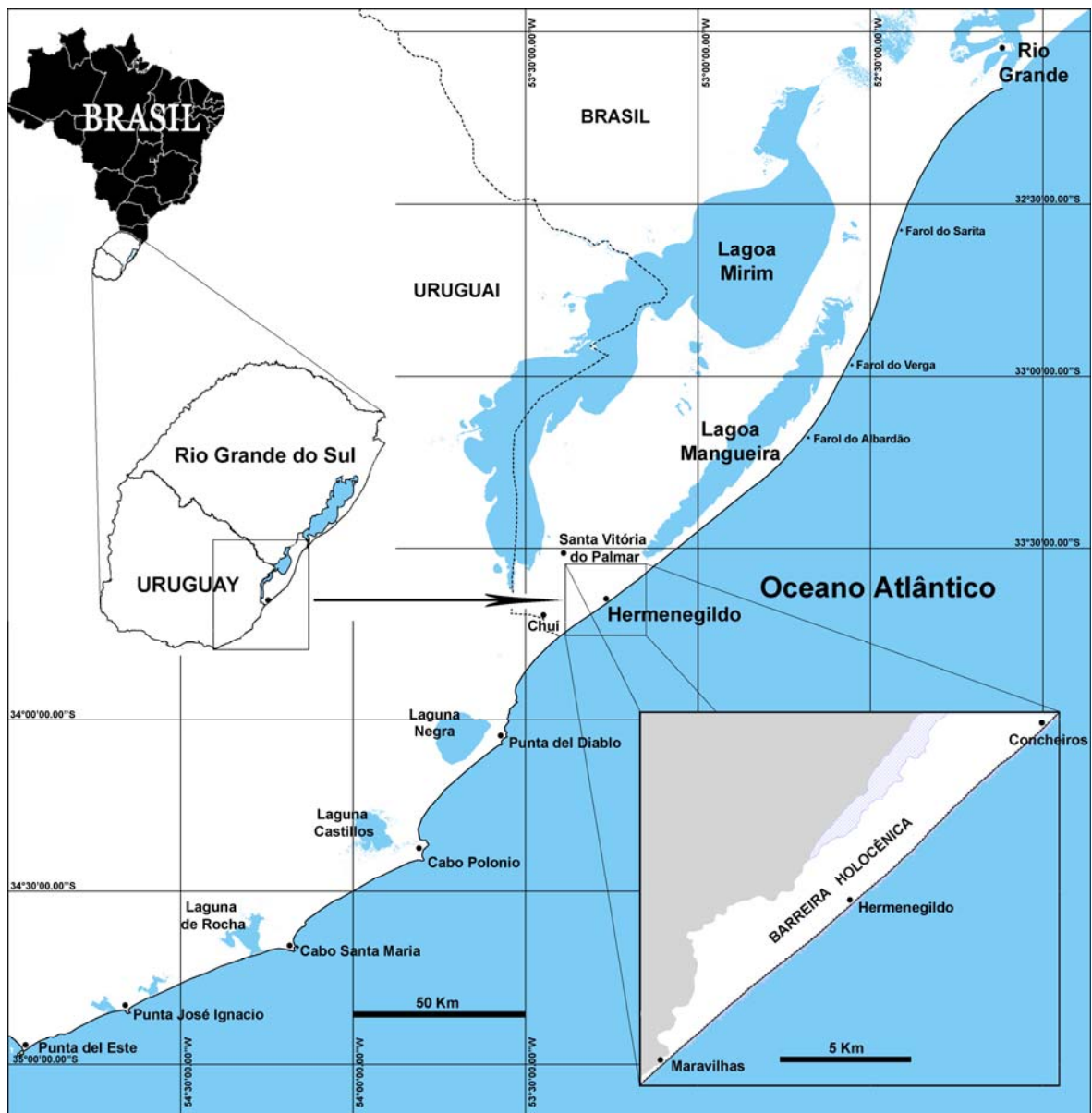
Na costa do RS, o desenvolvimento de barreiras holocênicas transgressivas é acompanhado de amplos depósitos lagunares (lamas) e paludiais (turfas) que afloram na linha de costa atual, indicando o caráter transgressivo da linha de costa (Tomazelli e Dillenburg, 1989). Várias causas foram apontadas para explicar a natureza do processo erosivo nestes setores, todas associadas a fenômenos naturais: (1) elevação atual do nível relativo do mar (Tomazelli e Villwock, 1989; Tomazelli, 1990; Tomazelli *et al.*, 1998); (2) efeito das marés meteorológicas associadas a eventos de tempestades (Calliari *et al.*, 1996); (3) concentração de energia de ondas devido à refração em feições morfológicas submersas (Calliari *et al.*, 1998) e (4) concentração de energia de ondas controlada por feições morfológicas de grande escala, associadas à topografia antecedente à última grande transgressão (Dillenburg *et al.*, 2000). Segundo Tomazelli *et al.* (1999) as causas apontadas não são excludentes e é provável que o fenômeno erosivo resulte da superposição das mesmas. Uma revisão crítica sobre as causas da erosão costeira no RS foi apresentada por Dillenburg *et al.* (2004), onde são confrontadas abordagens em distintas escalas deste processo.

A barreira holocênica, na região do balneário Hermenegildo, integra o denominado Litoral Sul do RS, até hoje não contemplado com investigações de detalhe sobre sua evolução na Época Holocênica, à exceção da região do balneário Cassino, onde a barreira foi estudada com relativo detalhe por Clerot (2004). Os trabalhos de Caron (2007) e Buchmann (1997) versam principalmente sobre o sistema lagunar holocênico, sem apresentarem detalhes sobre a morfologia e estratigrafia da barreira.

Neste contexto, delineou-se como objetivo deste trabalho o estudo detalhado sobre a morfologia, estratigrafia e evolução da barreira holocênica na região da Praia do Hermenegildo.

1.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende a área de ocorrência da barreira costeira holocênica (Barreira IV), na região da praia do Hermenegildo, localizada no município de Santa Vitória do Palmar, extremo sul da Planície Costeira do RS, situada 12 km ao Norte da fronteira com o Uruguai. A área efetivamente estudada está limitada pela barreira pleistocênica, a noroeste, pelo oceano Atlântico, a sudeste, e pela Praia dos Concheiros e Praia das Maravilhas, respectivamente a nordeste e sudoeste da praia do Hermenegildo (Fig. 1 e 2).



(Figura 1) Mapa de localização da área de estudo.

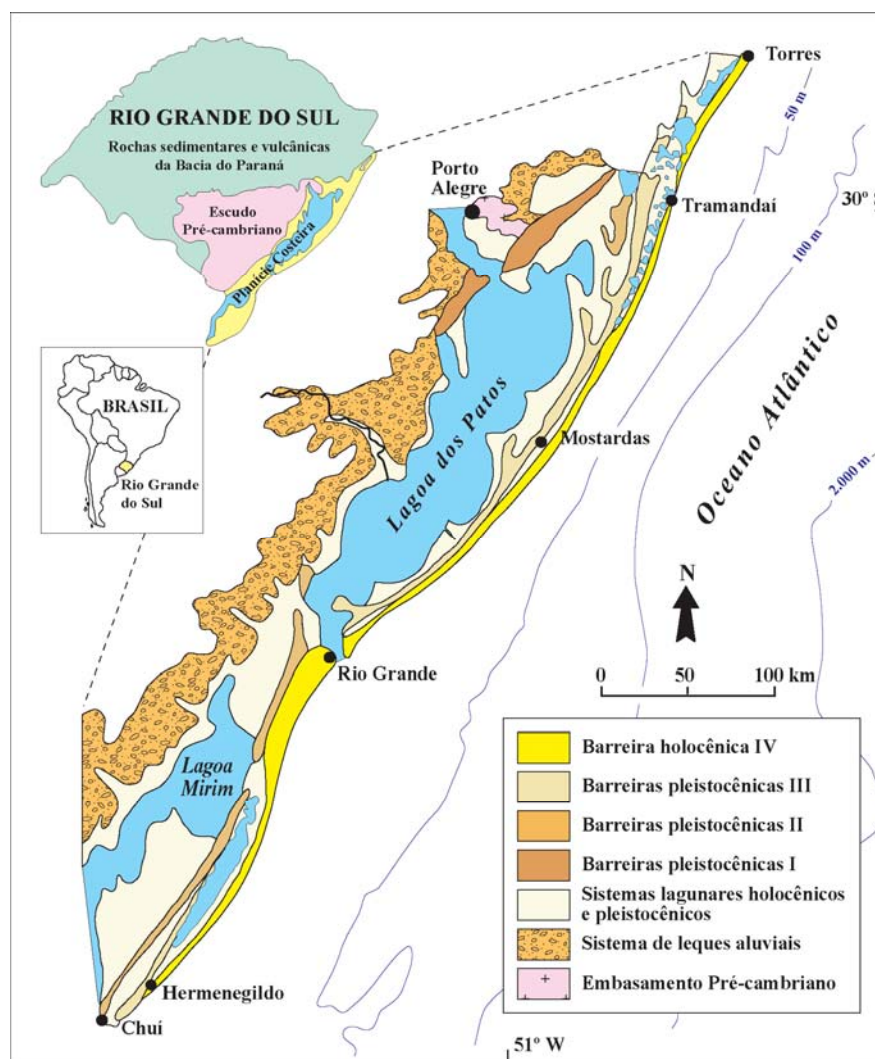


(Figura 2) Localização da Rodovia VRS-833, de acesso ao Balneário do Hermenegildo, sobre a qual foram executados perfis de GPR e sondagens SPT (Imagem Google Earth).

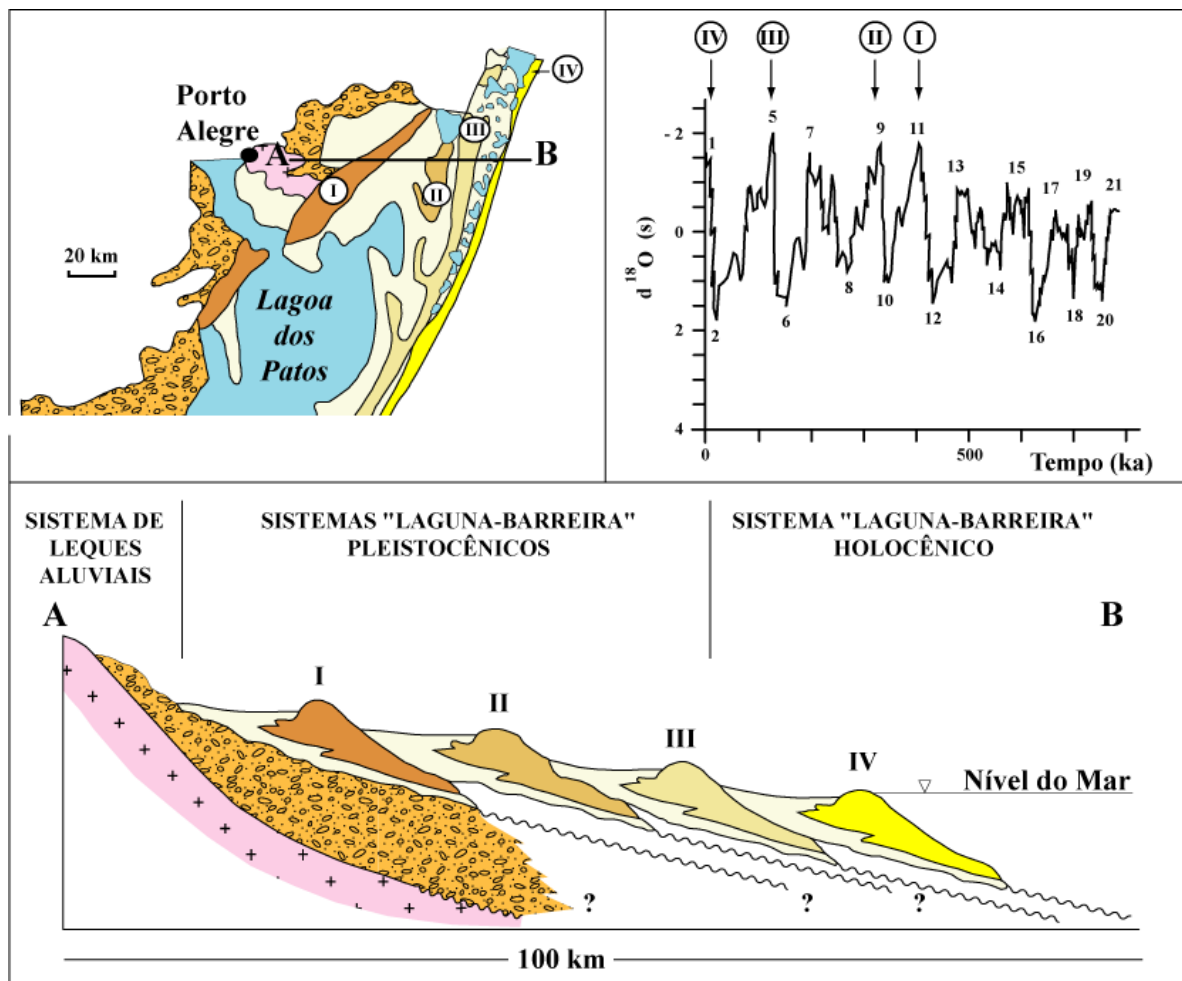
1.2 CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

A costa do RS caracteriza-se por apresentar um sistema deposicional de barreiras costeiras dominadas por ondas. Com 625 km de extensão, possui uma linha de costa ligeiramente ondulada, orientada NE-SW (Fig. 3).

A geologia e evolução da Planície Costeira do RS foram estudadas por diversos autores, como Delaney (1962), Villwock (1984), Villwock *et al.* (1986), Godolphim *et al.* (1989), Tomazelli e Villwock (1991), Toldo Jr. (1994) e Villwock e Tomazelli (1995). As unidades da planície costeira foram agrupadas por Villwock (1984), Villwock *et al.* (1986) e Villwock e Tomazelli (1995) em sistemas deposicionais, utilizando o critério de fácies sedimentares. Estes sistemas foram correlacionados aos últimos quatro grandes eventos transgressivos-regressivos do nível do mar através de curvas isotópicas de oxigênio, e denominados Sistemas Laguna-Barreira I, II, III (Pleistoceno) e Sistema Laguna-Barreira IV (Holoceno) (Fig. 3 e 4).



(Figura 3) Mapa geológico simplificado da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, mostrando a distribuição dos principais sistemas deposicionais (extraído de Tomazelli e Villwock, 2000).



(Figura 4) Perfis esquemático (W-E) transversal aos sistemas deposicionais da Planície Costeira do Rio Grande do Sul (extraído de Tomazelli e Villwock, 2000).

1.2.1 Sistema Laguna/Barreira III

Correspondendo ao subestágio isotópico de oxigênio 5e (125.000 anos AP), a formação da Barreira III foi responsável pela implantação final do Sistema Lagunar Patos-Mirim (Villwock e Tomazelli, 1995). As características gerais dos sedimentos da Barreira III permitem correlacioná-los aos depósitos arenosos marinhos descritos em outras partes do litoral brasileiro e relacionados com a “Penúltima Transgressão” ou “Transgressão Cananéia” de Bittencourt *et al.* (1979) e Suguio e Martin (1978), respectivamente.

Segundo Tomazelli e Dillenburg (2007) a sucessão estratigráfica da Barreira III corresponde a uma seqüência costeira tipicamente regressiva (progradante), onde a principal fonte de sedimentos foi o retrabalhamento de depósitos Quaternários pré-existent na antepraia e na plataforma continental. O máximo nível do mar alcançado durante este interglacial corresponde à fácies de estirâncio, com icnofósseis de *Ophiomorpha nodosa*, posicionados 7m acima do nível do mar atual (Tomazelli e

Dillenburg, 2007). Na linha de costa atual, na localidade do Farol do Conceição, Buchmann e Tomazelli (2003) dataram através do método de termoluminescência arenitos praias, obtendo uma idade em torno de 109.000 anos AP. Em porções emersas da Barreira III no litoral norte do RS, Poupeau (1988) determinou idades entre 50.000 e 130.000 anos AP.

1.2.2 Sistema Laguna-Barreira IV

O Sistema Laguna-Barreira IV iniciou sua formação, como resultado da migração de uma barreira transgressiva, durante os estágios finais da Transgressão Marinha Pós-Glacial (Dillenburg *et al.*, 2000).

Dillenburg *et al.* (1998) reconhece dois tipos básicos de barreiras costeiras holocênicas no RS: barreiras que representam um produto de condições erosivas de longo período (barreiras retrogradantes, barreiras de dunas transgressivas e barreiras acopladas “*mainland beach barriers*”) e aquelas que resultam de condições essencialmente deposicionais (barreiras progradantes, marcadas pela justaposição lateral de cordões litorâneos). Segundo Dillenburg *et al.* (1999) essa setorização das barreiras ocorre vinculada principalmente à topografia antecedente à última transgressão, condicionando diferentes situações de balanço de sedimentos.

A evolução diferenciada destas barreiras ao longo da costa do RS foi sintetizada por Dillenburg *et al.* (2000), utilizando-se de um modelo de evolução de barreiras (STM) com base na configuração geomorfológica atual. Neste modelo, a barreira holocênica apresenta setores da linha de costa na forma de projeções costeiras, associadas a uma plataforma continental de declividade relativamente alta, onde ocorrem barreiras estacionárias e transgressivas, e setores na forma de reentrâncias, onde ocorrem barreiras regressivas, em locais onde a plataforma adjacente tem baixa declividade.

Setores associados às reentrâncias costeiras são caracterizados por barreiras progradantes desenvolvidas através da construção de cordões litorâneos, cujas características podem ser observadas ao norte de Tramandaí (Godolphim, 1985; Dillenburg, 1994 e Hesp *et al.*, 2005) e ao sul da cidade de Rio Grande (Godolphim, 1985 e Clerot *et al.*, 2003). Nos setores associados a projeções costeiras, as barreiras apresentam-se estreitas e dominadas por um amplo campo de dunas livres (Dillenburg *et al.* 2000). Os sistemas eólicos destes setores foram descritos, na parte norte da planície costeira, por Tomazelli (1990) e na parte sul, por Arejano (1999).

Os depósitos praias da barreira são caracterizados por areias quartzosas, de granulação fina a muito fina (Martins, 1967), ocorrendo pontualmente, concentrações notáveis de biodetritos no extremo sul (Siegle, 1996).

Lima *et al.* (2001) aplicando o método do Fluxo Energia (U.S. Army, 1984) estimou o potencial de deriva litorânea na costa do RS a partir de medições de ondas em águas profundas. Os resultados deste estudo indicaram que as taxas mais elevadas (da ordem de 1,8 milhões de m³/yr entre Hermenegildo-Farol do Albardão e de 1,6 milhões m³/ano entre Cassino-Farol da Solidão) correspondem às áreas associadas à intensa erosão. De acordo com os resultados de Almeida *et al.* (2001), a orientação da costa tem um papel fundamental na deriva litorânea no Rio Grande do Sul, onde as mais elevadas taxas ocorrem na metade sul de projeções costeiras. Nestes trechos, as dunas e o pós-praia são escarpados, com altas concentrações de minerais pesados e afloramentos de depósitos paludiais e lagunares (Tomazelli *et al.*, 1995; Barletta, 1997; Calliari *et al.*, 1998).

O Sistema Lagunar IV situa-se na depressão lagunar holocênica, entre as barreiras III e IV. Este sistema é composto por corpos aquosos costeiros (rosário de lagoas do Litoral Norte, Lagoa do Peixe no Litoral Médio e a Lagoa Mangueira no sul), sistemas aluviais (rios meandранtes e canais inter-lagunares), sistemas deltaicos (deltas flúvio-lagunares) e sistemas paludiais (pântanos e turfeiras).

Diversos estudos palinológicos têm contribuído para a consolidação do conhecimento evolutivo do Sistema Lagunar IV, entre eles os trabalhos de: Cordeiro e Lorscheitter, 1994; Neves e Lorscheitter, 1995, 1996; Lorscheitter e Dillenburg, 1998; Neves, 1998; Medeanic *et al.*, 2000, 2001; Neves e Bauermann, 2001; Werneck e Lorscheitter, 2001; Marques-Toigo *et al.*, 2002; Bauermann, 2003 e Medeanic, 2006.

1.3 CONTEXTO GEOLÓGICO LOCAL

1.3.1 Sistema Laguna/Barreira III na Região da Praia do Hermenegildo

No Litoral Sul do RS, a Barreira III condicionou o desenvolvimento de uma área de retrobarreira de grande expressão regional. Segundo Buchmann *et al.* (2001) a fácies arenosa basal deste sistema, contendo icnofósseis *Ophiomorpha nodosa*, representa um ambiente de praia intermarés, sobre os quais foram depositados de forma discordante sedimentos lagunares contendo fósseis de mamíferos terrestres extintos. Segundo Bombin e Klamt (1975), no topo destes depósitos são comuns concreções carbonáticas nodulares e irregulares, formados sob regime de um clima quente e seco. Delaney (1962) denominou

este horizonte calcificado de *Caliche Cordão* sugerindo que sua formação decorreu de um grande evento pedogenético que atingiu a região.

1.3.2 Sistema Laguna/Barreira IV na Região da Praia do Hermenegildo

O Sistema Lagunar IV no Litoral Sul é representado atualmente pela Lagoa Mangueira e banhados associados (Fig. 5). Segundo Beltrame e Tucci (1998) a bacia de drenagem deste sistema comporta uma área de 2000 km². A orientação principal da Lagoa Mangueira, no mesmo sentido dos ventos predominantes SW e NE, produz uma ampla pista de vento (“*fetch*”), intensificando a geração de ondas e correntes levando ao desenvolvimento de seqüências erosivas e deposicionais em ambas as margens, originando esporões arenosos (“*spits*”).



(Figura 5) Foto aérea oblíqua do Sistema Laguna-Barreira IV na Praia dos Concheiros e extremo sul da Lagoa Mangueira.

Ao sul do farol do Albardão (Fig. 1) o Sistema Laguna-Barreira IV estreita-se progressivamente, ilustrando uma significativa migração da barreira em direção ao continente. A variação no caráter morfodinâmico e sedimentológico das praias deste setor é evidente, tornando-se, para sul, mais estreitas e inclinadas, de características intermediárias tendendo a reflectivas, e com a presença de um trecho de 30 km com sedimento bimodal, constituído por areia e cascalho biodetrítico (Calliari e Klein, 1993; 1995; Asp, 1996). Uma parcela destas areias é grossa, sendo originária de antigos depósitos fluviais pleistocênicos preservados na plataforma continental e retrabalhados pela dinâmica atual (Figueiredo Jr., 1975; Abreu e Calliari, 2005), enquanto o material biodetrítico, de composição carbonática,

é altamente fragmentado e arredondado, caracterizando um ambiente de alta energia (zona de arrebentação) na sua fase de acumulação (Corrêa *et al.*, 1977).

Segundo Pereira da Silva (1998) a maior concentração de sangradouros no Litoral Sul do RS ocorre condicionada ao setor entre a Praia do Hermenegildo e a barra do Chuí, principalmente pela natureza impermeável do substrato praial e do campo de dunas, composto por turfas e lamas.

1.4 CLIMA

Nobre *et al.* (1986) descreve a região como sendo parte da fronteira entre as latitudes subtropicais e latitudes médias temperadas da borda oeste do Atlântico Sul. O regime de ventos e massas de ar estão vinculadas ao anticiclone tropical semi-fixo do Atlântico Sul e do Anticiclone Polar Migratório (Fonzar, 1994). A alternância de ação entre estes dois anticiclones, durante todo o ano, faz com que ocorram ventos do quadrante NE com maior frequência nos meses de setembro a fevereiro, e ventos de SW de forte intensidade durante os meses de abril a agosto (Godolphim, 1976).

A passagem dos anticiclones migratórios induz a uma variação na direção do vento de NE para SW. Já o anticiclone semi-fixo do Atlântico Sul apresenta, segundo Fonzar (1994), um movimento zonal, ora se afastando para o oceano, ora invadindo o continente, determinando não somente a circulação de ventos e massas de ar, mas também a sazonalidade no deslocamento dos sistemas frontais e linhas de instabilidade. As maiores perturbações atmosféricas da região são os chamados sistemas frontais, destacados como sistemas de escala sinóptica (> 3000 km). Originários de ondas baroclínicas de latitudes médias, imersas nos ventos de oeste, propagam-se de sudoeste para nordeste ao longo da costa leste da América do Sul, onde chegam a atingir latitudes tropicais. A distribuição anual dos sistemas frontais é em média de seis por mês, observando-se um pico nos meses de inverno (Nobre *et al.*, 1986).

Tomazelli (1993) classifica o regime de ventos na costa do extremo sul do Brasil como bimodal obtuso e de alta energia. Análises efetuadas por Tomazelli (1990) e Arejano (1999) caracterizam a região como de alta energia e de baixa variabilidade direcional. Estes autores observam que ocorre uma dominância dos ventos de NE na maior parte do ano, entretanto seriam os ventos de S-SW-W os de maior velocidade. Estes estão associados à passagem de tempestades e juntamente com os ventos S e SE, resultando no empilhamento de água na costa.

As ondas provenientes de SW, S e SE são dominantes, com uma altura significativa de 1,5 m, determinando uma resultante de deriva litorânea de SW para NE (Tomazelli e Villwock, 1992; Tomazelli, 1993). A amplitude média de maré é de 0,5 m (micromaré) com marés semi-diurnas (Tomazelli e Villwock, 1992).

2 MÉTODOS E TÉCNICAS

2.1 LEVANTAMENTO GEOLÓGICO DE SUPERFÍCIE

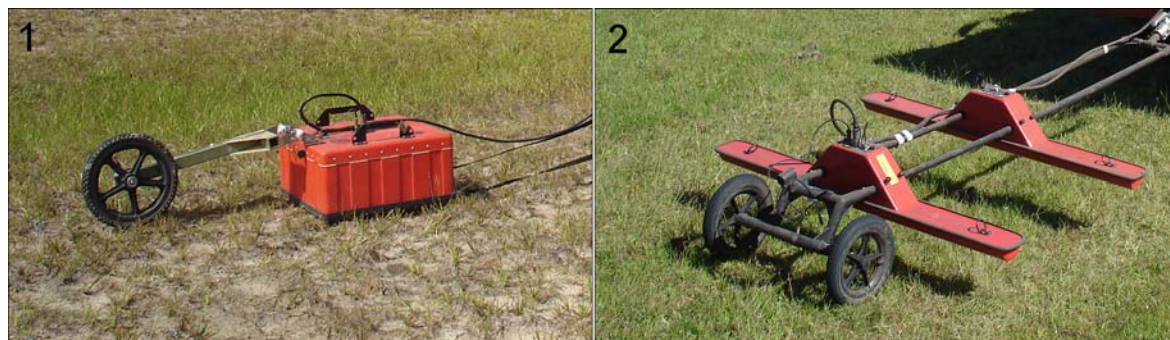
Para o levantamento geológico de superfície foram utilizados os mapeamentos pretéritos de Soliani Jr. (1973), Villwock e Tomazelli (1995) e CPRM/CECO (2000), imagens orbitais Landsat 7 sensor ETM+ nas bandas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8, imagens Google Earth, fotos aéreas de grande formato levantadas nos anos de 1947, 1966, 1996 pelo Exército Brasileiro nas escalas de 1:40000 e 1:60000, e dados de radar topográfico SRTM disponibilizadas pelo Global Land Cover Facility, Institute for Advanced Computer Studies; University of Maryland, College Park, USA (GLCF). As imagens, as fotos e os dados de radar topográfico foram processados no software GLOBAL MAPPER 6, gerando a base de dados cartográficos utilizados na construção de um mapa geomorfológico de superfície para a região do Hermenegildo.

Levantamentos complementares de campo foram realizados objetivando o reconhecimento dos principais aspectos morfológicos de superfície do sistema de barreiras costeiras na região do balneário do Hermenegildo, através da caracterização da cobertura sedimentar superficial e identificação de espécies vegetais. Estes levantamentos estenderam-se da região da Praia dos Concheiros até a Praia das Maravilhas (Fig. 1). Foram percorridos 120 km a pé acompanhando os principais limites dos sistemas, representados pela praia oceânica, margem lagunar leste e margem lagunar oeste (limite Pleistoceno/Holoceno em superfície).

2.2 GPR (*GROUND PENETRATING RADAR*)

A estruturação interna da barreira costeira na Praia do Hermenegildo foi investigada usando um móvel GSSI SID-2 *Ground Penetrating Radar* (GPR), e duas antenas: uma bi-estática SUBECHO (70 MHz) e uma GSSI-5106 (200 MHz) (Fig. 6). O método baseia-se nas propriedades físicas de propagação e reflexão de ondas eletromagnéticas devido às diferenças na constante dielétrica dos horizontes em sub-superfície. Esta técnica fornece

informações contínuas tanto em profundidade como em extensão lateral, de forma não evasiva. Para o georeferenciamento dos perfis de GPR utilizou-se um sistema de DGPS Trimble. A aquisição dos dados consistiu na perfilagem ao longo da rodovia VRS-833 de acesso à praia do Hermenegildo, totalizando 4,5 Km lineares de seções de GPR. Posteriormente os dados selecionados foram processados no software RADAN.



(Figura 6) Antenas utilizadas nos levantamentos **1-** GSSI-5106 (200 MHz) e **2-** SUBECHO (70 MHz).

2.3 SONDAGEM

Foram executadas três sondagens geotécnicas SPT (*Standard Penetration Test*) na margem da rodovia VRS-833 de acesso a Praia do Hermenegildo, denominadas FS-27, FS-28 e FS-29. Estas sondagens foram dispostas ao longo de um perfil transversal à barreira holocênica, espaçadas aproximadamente por 1 km (Fig. 21). A sondagem FS-27 localiza-se a 350 m do limite com a barreira pleistocênica; a sondagem FS-28 localiza-se na porção central da barreira e por fim, a sondagem FS-29, executada sobre a área urbanizada da praia, imediatamente acima da escarpa erosiva do pós-praia (Fig. 8).

A técnica (SPT) consiste basicamente em uma medida de resistência dinâmica, conjugada a uma sondagem de reconhecimento. Essa técnica permite acessar grandes profundidades, porém de forma descontínua. As perfurações são realizadas com o auxílio de circulação de água com bentonita. A extração das amostras é realizada com o amostrador RAYMOND/TERZAGHI (Fig. 7) a cada 0,55 m perfurados. A penetração deste amostrador fornece um índice de compactação do sedimento. Foram recuperadas 49 amostras referentes ao total de 51 m sondados (Fig. 23).



(Figura 7) Sondagem FS-29 acima da escarpa do pós-praia e a direita o amostrador RAYMOND/TERZAGHI.

2.4 TOPOGRAFIA

Utilizou-se uma estação total Nikon modelo DMT-330 para o nivelamento topográfico das sondagens. Este nivelamento foi feito ao longo da rodovia VRS-833, estendendo-se da face praial (linha de máximo espraiamento), até os banhados de retrobarreira, em uma extensão total de 2.270 m.

2.5 SEDIMENTOLOGIA

A textura e características composicionais das amostras da sondagem foram analisadas usando técnicas sedimentológicas usuais (peneiramento e pipetagem). Foram processadas um total de 58 amostras utilizando intervalos de $\frac{1}{2}$ phi. Os parâmetros estatísticos de Folk e Ward (1957) e a classificação textural segundo Shepard (1954) foram determinados a partir do programa PANCON.

2.6 ANÁLISES DE PALINOMORFOS E DIATOMÁCEAS

O fracionamento das amostras para as análises de palinórfos e de diatomáceas incluíram 28 amostras nas fácies lamosas e orgânicas amostradas nas sondagens FS-27, FS-28 e FS-29.

A descrição de palinomorfos realizada neste estudo comportou, além de grãos de pólen e esporos, outras estruturas biológicas (vegetais e animais) abundantemente preservadas nos sedimentos analisados. Estas são: micro-estruturas de parede resistente de algas; fungos; restos de exoesqueletos; estruturas resistentes de animais invertebrados e fitoclastos. Alguns destes microfósseis, de estrutura e morfologia características, têm ainda uma origem taxonômica desconhecida; no entanto, sua importância ecológica complementa substancialmente as análises palinológicas.

O processamento químico das amostras seguiu as técnicas palinológicas usuais descritas em Faegri e Iversen (1975), onde as amostras são tratadas com HCL (10%) e KOH (10%). A não utilização de HF permitiu integrar a análise de palinomorfos com a análise de estruturas de organismos silicosos (diatomáceas e fitólitos). Aplicou-se o método de separação entre substâncias inorgânicas e orgânicas através de líquido denso (solução aquosa de $ZnCl_2$ de densidade $2,2 \text{ g/cm}^3$). Lâminas de palinomorfos e diatomáceas foram confeccionadas e fotografadas (Anexo 9).

2.7 MALACOLOGIA

A amostragem para análise malacológica foi realizada a partir da coleta macroscópica de conchas no registro sedimentar das sondagens FS-27, FS-28 e FS-29. A determinação taxonômica dos moluscos foi feita através de lupa e consulta dos trabalhos de Forti-Esteves (1974), Rios (1975), e Godophim *et al.* (1989). O material malacológico foi acondicionado em lâminas e fotografado (Anexo 2).

2.8 ANÁLISES DE RADIOCARBONO (^{14}C)

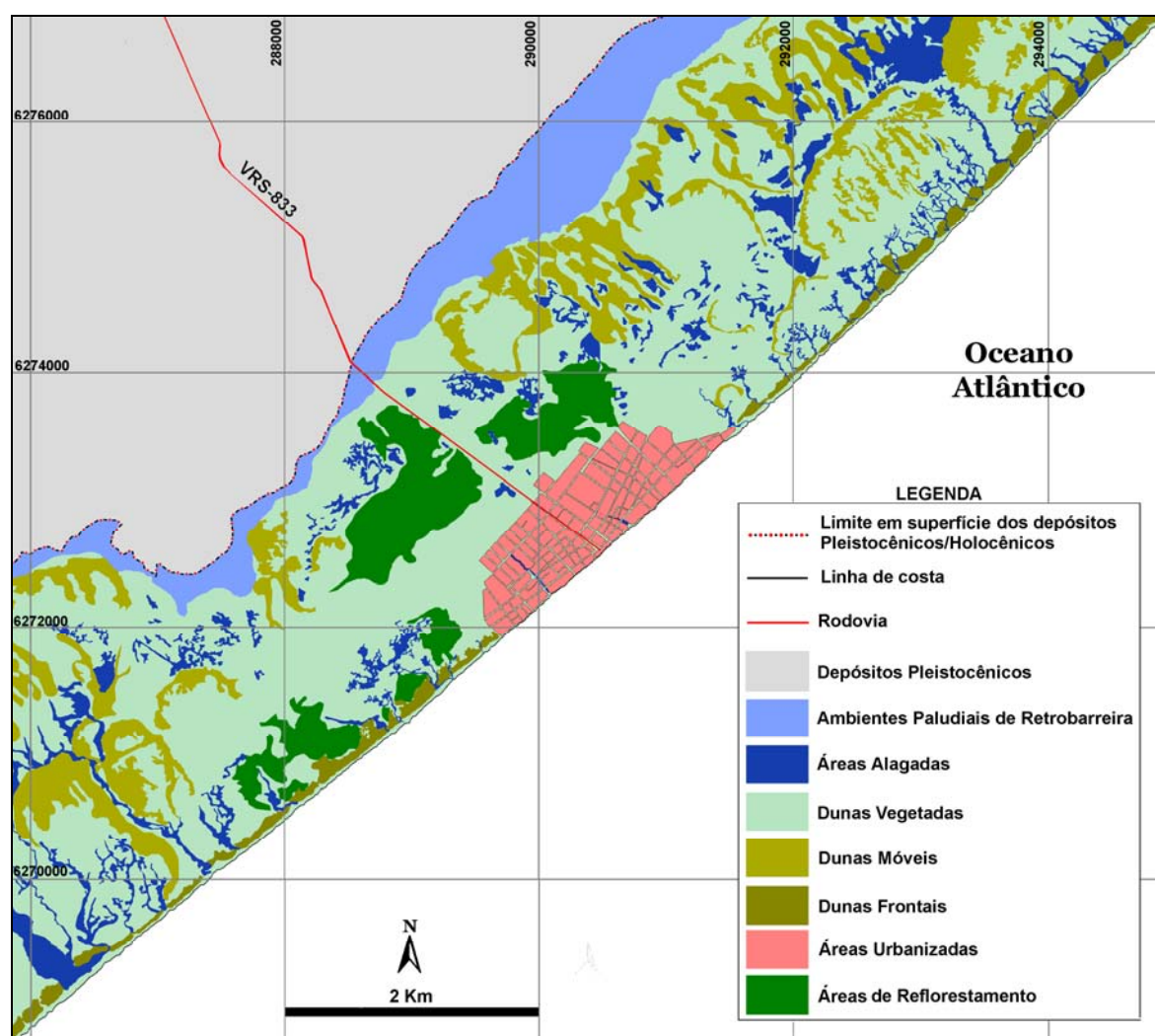
Cinco amostras foram submetidas à análise geocronológica através do método de ^{14}C , realizada no laboratório BETA ANALYTICS RADIOCARBON DATING LABORATORY em Miami, Flórida, EUA. A técnica de análise radiométrica foi utilizada em duas amostras de sedimentos orgânicos da sondagem FS-27, e a técnica de Espectrometria por Aceleração de Massa (AMS - *Accelerator Mass Spectrometry*), em três amostras de conchas de moluscos, das sondagens FS-28 e FS-29.

3 RESULTADOS

3.1 LEVANTAMENTO GEOLÓGICO DE SUPERFÍCIE

Com base em trabalhos anteriores, nas observações de campo e dados de sensoriamento remoto, foi confeccionado um mapa geomorfológico de detalhe da área de estudo (Fig. 8). Este mapeamento de superfície permitiu a definição dos principais compartimentos geomorfológicos do sistema Laguna/Barreira IV, composto pela barreira e depressão lagunar holocênicos.

A superfície da área de estudo apresenta amostras de diversos ambientes deposicionais, que formam uma seqüência evolutiva característica desse tipo de barreiras costeiras. A integração espacial dos compartimentos geomorfológicos em superfície deste sistema, constitui-se numa importante ferramenta na interpretação paleogeográfica da região.



(Figura 8) Mapa geomorfológico de superfície da Praia do Hermenegildo.

No estirâncio e no pós-praia afloram depósitos de retrobarreira compostos por turfas e lamas lagunares (Figs. 9 e 10). O grau de exposição destes depósitos é regido por eventos de tempestade, mas de modo geral ocorrem de forma descontínua ao longo de 20 km da Praia do Hermenegildo.



(Figura 9) Afloramento de sedimentos turfáceos no pós-praia, seguidos de cobertura de dunas na Praia do Hermenegildo, situados a 1,5 m acima do nível do mar.



(Figura 10) Afloramento de sedimentos lagunares no estirâncio da Praia do Hermenegildo. (foto: Ulisses de Oliveira)

A área urbanizada da praia tem aproximadamente 1600 metros de extensão longitudinal, e devido à erosão costeira vem sofrendo com a destruição de suas casas à

beira mar pelas ondas de tempestade, obrigando a construção de estruturas de contenção, principalmente enrocamentos (Fig. 11). No limite sul da área de estudo, a barreira holocênica foi completamente erodida ocasionando a exposição de depósitos da Barreira III (pleistocênica) diretamente na linha de costa atual (Fig. 12).



(Figura 11) Face praial da área urbanizada da Praia do Hermenegildo.



(Figura 12) Afloramento de depósitos arenosos da Barreira III (Pleistoceno) na atual linha de costa.

Na porção posterior ao pós-praia, tem início a área de dunas vegetadas, que se estende até a porção central da barreira. As chamadas dunas frontais são as primeiras e as mais próximas do mar (Fig. 13). São formadas pela ação dos ventos que transferem

ativamente sedimentos durante períodos de regime deposicional, em contrapartida ao caráter erosivo da praia. São pouco desenvolvidas e crescem na presença de esparsa vegetação herbácea, principalmente *Panicum racemosum*, *Senecio crassiflorus* e *Spartina ciliata*. As maiores dunas não ultrapassam 3 metros e estão limitadas aos primeiros 50 metros a partir do pós-praia. Ao longo da área de estudo, o cordão de dunas frontais é fragmentado pela presença de uma elevada concentração de sangradouros na região. A área adjacente à rodovia VRS-833 e o entorno da área urbanizada estão ocupados por áreas reflorestadas de *Acacia mearnsii*.



(Figura 13) Dunas frontais ao norte da área urbanizada da Praia do Hermenegildo.

Os espaços posteriores às dunas frontais são áreas planas que se alternam entre dunas, banhados permanentes, áreas de transição eventualmente alagadas e arroios.

A vegetação é mais esparsa nas áreas de maior atividade eólica, onde pequenas dunas de sombra ocorrem ancoradas em tufo de *Spartina ciliata* (Fig. 14). Áreas eventualmente alagadas (interduna) são amplamente ocupadas por vegetação herbácea com a dominância de algumas espécies, entre elas *Androtrichum trigynum*, *Phyla canensis*, *Bacopa monieri*, *Pluchea sagittalis* e *Paspalum vaginatum*.

Nas áreas de banhados permanentes (*slacks*) a vegetação é composta principalmente de *Andropogon arenarius*, *Spartina ciliata* e *Hydrocotyle bonariensis* (Fig. 15). Este sistema alagadiço origina um complexo mosaico vegetacional intimamente ligado à proximidade do lençol freático, demarcando diferentes limites ecológicos (Cordazzo e Seeliger, 1987).

Conforme os terrenos se elevam em direção ao centro da barreira, são ocupados por grandes arcos de dunas parabólicas, que devido à orientação longitudinal de suas cristas, bloqueiam parte da drenagem superficial, concentrando áreas de *slacks* na porção central da barreira (fig. 15).



(Figura 14) Em primeiro plano o campo de dunas de sombra formadas em tufos de *Spartina ciliata* e ao fundo o campo de dunas transversais.

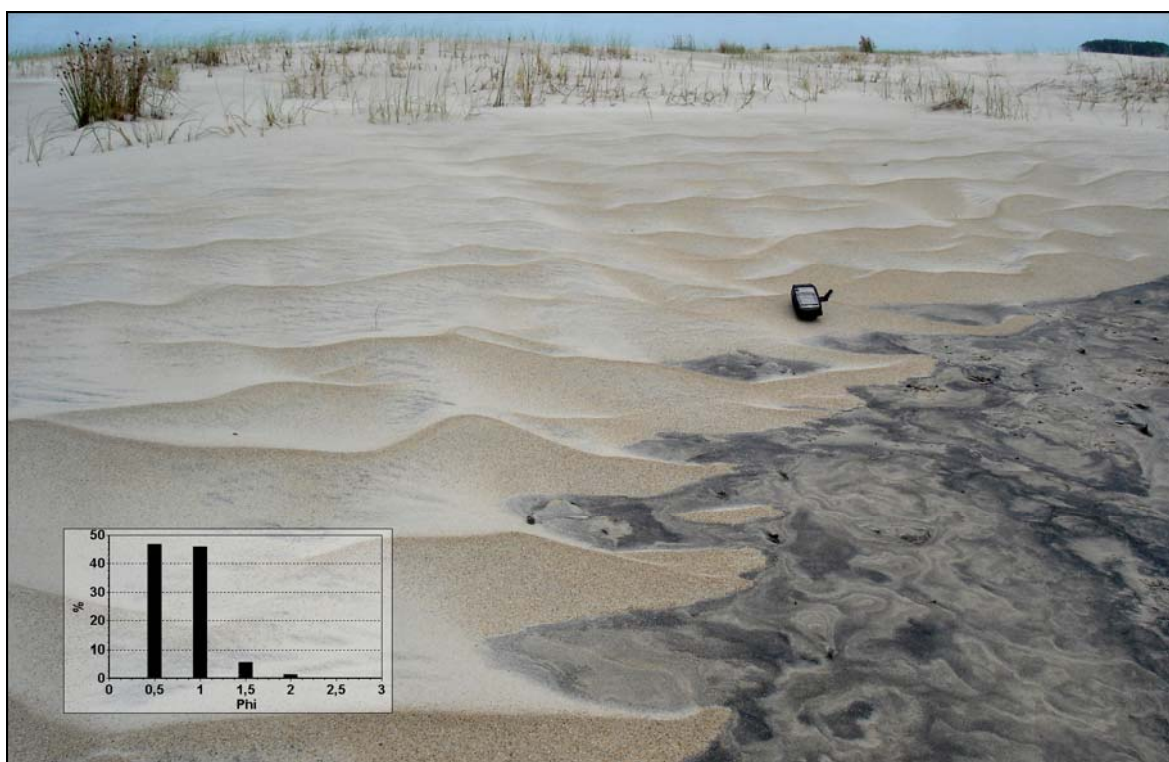


(Figura 15) “*Slacks*” localizados na porção central da Barreira IV na região da Praia do Hermenegildo.

Cadeias de dunas transversais ocorrem na margem oeste da barreira, estendendo-se até a margem dos banhados, com suas cristas orientadas NW-SE (Fig. 16). No espaço interdunar desta área, é comum a presença de minerais pesados associados a ondulações de areia grossa bem selecionada (Fig. 17).



(Figura 16) Cadeias de dunas transversais posicionadas a 200 m da região de retrobarreira.



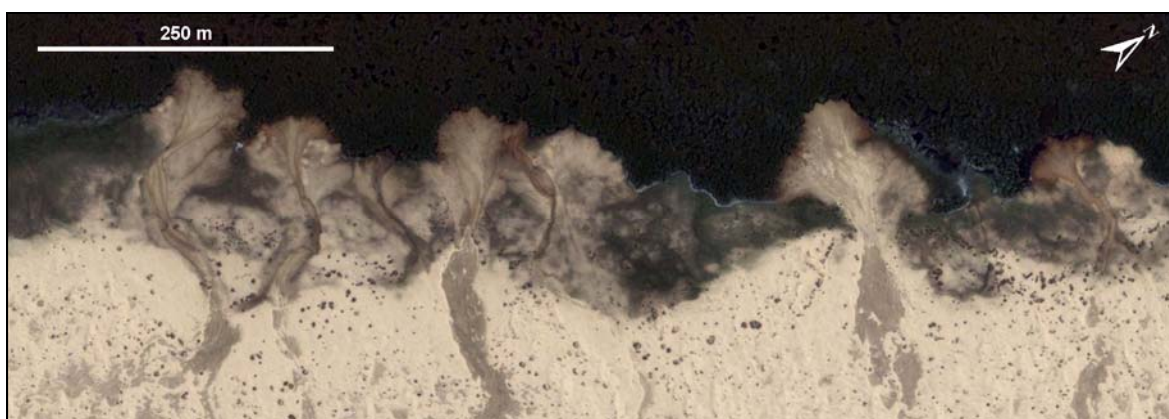
(Figura 17) Lentes de minerais pesados associados a ondulações de areia grossa, bem selecionada na área interdunar, associadas às cadeias de dunas transversais. A esquerda um histograma gerado a partir de uma amostra de topo das ondulações de areia.

Na área de estudo, o sistema Lagunar IV encontra-se confinado entre a Barreira III e a Barreira IV. Corresponde aos terrenos topograficamente rebaixados e tomados por vegetação paludial, principalmente *Scirpus* sp., *Juncus acutus* e *Typha domingensis*. Na margem leste desta depressão os terrenos são progressivamente soterrados pelo campo eólico da Barreira IV, que migra sobre a retrobarreira (Fig. 18).

Este limite apresenta-se dissecado por vias de drenagem superficial (sangradouros) que se estendem para dentro da laguna, constituindo importantes corredores de transferência de sedimentos arenosos, formando pequenos deltas lagunares (Fig. 19). De modo geral, este padrão de drenagem corresponde à orientação das cadeias de dunas transversais.

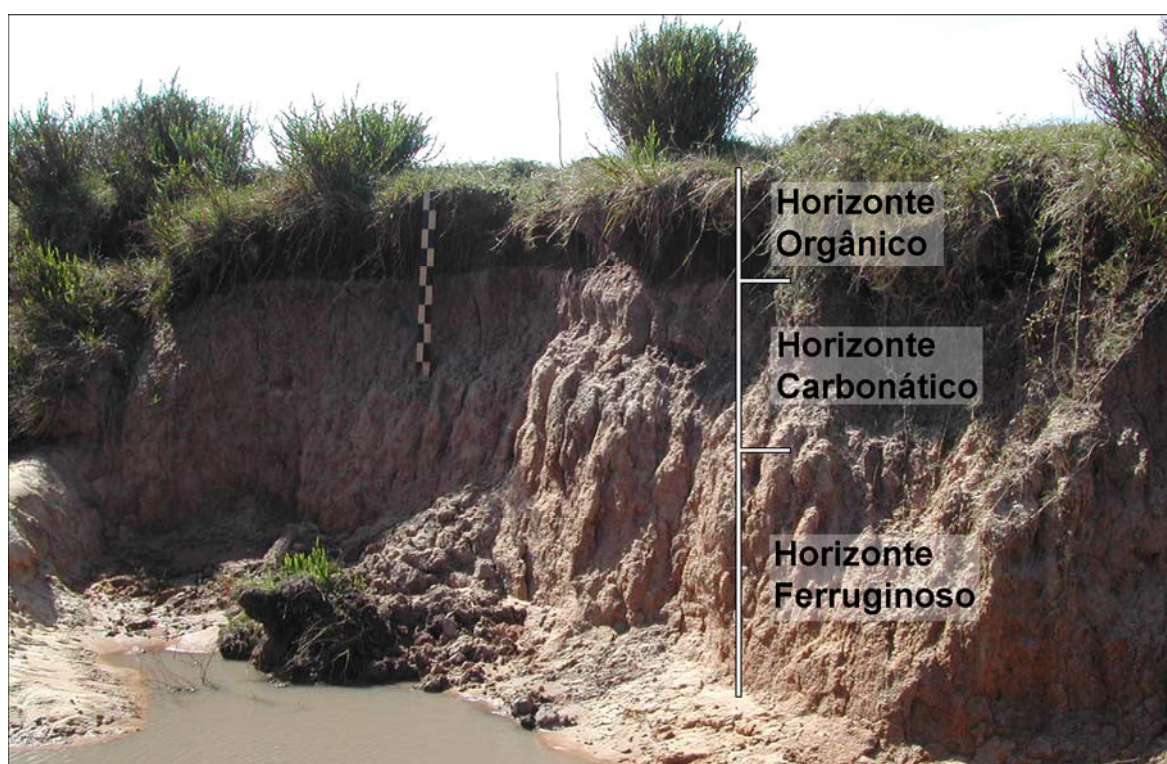


(Figura 18) Limite do sistema eólico avançando sobre os ambientes paludiais de retrobarreira. Ao fundo o banhado faz limite com a escarpa erosiva na Barreira III.



(Figura 19) Sangradouros lagunares na margem leste da Lagoa Mangueira (Imagem Google Earth).

O limite em superfície dos depósitos pleistocênicos e holocênicos é indicado por uma escarpa de erosão na barreira pleistocênica (Fig. 20). Sua base corresponde ao nível da lâmina d'água nos banhados, posicionado no levantamento topográfico a uma altitude de 4,6 m. Ao longo deste contato, desenvolvem-se sistemas de voçorocas, onde se torna visível o afloramento de três horizontes pedogenéticos distintos: a base, com abundantes nódulos ferruginosos; a porção média, com abundantes nódulos carbonáticos; e o topo carbonoso (Fig. 20). Na Lagoa Mangueira, estas escarpas encontram-se submetidas a um processo erosivo atual, resultante da ação de ondas lagunares.



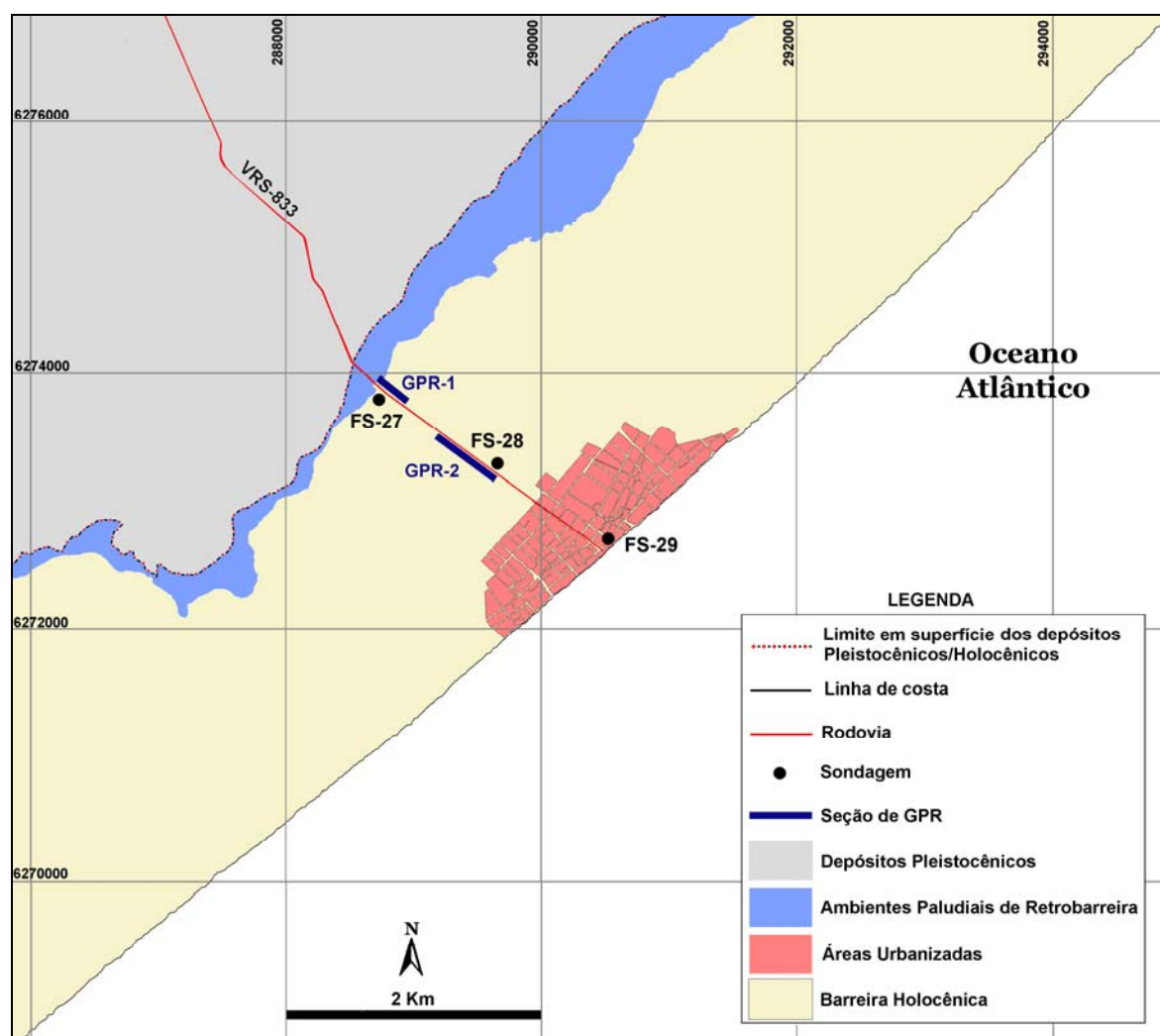
(Figura 20) Detalhe da escarpa erosiva na Barreira III (escala 1 m).

3.2 LEVANTAMENTO DE SUB-SUPERFÍCIE

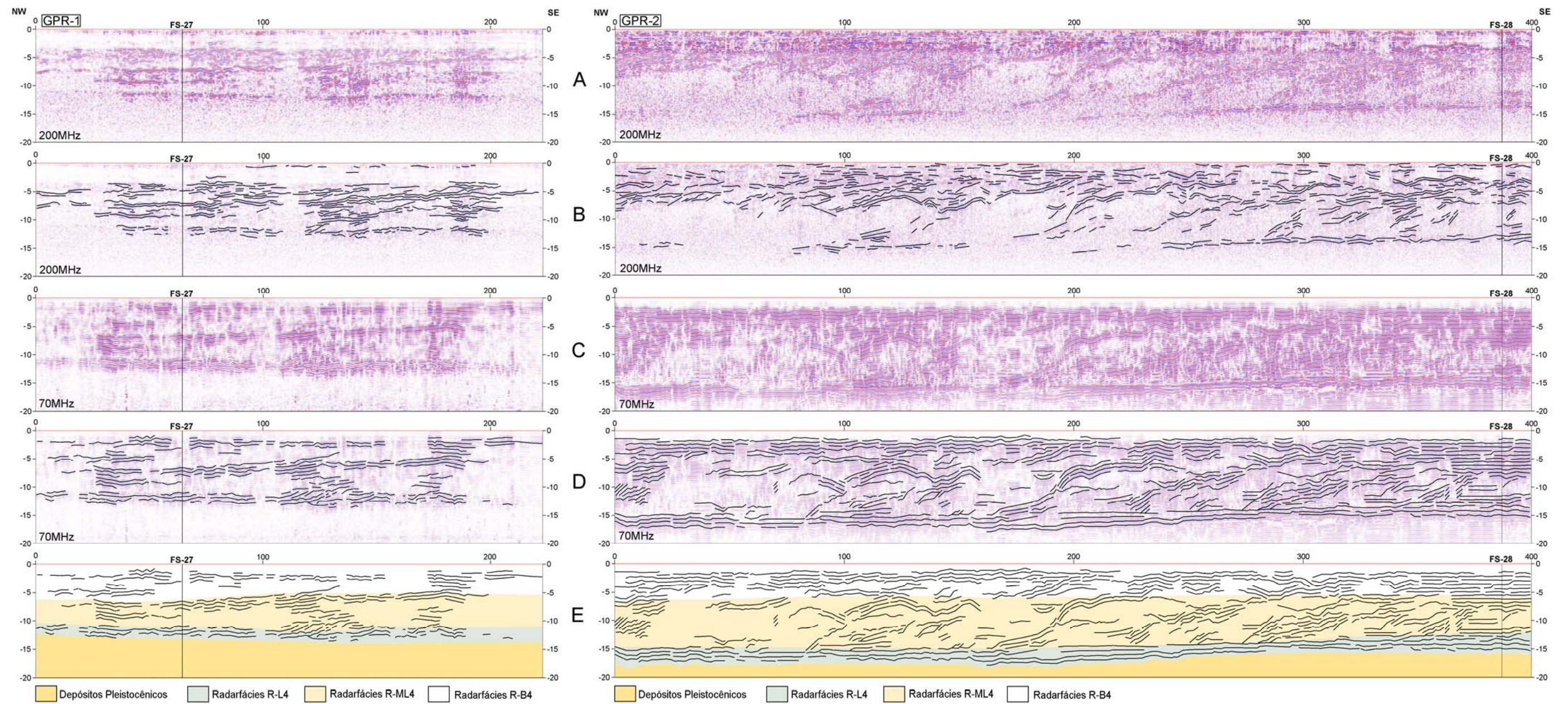
3.2.1 UNIDADES DE RADAR

A vasta aplicação do GPR em estudos de áreas costeiras decorre da aplicabilidade da técnica a sedimentos não coesivos (Leatherman, 1987; Bristow, 1995; Jol *et al.*, 1996; Bristow *et al.*, 2000; Neal e Roberts, 2000). A interpretação dos perfis de GPR é baseada nos conceitos da sismoestratigrafia, onde o termo “radarfácies” é tratado de forma análoga à fácies sísmica. De acordo com Van Overmeeren (1998), “radarfácies” refere-se às diferenças visíveis no padrão de reflexão de uma seção de GPR, ocasionadas por feições com características estruturais e texturais em subsuperfície.

Nas seções de GPR-1 e GPR-2 executadas sobre a Barreira IV (Fig. 21), a penetração média do sinal foi de 15 m, onde o limite inferior corresponde aos depósitos pleistocênicos da Barreira III. Acima desta interface, a definição dos refletores permite a interpretação e a caracterização dos processos/respostas sedimentares, vinculados à associação lateral de três radarfácies, definidas como R-L4, R-ML4 e R-B4 (Fig. 22). Os registros adquiridos com a antena de 200 MHz possibilitaram a visualização de algumas estruturas interiores em maior detalhe, enquanto os registros com antenas de 70 MHz exibiram com maior qualidade a continuidade lateral dos refletores.



(Figura 21) Mapa geomorfológico simplificado de superfície dos sistemas deposicionais costeiros na região da praia do Hermenegildo e localização das sondagens FS-27, FS-28 e FS-29 e seções de GPR.



(Figura. 22) Seção GPR-1 interceptando a sondagem FS-27 e Seção GPR-2 interceptando a sondagem FS-28 (escala em metros). **A-** Registro com antena de 200 MHz. **B-** Padrão interpretado do registro com antena de 200 MHz. **C-** Registro com antenas de 70MHz. **D-** Padrão interpretado do registro com antenas de 70 MHz. **E-** Padrão das principais Radar Fácies identificadas para os registros com antenas de 200MHz.

3.2.1.1 RADARFÁCIES “R-L4”

A radarfácies R-L4 corresponde a refletores contínuos, uniformemente espaçados, plano-paralelos (Fig. 22). São equivalentes à deposição de sedimentos finos no fundo lagunar (ambiente de baixa energia). A espessura deste pacote pode variar de 2 a 3 m, com o limite inferior correspondendo ao topo dos sedimentos pleistocênicos, onde ocorre a atenuação do sinal.

3.2.1.2 RADARFÁCIES “R-ML4”

A radarfácies R-ML4 consiste em uma série de refletores contínuos, sigmoidais-oblíquos e tangenciais de amplitude variável, que se repetem lateralmente, com terminações em “*downlap*” e “*toplap*” (Fig. 22). De um modo geral, este padrão de reflexão indica deposição em um ambiente de margem lagunar, sob condições de energia de ondas e suprimento sedimentar variáveis. Verticalmente observam-se intercalações de reflexões fortes e contínuas com reflexões fracas. Os refletores mergulham com uma maior declividade no topo da unidade, e suavizando em direção a base. A espessura média desta radarfácies é de 6 m. A radarfácies R-ML4 resulta de processos de migração (progradação) da margem lagunar em direção ao continente. Feições morfológicas atuais deste processo foram descritas por Barboza (1999) em registros batimétricos junto à margem leste da Lagoa dos Patos.

3.2.1.3 RADARFÁCIES “R-B4”

A radarfácies R-B4 é representada por refletores descontínuos, paralelos e sub-paralelos nos primeiros 6 m a partir da superfície do terreno (Fig. 22). Apresenta uma aparente concordância com a unidade inferior (R-ML4), onde pequenas dunas são preservadas no registro. Os principais refletores ocorrem associados a superfícies de deflação em áreas de interdunas, controladas pelo lençol freático. A estratificação plano-paralela indica o elevado potencial de preservação destas superfícies devido à ação coesiva da água agregando uma elevada concentração de minerais pesados nestes horizontes.

3.2.2 **SEÇÃO GPR-1 E GPR-2**

A extensão lateral das radarfácies R-L4, R-ML4 e R-B4 são mapeáveis através das duas seções (GPR-1 e GPR-2) de radar analisadas (Fig. 22). Em ambas as seções, a radarfácies R-L4 acompanha a declividade dos depósitos pleistocênicos, mantendo uma constante espessura do pacote. A seção GPR-1 é composta de dois perfis, realizados com antenas de 200 MHz e 70 MHz sobre a mesma seção de 220 m de extensão. Correspondem

ao registro que intercepta a sondagem FS-27. Nesta seção, a radarfácies R-ML4 apresenta uma redução de espessura em direção ao continente, como resultado da proximidade dos depósitos da Barreira III. Aliado a isto, se observa também uma redução de declividade dos refletores, associados à radarfácies R-ML4, indicando uma progressiva redução de profundidade e largura da depressão lagunar, desenvolvendo declividades mais suaves em direção ao continente.

A seção GPR-2 é composta de dois perfis, realizado com antenas de 200 MHz e 70 MHz, ambos de 400 m de extensão e interceptando a sondagem FS-28. Nesta seção, os refletores associados à radarfácies R-ML4 exibem diferenças de mergulhos como o resultado da interação entre a dinâmica lagunar (ondas), e o suprimento sedimentar local (eólico) no domínio da margem leste da depressão lagunar.

3.2.3 FÁCIES SEDIMENTARES

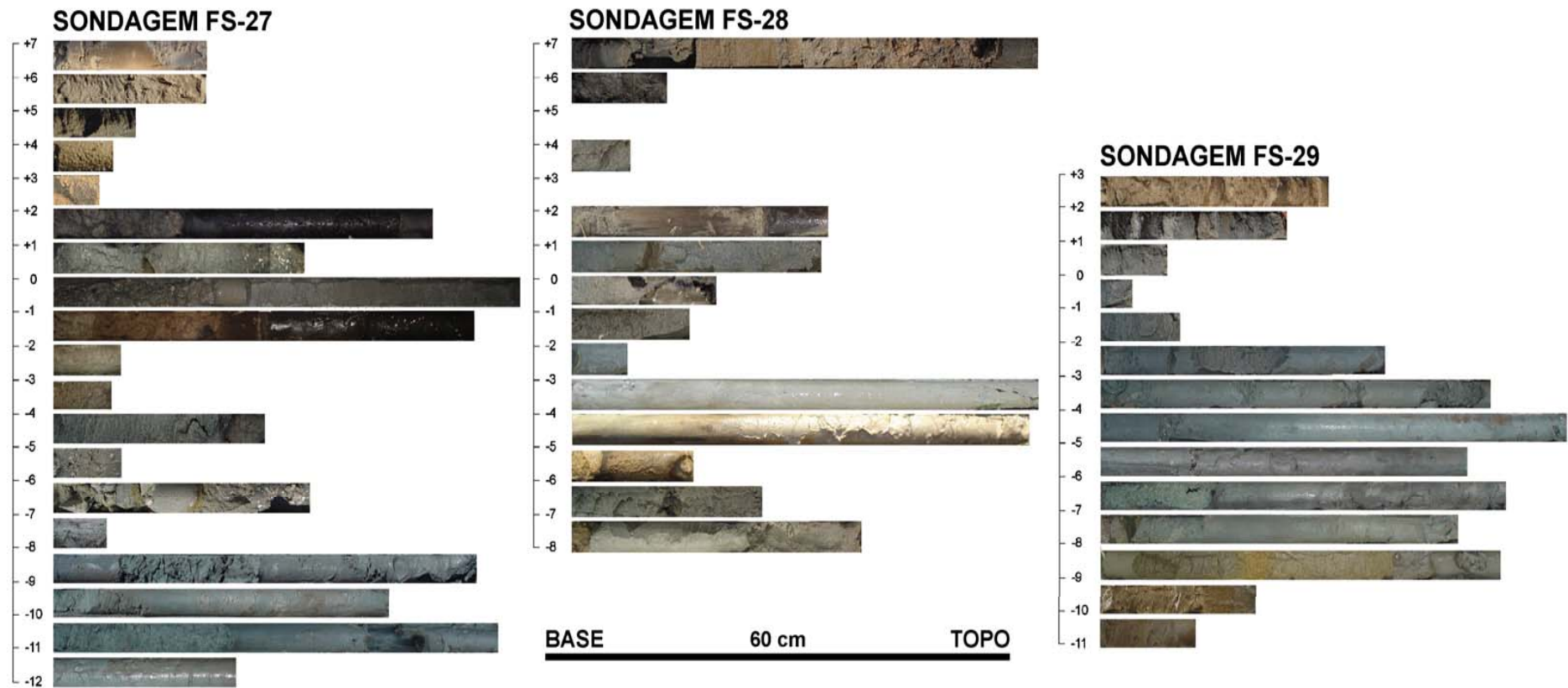
A interpretação dos ambientes deposicionais foi baseada em características litológicas (Fig. 23), análises sedimentológicas (Tab. 2), paleontológicas (anexos 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9) e geocronológicas (Tab. 1). O registro sedimentar das sondagens foi interpolado, gerando uma visão esquemática da morfologia de sub-superfície dos ambientes deposicionais, suas relações horizontais e sua sucessão temporal (Fig. 24). Neste contexto, foram definidas as fácies holocênicas: **Fácies TA4** (paludial de água doce), **Fácies L4** (estuarino-lagunar), **Fácies ML4** (margem lagunar), **Fácies T4** (paludial), **Fácies B4** (eólico) e fácies pré-holocênicas: **Fácies L3** (estuarino-lagunar) e **Fácies B3** (marinho/raso/estuarino).

(Tabela 1) Idades de radiocarbono das amostras.

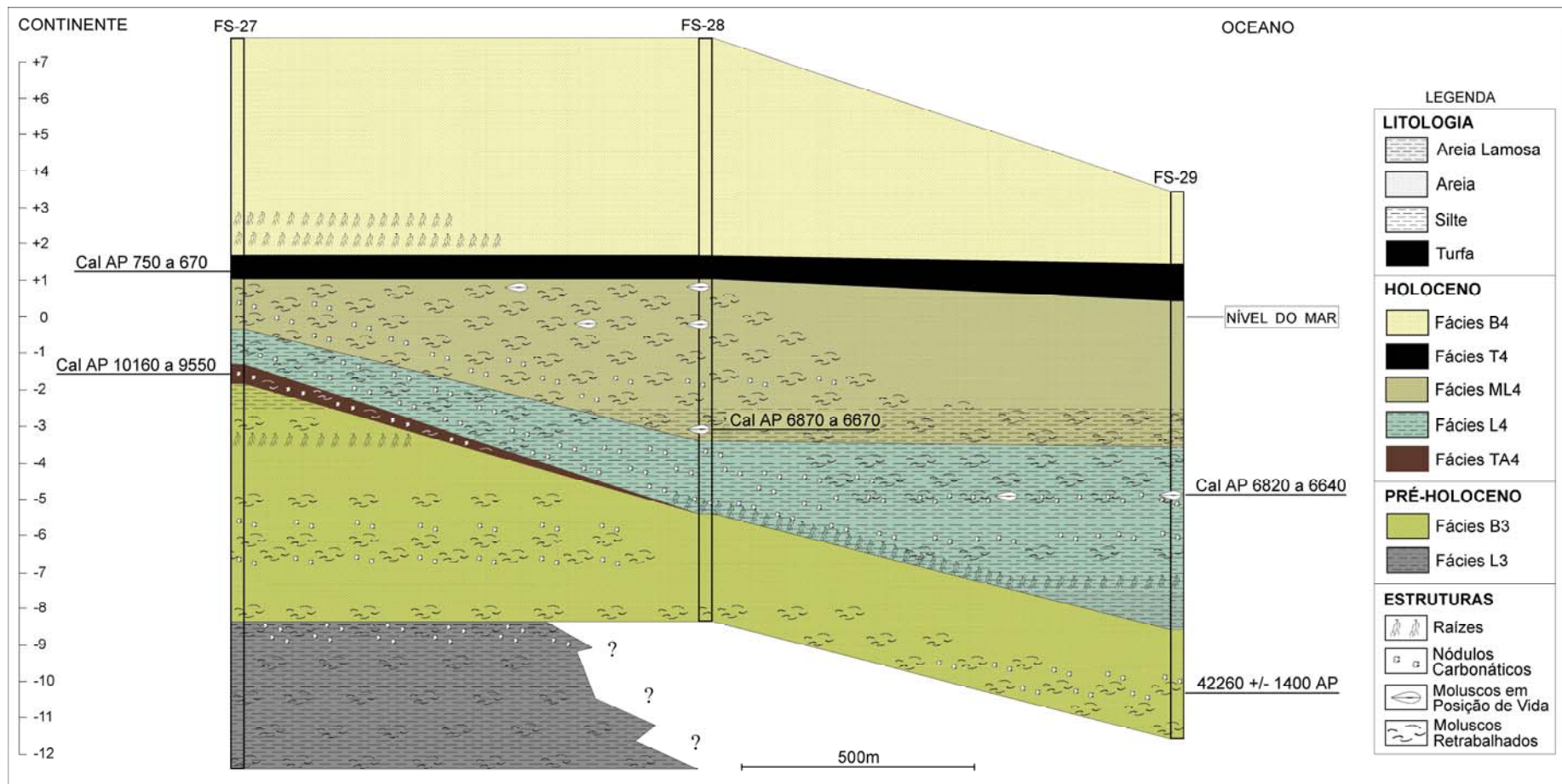
Numero da amostra	Fácies	Material datado	$^{13}C/^{12}C$ Ratio	Idade convencional (^{14}C anos AP)	Idade calibrada (cal anos AP)
Beta - 231430	T4 FS-27	turfa	-25.4 o/oo	780 ±40	750 - 670
Beta - 231431	TA4 FS-27	sedimento orgânico	-25.4 o/oo	8790 ±70	10160 - 9550
Beta - 231434	ML4 FS-28	concha (<i>Corbula patagonica</i>)	+0.2 o/oo	6310 ±40	6870 - 6670
Beta - 231435	L4 FS-29	concha (<i>Corbula patagonica</i>)	-0.7 o/oo	6270 ±40	6820 - 6640
Beta - 231436	B3 FS-29	concha (<i>Olivancillaria</i> sp.)	-0.8 o/oo	42260 ±1400	-----

(Tabela 2) - Teores médios de areia, silte e argila das fácies sedimentares.

FÁCIES (Pré-holocênicas)	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)
B3	91 – 100	0 – 4	0 - 3
L3	32 – 73	9 - 31	17 - 35
FÁCIES (Holocênicas)	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)
B4	100	0	0
T4	43 – 90	6 - 34	2 - 21
ML4	43 – 100	2 - 34	2 - 21
L4	5 – 63	4 - 48	8 - 50
TA4	19 – 83	11 - 35	5 - 44



(Figura 23) Mosaico fotográfico das amostras sedimentares recuperadas. Escala vertical indicando a profundidade das amostras em relação ao nível do mar. Escala horizontal em relação ao tamanho do amostrador RAYMOND/TERZAGHI.



(Figura 24) Seção estratigráfica NW-SE da Praia do Hermenegildo, composta a partir das sondagens FS-27, FS-28 e FS-29. Escala vertical (metros) em relação ao nível do mar (Exagero vertical de 1/200).

3.2.4 SONDAGEM FS – 27

A sondagem FS-27 foi realizada no limite oeste da barreira holocênica (Fig. 21), a 7,7 m acima do nível do mar atual e atingiu a profundidade de 20 m a partir da superfície (Fig. 25).

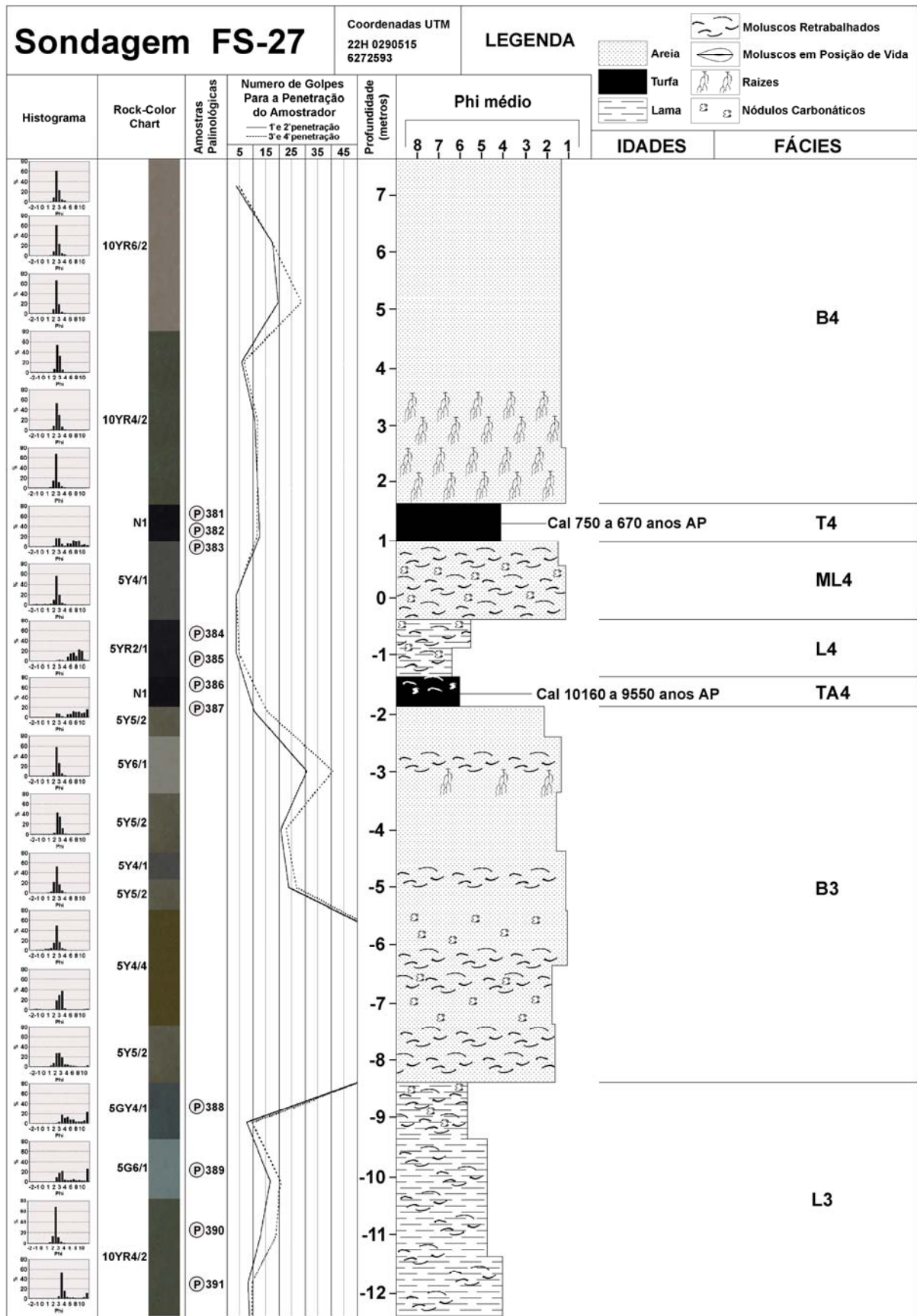
Os resultados dos estudos de palinórfos e diatomáceas da sondagem FS-27 são referentes a 11 amostras apresentadas nos anexos 3 e 4 e na figura 26.

3.2.4.1 FÁCIES L3

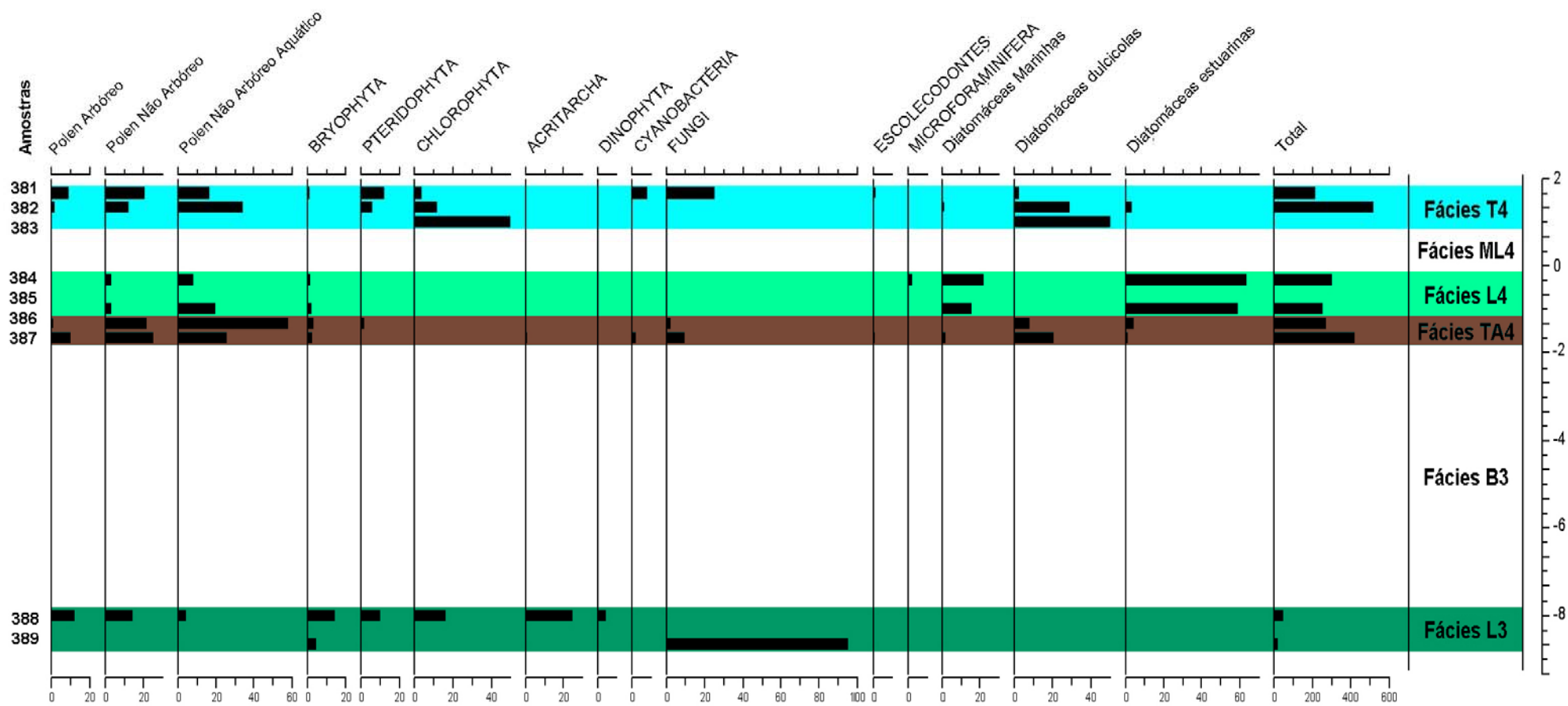
A fácies L3 tem a espessura de 4 m e seu topo está posicionado a -9 m em relação ao nível do mar. Esta fácies apresenta uma gradação normal. Sua base é composta de silte médio, muito pobremente selecionado, compactada a medianamente compactada, cor amarelo-escuro (10YR4/2) passando a acinzentada (5G6/1). No topo ocorre um silte fino, cor cinza-escuro (5GY4/1), muito pobremente selecionado, de medianamente compactada a muito compactada, com nódulos carbonáticos angulosos de diâmetros centimétricos. Minerais micáceos são presentes em toda a fácies nas frações areia fina (Phi 3-2). Conchas de moluscos fragmentadas apresentam-se disseminadas por toda a fácies sendo melhor preservadas junto ao topo, onde exibem uma maior concentração. Neste nível (topo) a fauna de moluscos é representada por *Erodona mactroides* e *Ostrea* sp.

Na fácies L3, as amostragens para palinórfos e diatomáceas foram efetuadas em intervalos de 1 m, correspondendo a quatro níveis (Figs. 25 e 26). As duas amostras de base (390 e 391) mostraram-se estéreis em palinórfos, contendo somente partículas de carvão. A ocorrência de palinórfos limitou-se aos dois níveis superiores (amostras 388 e 389) ambas com baixas concentrações.

A amostra **389** é caracterizada pela dominância de esporos de fungos *Glomus* (95,2%), e por uma baixa frequência de Bryophyta *Phaeoceros* (4,7%). A presença de partículas de carvão neste nível indica, provavelmente, eventos de queima espontânea das plantas, preservando a manutenção de uma vegetação campestre nas periferias destes corpos lagunares costeiros. A presença de fungos *Glomus* pode indicar que estes ambientes eram relativamente rasos e adjacentes a dunas. Esses fungos micorrízicos arbusculares se distribuem simbioticamente com espécies das gramíneas de dunas costeiras (Cordazzo & Stürmer, 2007). Pelos dados de Limaye *et al.* (2007), quantidades anômalas de *Glomus* nas amostras podem evidenciar os processos intensivos de erosão, relacionados ao clima continental seco.



(Figura 25) Coluna estratigráfica da sondagem FS-27 (profundidades em relação ao nível do mar).



(Figura 26) Diagrama de percentagens dos palinóforos e das diatomeias identificados nas amostras da sondagem FS-27 (profundidades em relação ao nível do mar).

Na amostra **388** foram observados 4% de cistos de dinoflagelados (Dinophyta) indeterminados, assim como altas frequências de cistos de acritarcas (24,4%), representados por *Micrhystridium* e *Cymatiosphaera*. Estes indicadores atestam à influência de canais de ligação entre o oceano e a retrobarreira, proporcionando uma influência marinha na formação destes sedimentos. Polens de plantas herbáceas representam 18,2% do total de palinomorfos da amostra, sendo Poaceae (2,4%) a mais representativa. O percentual de plantas arbóreas (12%) é indicado por *Alchornea*, Anacardiaceae, Moraceae-Urticaceae e *Palmae*. Zigósporos de Chlorophyta são freqüentes, encontrados com um percentual de 16,3%, sendo representadas predominantemente de *Botryococcus*, seguido de *Pseudoschizaea*. Esporos de Bryophyta (14,2%) são representados por *Anthoceros* e *Phaeoceros*, seguido dos esporos de Pteridophyta, incluindo *Azolla filiculoides*, *Osmunda* e Polypodiaceae com 10% de representatividade total.

A abundância de indicadores marinhos, tais como os cistos de dinoflagelados e de acritarcas, indica um ambiente com presença marcante da salinidade. A relativa escassez de polens e esporos de plantas terrestres e aquáticas vasculares pode ser relacionada a um clima relativamente seco, que influía na densidade da cobertura vegetal. Diminuições nas precipitações pluviais, neste tempo, poderiam também reduzir os influxos de água doce para a paleolaguna, que são fornecedores de matéria orgânica terrestre, incluindo os polens e esporos de plantas vasculares, palinomorfos de algas de água doce, e outros palinomorfos de áreas adjacentes. A diversidade observada neste nível é indicativa de ambientes típicos de retrobarreira submetidos à influência de canais de ligação. A presença de partículas de carvão na fácies L3 caracteriza nitidamente um clima mais seco para a gênese desta fácies.

3.2.4.2 FÁCIES B3

Esta fácies tem 6,5 m de espessura e seu topo está posicionado a -2 m em relação ao nível do mar. Esta fácies é composta de areia fina, bem a moderadamente selecionada. Na base, muito compactada a sua coloração é acinzentada (5Y5/2). Conchas de moluscos fragmentadas apresentam-se dispersas, identificando-se somente *Ostrea* sp. Acima disto, níveis pedogenéticos de oxidação conferem a estas areias uma coloração amarelo-alaranjado (5Y4/4). Estes níveis oxidados intercalam-se com laminações de conchas de *Ostrea* sp., *Heleobia australis*, *Erodona mactroides*, *Mactra isabelleana* e *Corbula* sp., com nódulos carbonáticos arredondados. Superficialmente estes nódulos exibem a mesma coloração dos níveis oxidados (5Y4/4). No topo menos compactado, as cores amareladas gradam para

acinzentado-esverdeado (5Y4/1, 5Y5/2 e 5Y6/1), ocorrendo fragmentos de raízes e conchas de moluscos dispersas.

3.2.4.3 FÁCIES TA4

Esta fácies tem espessura inferior a 1 m e seu topo está posicionado a -1,5 m em relação ao nível do mar. É predominantemente composta de silte fino, pobremente selecionado, de consistência mole à rija, com 56% de matéria orgânica (textura particulada e amorfa) e coloração preta (N1). A base limita-se a um contato gradacional com a fácies inferior (fácies B3). Seu material orgânico foi submetido à datação ¹⁴C (Radiométrica) tendo sido obtida a idade calibrada de 10.160 – 9.550 anos AP (Tab. 1). No topo desta fácies ocorrem os moluscos *Anomalocardia brasiliana*, *Paradizia uruguayensis*, *Heleobia australis* e *Anadara ovalis*. Estas conchas ocorrem associadas a nódulos carbonáticos arredondados. Este conjunto (conchas e nódulos) pode já representar o início da deposição da fácies lagunar L4.

Na fácies TA4 as amostragens para palinomorfos e diatomáceas foram efetuadas em dois níveis: uma na base da fácies (387) e uma no topo (386) (Figs. 25 e 26).

A amostra **387** apresenta a maior diversidade de palinomorfos dentre todas as amostras analisadas neste trabalho, assim como uma alta abundância de palinomorfos. Neste nível, a ocorrência de fitólitos (precipitação de opala biogênico em plantas monocotiledôneas) torna-se superior aos demais palinomorfos. Polens de plantas herbáceas perfazem 44,5% do total, entre elas as mais significantes Cyperaceae (12,3%), Asteraceae (9,7%), Poaceae (9%) e Chenopodiaceae (5,4%). Polens arbóreos somam 9,6% do total, sendo observados principalmente Moraceae-Urticaceae (4%) seguida de *Alchornea*, Anacardiaceae, *Cecropia?*, *Celtis*, Euphorbiaceae, *Erythrina*, Melastomaceae, Myrtaceae, *Papapiptadenia*, Piperaceae?, *Rapanea*, Rubiaceae e *Trema*. Espóros de Bryophyta (2,3%) representados por *Anthoceros* e *Phaeoceros* são presentes. Pteridophytas (0,6%) foram pouco presentes, sendo representada por dois táxons, *Azolla filiculoides* e Equisetaceae. Indicadores marinhos são raros neste nível, ocorrendo microforaminíferos (0,4%) e acritarcha *Micrhystridium* (0,2%). As diatomáceas de hábito dulcícolas *Navicula* (8,5%) e *Pinnularia latevittata* (11,9%), são mais freqüentes, seguidas das mixohalinas *Surirella* e *Diploneis* (2,3%). Zigósporos de Chlorophyta são raros, ocorrendo somente *Spirogyra* (0,4%). Palinomorfos de fungos indeterminados e *Glomus* representam 9,4% do total. Cianobactérias indeterminadas representam 1,9%. Escolecodontes (mandíbulas de vermes) representam 0,2% do total.

A amostra **386** é apresentada pela extrema frequência (78,6%) polens de plantas herbáceas, onde os representativos são Cyperaceae (22,9%), Poaceae (19,2%) e Typhaceae (29,6%). Uma redução na diversidade de polens herbáceos é observada quando comparada ao nível 387 (anterior), entretanto a ocorrência mais freqüente Typhaceae retrata um aumento significativo de polens aquáticos no total. Polens de plantas arbóreas (4,2%) são bem menos freqüentes e diversos quando comparados com o nível inferior (387), ocorrendo *Cecropia* e Moraceae-Urticaceae, ambas hidrófitas. Esporos de Pteridophyta (1,4%) são pouco freqüentes, observando-se esporos de *Osmunda* e Polypodiaceae. Esporos de Bryophyta (2,8%) representados de *Anthoceros* e *Phaeoceros*, assim como verificado no nível anterior, continuam presentes, indicando condições úmidas. Entre as diatomáceas, observam-se as dulcícolas *Eunotia* (4,4%), *Navícula* (1,1%) e *Pinnularia latevittata* (2,5%), associadas a táxons cosmopolitas: *Nitzchia* (1,1%), *Rhopalodia* (2,2%) e *Surirella* (0,7%). Algas de Chlorophyta (0,6%) são pouco representativas ocorrendo somente zigósporos de *Zygnema* e *Spirogyra*. Palinomorfos de fungos indeterminados somam 2,2%.

As assembléias de palinomorfos e diatomáceas na fácies TA4 indicam um desenvolvimento sob condições de água doce, com a dominância de vegetação herbácea e hidrófita. A composição arbórea é típica de matas pioneiras e bem adaptadas ao alagamento.

3.2.4.4 FÁCIES L4

Esta fácies tem a espessura de 1 m, com o topo posicionado a -0,5 m em relação ao nível do mar. Esta fácies é de coloração amarelo-avermelhada (5YR2/1) e tem consistência mole a rija. A base é de composição silte muito fino, muito pobremente selecionado, onde se observam os moluscos *Corbula caribaea* e *Heleobia australis*. O topo é de composição silte fino, extremamente mal selecionado, com 8% de matéria orgânica e 6% de nódulos carbonáticos arredondados. Neste nível (topo) a fauna de moluscos é de *Anomalocardia brasiliiana* e *Paradizina uruguayensis*, em meio a uma grande quantidade de conchas fragmentadas.

Na fácies L4 as amostragens para palinomorfos e diatomáceas foram efetuadas em dois níveis: um na base da fácies (385) e um no topo (384) (Figs. 25 e 26).

Na amostra **385** não ocorrem polens de plantas arbóreas. Polens de plantas herbáceas (22,7%) são representados por Poaceae e Chenopodiaceae. Os esporos de Bryophyta (2,2%), representados por *Anthoceros* e *Phaeoceros*, sofrem uma redução quando comparados com a fácies inferior (TA4). As diatomáceas mixohalinas são representadas por *Paralia sulcata* (59%), que é o táxon mais freqüente neste nível. Diatomáceas tipicamente marinhas ocorrem

pela primeira vez, sendo representadas por *Actinocyclus* (3,1%), *Actinoptychus* (0,7%), *Melosira* (7%), *Triceratium* (2,3%) e *Podosira (Hyalodiscus)* (2,3%), esta última eurihalina.

Na amostra **384**, assim como na amostra anterior, não ocorrem os polens de plantas arbóreas. Os polens de plantas herbáceas (10,9%) aparecem mais diversos que na amostra inferior, sendo representadas por Asteraceae, Poaceae, Cyperaceae, e Chenopodiaceae. Esporos de Bryophyta (1,2%) tornam-se esporádicos, sendo identificados *Anthoceros* e *Phaeoceros*. Assim, como na amostra do nível inferior, observa-se a dominância da diatomácea estuarina *Paralia sulcata* (63,7%). As demais diatomáceas observadas são também mais diversas que na amostra do nível anterior sendo representadas por: *Actinoptychus* (1,6%), *Auliscus* (1,3%), *Cymatozira* (0,3%), *Cyclotella* (1,6%), *Melosira* (6,7%), *Podosira (Hyalodiscus)* (6,7%), *Triceratium* (3,3%).

As assembléias de palinórfos e de diatomáceas na fácies L4 indicam a máxima influência marinha nos registros sedimentares de retrobarreira.

3.2.4.5 FÁCIES ML4

Esta fácies tem uma espessura de 1 m e seu topo está posicionado a 1m acima do nível do mar. Esta fácies é de composição areia fina, moderadamente selecionada, consistência mole e uma coloração acinzentada-esverdeada (5Y4/1). Os moluscos são representados por: *Heleobia australis*, *Parodizia uruguayensis*, *Anachis aff. isabellei*, *Acteocina candei*, *Crepidula protea*, *Macra marplatensis*, *Anomalocardia brasiliana* e *Amiantis purpuratus*. Nódulos carbonáticos arredondados encontram-se dispersos nesta fácies.

3.2.4.6 FÁCIES T4

Esta fácies tem uma espessura de 1 m, e seu topo está posicionado a 1,5 m acima do nível do mar. Apresenta-se medianamente compactada, com aspecto fibroso e coloração negra (N1); é composta de silte médio, muito pobremente selecionado, e está inserida abruptamente sobre a fácies inferior (ML4). Teores de 70% de matéria orgânica conferem a estes sedimentos uma definição de turfáceos. O material orgânico presente na base deste nível foi submetido à datação de ¹⁴C (radiométrica), obtendo-se uma idade calibrada entre 750 – 670 anos AP. Lentes de areia enriquecidas em minerais pesados são comuns ao longo da fácies.

A fácies T4 foi submetida à análise de palinórfos e de diatomáceas a partir de três amostras: do topo (381), na porção média (382) e da base (383) (Figs. 25 e 26). Em ambas as amostras a presença de fitólitos foi marcante.

Na amostra **383**, observa-se uma baixa concentração de palinomorfos. A amostragem deste nível foi realizada no contato entre a fácies ML4 e TA4. Ocorreram somente dois grupos representados por zigósporos de Chlorophyta *Mougeotia* (50%) e diatomáceas *Eunotia* (50%).

Na amostra **382**, os polens de plantas herbáceas são predominantes (45,5%). Eles pertencem principalmente às plantas aquáticas Cyperaceae (12,2%), Typhaceae (11,6%) e *Polygonum hydropiperoides* (8,9%), seguidas por Poaceae (9,7%), Apiaceae, Asteraceae, Chenopodiaceae e *Vigna luteola*. Polens de plantas arbóreas (1,1%) são pouco representativos, observando-se principalmente Moraceae-Urticaceae. Os esporos de Pteridophyta somam 5,5%, sendo indicadas por *Azolla filiculoides*, *Osmunda* e Polypodiaceae. Os palinomorfos de Chlorophyta (13%) são expressos principalmente por táxons de hábito dulcícola, incluindo *Mougeotia* (8,9%), *Spirogyra* (1,9%), *Zygnema* (0,1%) e *Botryococcus* (0,3%). As diatomáceas têm sua distribuição marcada pela presença dos táxons dulcícolas *Eunotia* (15,1%), *Pinnularia latevittata* (13,5%); de forma secundária, ocorrem as diatomáceas mixohalinas *Nitzschia* (3,3%) e *Stauroneis* (0,1%), e marinhas *Chaetoceros costatus* (1,1%). Esporos de Bryophyta são raros (0,7%), ocorrendo *Phaeoceros*. Palinomorfos de fungos também são raros (0,4%), indicados por *Glomus* e outros indeterminados.

Na amostra **381**, predominam fungos (25,2%), representados por *Glomus*, e palinomorfos indeterminados. Polens de plantas herbáceas (23,1%), são representados predominantemente por Poaceae (13,7%) e Cyperaceae (8,2%). Polens de Moraceae-Urticaceae (9,1%) são únicos representantes de polens arbóreos. Esporos de Pteridophyta (11,7%) são indicados principalmente por *Osmunda* (10,5%). Esporos de Bryophyta (0,8%) são raros, observando-se *Anthoceros* e *Phaeoceros*. Escolecodontes, que foram ausentes na amostra do nível anterior, compõem 1,3% do total desta amostra. Palinomorfos de Chlorophyta (3,5%) são representadas por zigósporos de *Mougeotia*, *Spirogyra* e *Zygnema* confirmando uma notável diminuição de salinidade no ambiente deposicional. Cianobactérias correspondem a 7,6% do total deste nível, incluindo *Anabaena?*, *Spirulina?* e cistos indeterminados. As diatomáceas são indicadas exclusivamente pelo táxon dulcícola *Eunotia* (2,7%).

A composição de palinomorfos e diatomáceas na fácies T4 na sondagem FS-27 refletem ambientes paludiais de água doce.

3.2.4.7 FÁCIES B4

Esta fácies tem uma espessura de 6 m, e seu topo está posicionado a 7,7 m acima do nível do mar. Toda a fácies é enriquecida de minerais pesados, com concentração média de 3,3%. A base é composta de areia fina, muito bem selecionada, medianamente compactada, de coloração bege-escuro (10YR4/2) e com uma grande quantidade de raízes. No topo, a areia é fina, bem selecionada, de pouco a medianamente compactada e de coloração bege claro amarelado (10YR6/2).

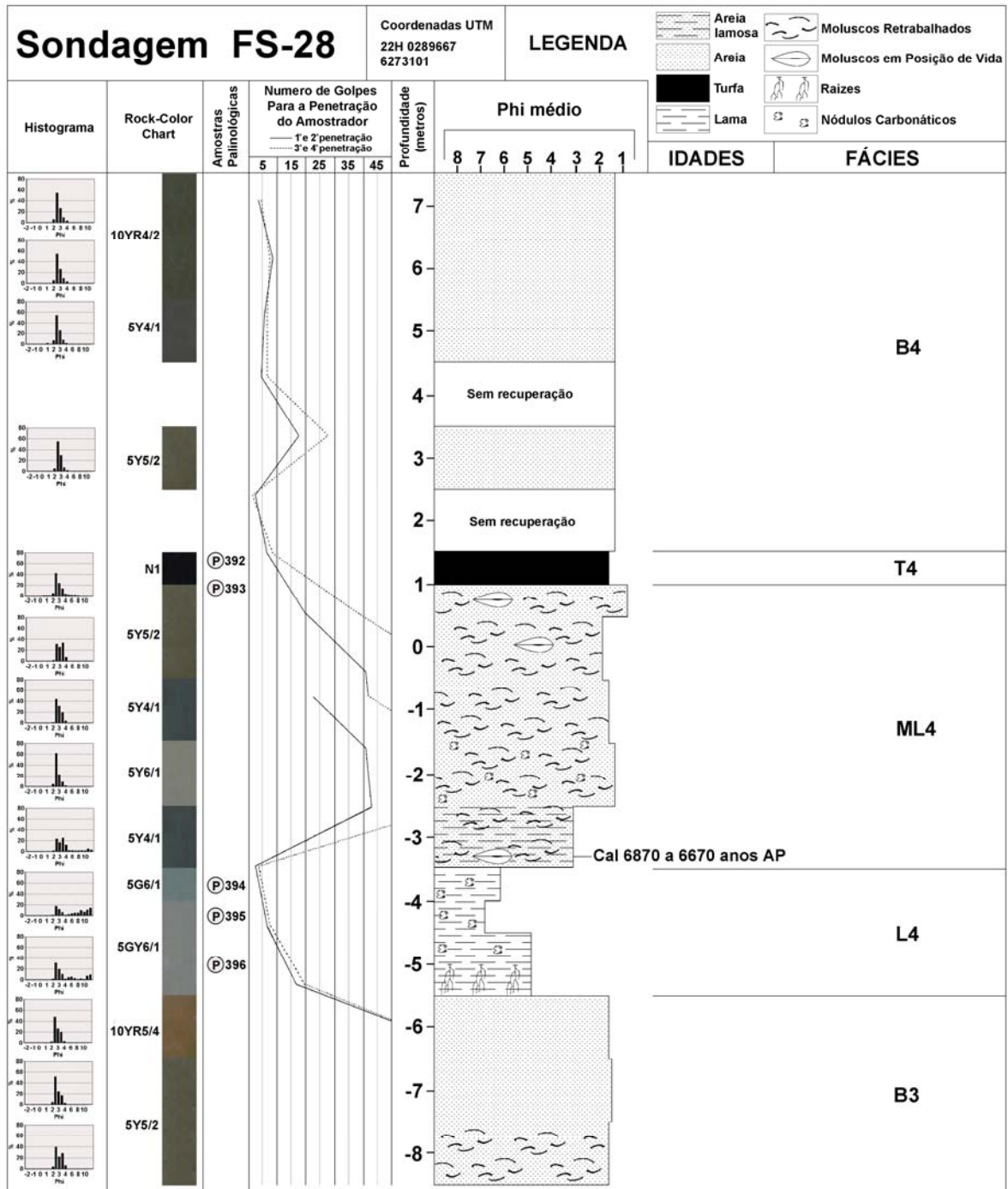
3.2.5 **SONDAGEM FS – 28**

A sondagem FS-28 foi realizada na porção central da barreira a 1 km da costa atual (Fig. 21). A altitude desta sondagem é de 7,6 m, e atingiu 16 m de profundidade a partir da superfície (Fig. 26).

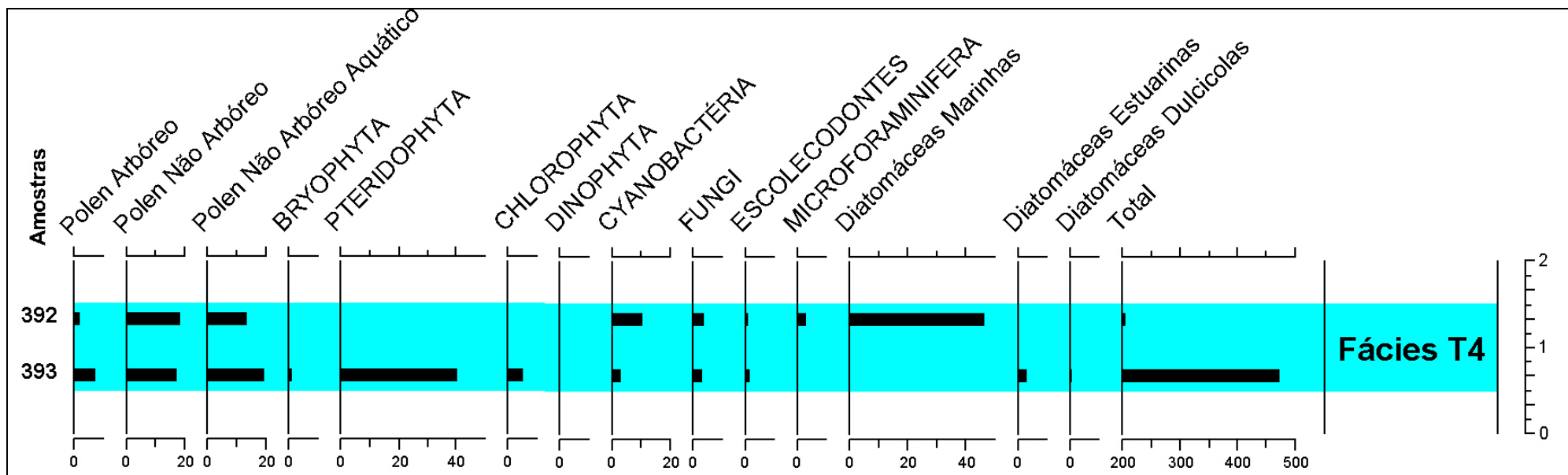
Os resultados de estudos palinológicos e de diatomáceas em 5 amostras coletadas nas sondagem FS-28 são apresentados nos anexos 5 e 6 e na figura 28.

3.2.5.1 FÁCIES B3

Esta fácies tem a espessura de 3 m e seu topo está posicionado a -5,5 m em relação ao nível do mar. Sua consistência é muito compactada, na base é composta de areia fina, moderadamente selecionada e coloração cinza-amarelado (5Y5/2) com conchas muito fragmentadas, não sendo possível a identificação das mesmas. O topo é composto de areia fina, bem selecionada e de coloração bege-amarelado (10YR5/4).



(Figura 27) Coluna estratigráfica da sondagem FS-28 (profundidades em relação ao nível do mar)



(Figura 28) Diagrama de percentagens de polinórmfos e de diatomáceas nas amostras da sondagem **FS-28** (profundidades em relação ao nível do mar).

3.2.5.2 FÁCIES L4

Esta fácies tem a espessura de 2 m e seu topo está posicionado a -3,5 m em relação ao nível do mar. A base é composta por um silte médio, muito pobremente selecionado, bem compactado, coloração cinza-claro esverdeado (5GY6/1) e com marcas de raízes. No topo, é composta por silte fino, muito pobremente selecionado, medianamente compactado e coloração cinza-escuro esverdeado (5G6/1). Nesta fácies, o teor de carbonato é de 15%, observado na forma de nódulos não-litificados, de coloração branca, estrutura esponjosa, baixa densidade. Parte do carbonato presente nesta fácies encontra-se dissolvido e percolado pelos sedimentos.

Na fácies L4, três amostras (**394**, **395** e **396**) foram submetidas à análise de palinomorfos e de diatomáceas (Fig. 27). Os resultados foram negativos em ambas as amostras, indicando uma esterilidade devido aos processos diagenéticos que atuaram neste nível e destruíram todo o registro biológico.

3.2.5.3 FÁCIES ML4

Esta fácies tem a espessura de 4,5 m e seu topo está posicionado a 1 m em relação ao nível do mar. A base é composta de areia muito fina, muito pobremente selecionada, consistência fofa e com coloração cinza-esverdeado (5Y4/1). Na base deste nível, a fauna de moluscos é representada por *Corbula patagonica* (em posição de vida), *Nucula semiornata*, *Heleobia australis* e *Paradizia uruguayensis*. Na profundidade de -3,5m, uma concha de *Corbula patagonica* (em posição de vida) foi submetida à datação por ¹⁴C (AMS), obtendo idade calibrada de 6.870 – 6.670 anos AP. Acima disto, na porção média da fácies, ocorre um nível de areia fina, bem selecionada, muito compactada, de coloração cinza-claro (5Y6/1) e com nódulos carbonáticos arredondados. São encontrados os moluscos *Paradizia uruguayensis* e *Heleobia australis* alternando-se para um nível superior cinza-esverdeado (5Y4/1) com os moluscos *Anomalocardia brasiliiana*, *Amiantis purpuratus* e provável *Protothaca antiqua*. O topo desta fácies é de coloração marrom (5Y5/2), composto de areia fina, moderadamente selecionada, bem compactada, com abundantes marcas de raízes, laminações de fragmentos de conchas e de minerais pesados. A fauna de moluscos é representada por *Nucula semiornata* (em posição de vida), *Anomalocardia brasiliiana* (em posição de vida) *Cadulus* sp., *Paradizia uruguayensis* e *Amiantis purpuratus*.

3.2.5.4 FÁCIES T4

Esta fácies tem uma espessura de 1 m e seu topo está posicionado a 1,5 m em relação ao nível do mar. Apresenta uma composição de areia fina, moderadamente selecionada, medianamente compactada, de aspecto fibroso, coloração negra (N1).

Na fácies T4 dois níveis foram submetidos à análise de palinórfos e diatomáceas um no topo (392) e um na base (393) da fácies (Figs. 27 e 28).

Na amostra **393**, os esporos de pteridófitos são predominantes (40,1%), com a presença massiva de esporos de *Osmunda* (37,9%), seguidos de *Dicranopteris* e Polypodiaceae. Polens de plantas herbáceas somam o total de 34%, onde a dominância é de Cyperaceae (12,4%). Polens de plantas arbóreas (7%) são indicados por Anacardiaceae, Moraceae-Urticaceae e Piperaceae. Esporos de briófitos são representados por *Phaeoceros* (1,2%). A presença da Cianobactéria *Spirulina?* (3,1%), sugere que as condições iniciais de formação deste nível apresentavam um mínimo de alcalinidade. Os palinórfos de fungos são unicamente expressos por *Glomus* (2,9%). Neste nível, há uma grande diversidade de escolecodontes, representando 1,6% do total de palinórfos. Entre as diatomáceas de hábitos mixohalinos ocorrem *Fragilaria* (2,5%) e *Nitzschia* (0,8%). Já as diatomáceas de hábito dulcícola foram extremamente raras e indicados por *Eunotia*. Palinórfos de Chlorophyta ocorrem com 5,4% de frequência, predominando zigósporos de *Spirogyra*, com *Botryococcus* e *Mougeotia* em menores proporções.

Na amostra **392**, as diatomáceas predominam. Mais frequente é o táxon mixohalino *Diploneis* (45,6%), seguido de raras *Cymatozira* (0,4%). Polens de plantas herbáceas representam 31,7% do total desta fácies, ocorrendo Asteraceae, Apiaceae, Chenopodiaceae, Cyperaceae e Poaceae. Polens de plantas arbóreas (1,8%) são representados por Moraceae-Urticaceae e Piperaceae. Palinórfos estritamente marinhos são representados por dinoflagelados de *Operculodinium* (0,4%) e microforaminíferos (3,3%). De maneira anômala são observadas Cyanobactérias *Anabaena?*, *Rivularia* e *Spirulina*, com 10,5% de representatividade nesta amostra. Os esporos de pteridófitos são extremamente raros, representados apenas por Polypodiaceae (0,4%). Escolecodontes também são raros (0,9%). Os palinórfos de fungos (3,8%) são indicados pela presença de *Glomus* e de outros gêneros ainda não identificados.

As assembléias de palinórfos e de diatomáceas nas amostras 393 e 392 na fácies T4 indicam ambientes paludiais de água doce com influência marinha.

3.2.5.5 FÁCIES B4

Esta fácies tem uma espessura de 6 m, seu topo está posicionado a uma altitude de 7,6 m. É composta de areia fina, bem selecionada, pouco compactada e enriquecida de minerais pesados. Na base a coloração é bege-claro (5Y5/2), e no topo marrom-amarelado (10YR4/2) devido à pedogênese superficial.

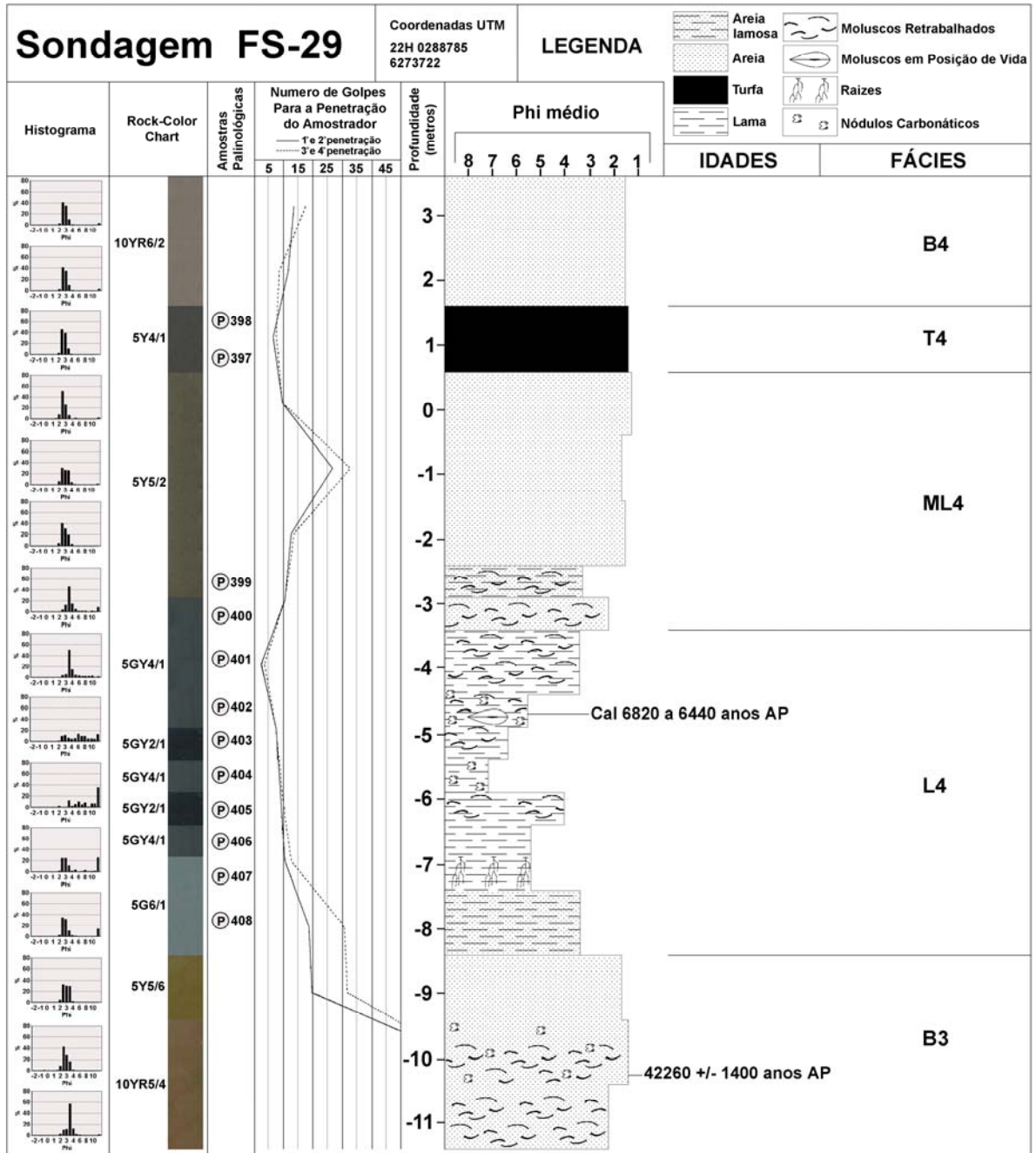
3.2.6 **SONDAGEM FS –29**

A sondagem FS-29 foi realizada no limite leste da barreira, na linha de costa atual (Fig. 21), a uma altitude de 3,4 m e atingindo a profundidade 15 m a partir da superfície (Fig. 29).

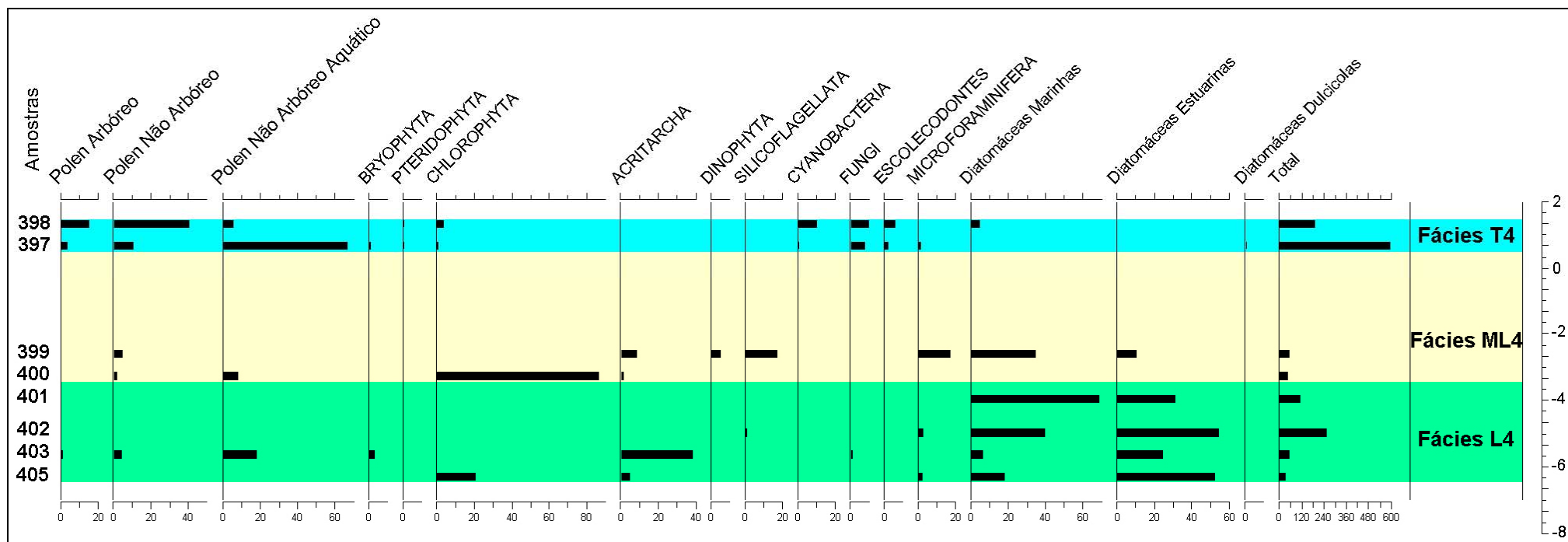
Os resultados dos estudos palinológicos e de diatomáceas de 12 amostras coletadas na sondagem FS-29 são apresentados nos anexos 7 e 8 e na figura 30.

3.2.6.1 FÁCIES B3

Esta fácies tem a espessura de 3 m e seu topo está posicionado a -8,5 m em relação ao nível do mar. A base é de areia muito fina, moderadamente selecionada, muito compactada e coloração bege-amarelado (10YR5/4). Neste nível ocorrem conchas muito fragmentadas entre elas *Pecten (Chlamys) tehuelchus*. A porção média da fácies é composta de areia fina, moderadamente selecionada, muito compactada, de coloração bege-amarelado (10YR5/4) e com nódulos carbonáticos arredondados, que superficialmente exibem a mesma coloração do nível (10YR5/4). A fauna de moluscos é representada por *Ostrea equestris* e *Ollivancilaria* sp. Uma concha de *Ollivancilaria* sp. a profundidade de -10 m em relação ao nível do mar, foi submetida à datação de ^{14}C (AMS) obtendo uma idade de 42.226 ± 1400 anos AP. O topo da fácies é composto de areia fina, moderadamente selecionada, bem compactada e de coloração amarelada (5Y5/6).



(Figura 29) Coluna estratigráfica da sondagem **FS-29** (profundidades em relação ao nível do mar).



(Figura 30) Diagrama de porcentagens de palinórfos e de diatomáceas nas amostras da sondagem FS-29 (profundidades em relação ao nível do mar).

3.2.6.2 FÁCIES L4

Esta fácies tem a espessura de 5 m e seu topo está posicionado a -3,5 m em relação ao nível do mar. A base é composta de areia muito fina, muito pobremente selecionada, consistência de mole a rija, coloração acinzentada (5G6/1) e marcas de raízes. A porção média da fácies é composta de silte muito fino a silte grosso, muito pobremente selecionado, consistência de mole a rija, com uma coloração alternada variando de cinza-claro (5GY4/1) a cinza-escuro (5GY2/1) onde é comum a presença de nódulos carbonáticos angulosos. Na profundidade -6 m em relação ao nível do mar nível é observado o ostracode *Cyprydeis* e os moluscos: *Amiantis purpuratus*, *Cadulus* sp., *Carditamera plata*, *Corbula caribaea*, *Corbula* sp., *Nucula semiornata*, *Pitar* sp. Acima disto a -5 m em relação ao nível do mar observa-se o ostracode *Cyprydeis*, os foraminíferos: *Elphidium* sp. e *Ammonia beccari parkinsoniana* e os moluscos: *Heleobia australis*, *Cylichna bidentata*, *Adrana janeiroensis*, *Carditamera plata*, *Amiantis purpuratus*, *Corbula caribaea*, *Corbula lyoni*, *Corbula patagonica*, *Calyptraea centralis*, *Crepidula protea*, *Ostrea puelchana?*, *Parodizia uruguayensis*, *Pitar* sp., *Plicatula* sp., *Nucula semiornata*, *Nucula uruguayensis*, *Macra patagonica*, *Natica limbata* e *Ostrea equestris*. Na profundidade de -4,5 m, um exemplar de *Corbula patagonica* (posição de vida) foi submetido à datação de ^{14}C (AMS) revelando uma idade calibrada de 6.820 – 6.640 anos AP. O topo é de composição silte grosso, pobremente selecionado, de consistência mole, coloração cinza-claro (5GY4/1) e uma fauna de moluscos representada por *Nucula semiornata* e fragmentos de conchas.

Palinomorfos e diatomáceas na fácies L4 foram analisadas a partir das amostras 408, 407, 406, 405, 404, 403, 402 e 401, correspondentes da base para o topo da fácies (Figs. 29 e 30). As amostras 404, 406, 407 e 408 apresentaram-se estéreis quanto à palinomorfos e diatomáceas.

Na amostra **405**, as diatomáceas são predominantes e representadas principalmente pelo táxon mixohalino *Paralia sulcata* (52,6%), seguida das diatomáceas marinhas: *Coscinodiscus* (10,5%) e *Triceratium* (7,8%). Microforaminíferos (2,3%) e cistos de *Micrhystridium* (5,2%) atestam a grande abundância (representatividade) de elementos marinhos. Palinomorfos de Chlorophyta *Botryococcus* (21%) são bem frequentes, indicando a correlação desta alga com situações mais marinhas.

Na amostra **403**, os cistos de acritarcas *Micrhystridium* (38,3%) são predominantes. Polens de plantas arbóreas são indicados por *Palmae* (1,6%). Polens de plantas herbáceas somam 23% de frequência com o predomínio de *Chenopodiaceae* (16,6%). Palinomorfos de

fungos (1,6%) são apresentados somente por palinomorfos ainda indeterminados. Esporos de Bryophyta são indicados por *Phaeoceros* (3,3%). Diatomáceas continuam ser freqüentes como na amostra do nível anterior apresentando a dominância do táxon mixohalino *Paralia sulcata* (25%), seguido dos táxons marinhos *Actinoptychus* (3,3%) e *Auliscus* (3,3%).

Amostra **402** apresenta a máxima diversidade de diatomáceas onde a dominância de *Paralia sulcata* (54,4%) permanece em relação às amostras dos níveis anteriores. As diatomáceas marinhas: *Actinocyclus* (3,5%), *Actinoptychus* (10,8%), *Auliscus* (1,9%), *Coscinodiscus* (8,1%), *Melosira* (0,7%), *Podosira (Hyalodiscus)* (7,7%), *Talassiosira?* (0,3%), *Triceratium* (6,2%). Microforaminíferos (3,1%) e esqueletos de silicoflagelados de *Dictyocha* (1,5%) confirmam uma presença marcante da salinidade neste nível. Zigósporos de Chlorophyta e esporos de Bryophyta são raros sendo observados *Spirogyra* (0,3%) e *Phaeoceros* (0,7%) respectivamente.

Na amostra **401**, são presentes somente as diatomáceas marinhas, representadas por *Actinocyclus* (0,8%), *Actinoptychus* (15,9%), *Coscinodiscus* (42%), *Talassiosira?* (1,6%), *Triceratium* (8,4%) e estuarinas representadas por *Paralia sulcata* (31%).

A composição de palinomorfos e diatomáceas na fácies L4 da sondagem FS-29 indicam a fase de máxima influência marinha na depressão lagunar. A elevada deposição de elementos marinhos parece indicar um efetivo contato com a dinâmica dos canais de ligação associados.

3.2.6.3 FÁCIES ML4

Esta fácies tem a espessura de 4 m e seu topo está posicionado a 0,5 m em relação ao nível do mar. A base é composta de areia muito fina, moderadamente selecionada, moderadamente compactada, com fragmentos de conchas e uma coloração cinza escuro (5GY4/1) gradando para marrom (5Y5/2). Na porção média e no topo da fácies a composição é de areia fina, bem a moderadamente selecionada, compactada e uma coloração marrom (5Y5/2).

Na base da fácies ML4 duas amostras (399 e 400) foram submetidas análise palinológica e diatomológica (Figs. 29 e 30).

Na amostra **400**, observa-se a dominância de colônias de *Botryococcus* (86,9%). A presença de cistos de *Micrhystridium* (2,1%) indica condições sob influência marinha. Polens de plantas herbáceas perfazem 10,7% do total sendo indicadas principalmente às plantas aquáticas (Typhaceae) e polens de plantas de dunas (Chenopodiaceae). Diatomáceas são

ausentes. Esta composição de palinomorfos parece indicar uma redução da influência marinha, como resultando de um maior aporte de águas continentais.

Na amostra **399**, os polens de plantas herbáceas são raros, sendo representados unicamente por Poaceae (5,2%). Neste nível observa-se a dominância de diatomáceas marinhas *Coscinodiscus* (31,5%), *Actinocyclus* (1,7%) e *Auliscus* (1,7%). Diatomáceas estuarinas são representadas por *Paralia sulcata* (10,5%). Palinomorfos de características tipicamente marinhas são freqüentes sendo representados por esqueletos de silicoflagelados de *Dictyocha* (17,5%), microforaminíferos (17,5%), os cistos de *Micrhystridium* (8,7%) e cistos de dinoflagelados de *Operculodinium* (5,2%). Neste nível, um aumento notável da influência marinha é evidente.

A composição de palinomorfos e diatomáceas na fácies ML4 indica condições ambientais similares a fácies inferior (L4).

3.2.6.4 FÁCIES T4

Esta fácies tem a espessura de 1 m e seu topo está posicionado a 1,5 m acima do nível do mar. Esta fácies é composta de areia fina, bem selecionada, pouco compactada, coloração cinza escuro (5Y4/1) e com fragmentos orgânicos de aspecto fibroso.

Na fácies T4, as duas amostras foram analisadas segundo palinomorfos e diatomáceas, uma amostra na base (397) e outra no topo (398) (Figs. 29 e 30).

Na amostra **397**, os polens de plantas herbáceas somam 77,2% do total de palinomorfos. Ocorrem principalmente táxons aquáticos indicados por Typhaceae (30%), Cyperaceae (20,8%). Os polens de plantas de dunas de Chenopodiaceae compõem 15,6%. Polens de plantas arbóreas (3,7%) são representados por Mimosaceae, Moraceae-Urticaceae e *Palmae*. Os esporos de briófitos são indicados pelo *Phaeoceros* (1,1%). Os esporos de pteridófitos (0,8%) são raros e representados por Equisetaceae, *Microgramma*, *Osmunda* e Polypodiaceae. Palinomorfos de Chlorophyta (0,2%) também são raros, ocorrendo *Botryococcus* e *Spirogyra*. Cyanobactérias indeterminadas (0,9%) são pouco freqüentes. Palinomorfos de fungos (7,6%) são freqüentes e indicados por *Glomus* e *Tetraploa* e palinomorfos indeterminados. *Tetraploa* é de hábito mixohalino. Neste nível há uma notável diversidade de escolecodontes (2,8%). Microforaminíferos são presentes (1,5%). Diatomáceas são raras, ocorrendo a mixohalina *Nitzschia* (0,6%) e *Stauroneus* (0,1%), a dulcícola *Pinnularia latevittata* (0,8%) e marinha *Trigonium* (0,3%).

Na amostra **398** do topo da fácies, polens de plantas herbáceas (46,5%) são dominantes e tendo Asteraceae (29,7%) como táxon mais freqüente. Polens de plantas arbóreas somam

15,3% sendo notada à presença de Moraceae-Urticaceae (14,8%). Os esporos de briófitos são raros e indicados por *Phaeoceros* (0,5%). Os esporos de pteridófitos representam 1% do total, ocorrendo *Microgramma* e Polypodiaceae. Palinomorfos de Chlorophyta (4%) são freqüentes e indicados por *Botryococcus* e *Spirogyra*. Nesta amostra, os cistos de dinoflagelados são representados por *Operculodinium* (0,5%). Escolecodontes com 6,1% de freqüência apresentam sua maior diversidade e freqüência de todas as amostras analisadas. O mesmo ocorrendo com Cyanobactérias (10,7%) indicadas por *Spirulina* e cistos indeterminados e palinomorfos de fungos (9,7%) onde ocorrem *Glomus* e esporos indeterminados. As diatomáceas são representadas pelo táxon mixohalino *Diploneis* (5,1%).

As assembléias de palinomorfos e diatomáceas na fácies T4 na sondagem FS-29 refletem a máxima influência das comunidades vegetacionais relacionadas a Barreira IV principalmente pela representatividade de polens herbáceos, associados a vegetação de dunas costeiras.

3.2.6.5 FÁCIES B4

Esta fácies tem a espessura de 1,9 m e seu topo está posicionado a 3,4 m acima do nível do mar. Esta fácies é composta de areia fina, moderadamente selecionada, medianamente compactada, coloração bege-claro (10YR6/2) e com minerais pesados.

4 DISCUSSÃO

A caracterização do sistema de barreiras costeiras na Praia do Hermenegildo, através de técnicas de sondagem (SPT) aliadas a métodos geofísicos de alta resolução (GPR), permitiu determinar as relações estratigráficas entre as unidades litológicas dos ambientes deposicionais, bem como suas geometrias características. Além dos aspectos geológico-evolutivos, foram também analisados os aspectos climáticos e ecológicos que influenciaram a evolução ambiental desta região durante o final do Pleistoceno e no Holoceno.

De modo geral, os resultados do presente trabalho ilustram as histórias de sedimentação do Holoceno e Pleistoceno Tardio. O registro estratigráfico identificado é composto de duas unidades maiores: i) uma unidade retrogradacional (transgressiva) holocênica; sobreposta ao ii) embasamento pleistocênico. Estas unidades estão separadas por uma discordância erosiva, representando um hiato deposicional condicionado pelo nível de mar baixo do último estágio glacial. Nas seções de GPR, este contato é definido pela ausência de sinal abaixo das reflexões R-L4 (Fig. 22).

A unidade pré-holocênica consiste de uma fácies estuarino/lagunar (L3), recoberta por uma fácies marinho raso (B3). A presença massiva de partículas de carvão e nódulos carbonáticos angulosos na fácies L3 é uma clara indicação de condições climáticas mais secas na sua formação. Os palinomorfos e moluscos identificados na fácies L3 enfatizam que este ambiente esteve controlado por condições mixohalinas, com presença de vegetação terrestre e aquática ocupando a periferia da depressão estuarino/lagunar, e que influxos de água doce provavelmente ocorriam, determinando a ocorrência de algas Chlorophytas.

Na fácies B3, um molusco marinho (*Olivancillaria* sp.), situado a cerca de 10 m abaixo do nível do mar atual, foi datado em 42.260 ± 1.400 anos AP (limite do método do C¹⁴) indicando uma provável idade pleistocênica (nível de mar alto de 120 - 125 Ka), relacionada ao estágio isotópico 5e. Também nesta fácies encontra-se uma elevada concentração de conchas de moluscos fragmentadas, arredondadas e concentradas em horizontes bem definidos (laminações). A presença de conchas estuarinas e marinhas nestes níveis indica um paleoambiente marinho raso e estuarino, francamente conectado através de canais de ligação com o oceano. As relações estratigráficas e paleontológicas das fácies L3 e B3 sugerem que um sistema barreira-laguna existiu na área ocupada atualmente pela Praia do Hermenegildo durante a Penúltima Transgressão. O registro de uma fácies arenosa marinho/raso/estuarino assentada diretamente sobre a fácies lamosa estuarina/lagunar (seqüência transgressiva), resultou da migração, em direção ao continente, de uma barreira pré-existente.

Com o declínio do nível do mar que se seguiu à Penúltima Transgressão (120 – 125 ka), o topo da fácies B3 foi dissecado, originando uma superfície erosiva que, exposta a condições subaéreas, foi sujeita a processos pedogênicos superficiais, resultando na coloração avermelhada dos sedimentos desta fácies. De modo geral, a preservação desta seqüência transgressiva esteve associada a um efêmero sistema de drenagem, que se desenvolveu nesta região no decorrer da última regressão (último estágio glacial), como indicado pela topografia pouco acidentada e retilínea das barreiras pleistocênicas adjacentes. Este aspecto retilíneo das barreiras pleistocênicas foi observado e igualmente justificado por ausência de drenagem no Litoral Médio e Norte do RS (Dillenburg 1996).

Os aspectos estratigráficos interpretados para a unidade holocênica indicam claramente uma natureza retrogradante (transgressiva), produzida pela migração de um sistema barreira-laguna em direção ao continente. Nas seções de GPR, este processo de retrogradação do sistema barreira-laguna IV pode ser identificado na radarfácies R-ML4, onde proeminentes refletores sigmoidais oblíquos e tangenciais indicam os diferentes estágios

evolutivos (migratórios) do sistema eólico (campo de dunas transgressivas) assoreando a depressão lagunar (retrobarreira).

O início do desenvolvimento da unidade holocênica corresponde a um ambiente de água doce composto por turfas amorfas (fácies TA4), situado a cerca de -2 m abaixo do nível do mar atual, e datadas em 10.160 – 9.550 cal anos AP. Estas turfas estão assentadas diretamente sobre o substrato pleistocênico, refletindo uma composição arbórea típica de matas pioneiras e bem adaptadas ao alagamento. A presença desta fácies retrata a existência de um ambiente de água doce anterior ao sistema lagunar IV, formado em resposta às elevadas taxas de precipitação no início do Holoceno. O desenvolvimento da fácies TA4 parece indicar que esta região encontrava-se submetida aos regimes hídricos do lençol freático, condicionando áreas permanentemente alagadas em prováveis depressões topográficas do substrato pré-holocênico. O registro polínico da fácies TA4 reflete, através de uma grande representatividade de polens arbóreos, sinais de uma melhoria climática no início do Holoceno.

A transição destes ambientes paludiais (fácies TA4) para estuarino/lagunares (fácies L4) ocorreu em resposta à progressiva subida do nível do mar durante a Última Transgressão. A instalação da Barreira IV ocorreu com a co-existência de canais de ligação entre o oceano e a depressão lagunar, condicionando um ambiente estuarino/lagunar tanto na fácies L4 como ML4.

Na base da fácies L4, nas sondagens FS-29 e FS-28, ocorrem fragmentos de raízes em meio a nódulos carbonáticos angulosos. Estes nódulos apresentam-se disseminados e/ou concentrados em horizontes bem definidos, indicando uma provável gênese “*in situ*” nestes locais. A forte coloração esbranquiçada da base da fácies parece indicar que parte do carbonato encontra-se disseminado pelo sedimento. A formação destes níveis é provavelmente indicativa de períodos secos que precederam o ótimo climático associado à Última Transgressão, podendo estar associados às mesmas condicionantes que segundo Delaney (1962) resultaram no “*Caliche Cordão*”, indicando condições paleoclimáticas diferentes das atuais para a sua formação (mais seco). Em áreas continentais do RS alguns estudos corroboram a vigência deste clima para o Holoceno Médio (Behling, 2002; Behling *et al.*, 2001, 2004, 2005).

A continuidade da fácies L4 ao longo das três sondagens indica que a extensão do ambiente original de depressão lagunar (retrobarreira) era significativamente maior do que sua atual área. Na região do Hermenegildo, Dillenburg *et al.* (2000) interpretaram através de simulações de evolução costeira que, por volta de 5.000 anos AP a barreira holocênica estava

posicionada a cerca de 10.700 m a leste da atual linha de costa. Esta mesma continuidade de fácies lagunares em subsuperfície é comum a outros setores do Litoral Médio e Norte do RS, descritos por Dillenburg *et al.* (2004) na região de Bujuru, Arejano (2006) na região da Lagoa do Peixe, e Travessas (2003) na região Tramandaí – Cidreira.

Na fácies L4 é registrada a fase de máxima influência marinha na região de retrobarreira, através de percentuais elevados de indicadores marinhos (dinoflagelados, microforaminíferos, acritarchas e diatomáceas). Nesta fácies, foi também observada a maior diversidade de moluscos marinhos. A idade calibrada de 6.820 – 6.640 anos AP indica que esta fácies se formou próxima ao máximo da Última Transgressão (5.600 cal anos AP). A idade similar de 6.870 – 6.670 cal anos AP, obtida na base da fácies ML4 sugere que o regime sedimentar da retrobarreira alterou-se ainda à época do máximo da Última Transgressão, promovendo a deposição de areias no assoalho lagunar, e dando início a fase de colmatção da depressão lagunar. O topo desta fácies ocorre a uma altitude de 1 m. Em se considerando a conexão entre laguna e o oceano, ao tempo da deposição desta fácies, é possível inferir que o nível relativo do mar alcançou uma altitude máxima próxima de +1 m. A composição granulométrica e a elevada compactação da fácies ML4 indicam ser esta uma deposição de areias eólicas em ambiente subaquoso (margem lagunar).

O isolamento gradativo entre o corpo lagunar e o oceano deu início ao desenvolvimento de ambientes paludiais de água doce (fácies T4) na retaguarda da barreira, diretamente sobre a fácies ML4, a uma altitude de 1,5 m. Estes ambientes marcam o início da transição laguna/lagoa costeira por volta de 750 – 670 cal anos AP. A continuidade topográfica definida pela fácies T4 reflete a estabilidade dos níveis do lençol freático ao longo do desenvolvimento da mesma. Sua gênese decorre de uma situação hidrológica semelhante a atual, posicionando os níveis em retrobarreira sobrelevados em relação ao nível do mar. É provável que o desenvolvimento destes ambientes paludiais tenha se dado a partir da segmentação da retrobarreira (Lagoa Mangureira) por esporões arenosos lagunares (*spits*) que terminam por restringir a dinâmica lagunar segundo o modelo proposto por Zencovitch (1959). Atualmente este processo verifica-se em ambos os extremos da Lagoa Mangureira.

A porção emersa da barreira holocênica, neste setor costeiro, corresponde a fácies B4 (eólica), a qual recobre sedimentos lagunares/estuarinos, definindo uma sequência tipicamente transgressiva. Esta sequência é similar à existente no Litoral Médio, na região de Bujuru, descrita por Dillenburg *et al.* (2004). A interface entre a deposição eólica (B4) e a deposição de areias de origem eólica em ambiente subaquoso de margem lagunar (ML4) corresponde ao nível hidrológico que determinou a posição da fácies T4 (paludial).

Em uma primeira fase, anterior ao máximo transgressivo de 5.600 anos AP, barreiras costeiras pré-existentes, e localizadas a uma certa distância da atual linha de costa (em área atualmente afogada de plataforma continental) responderam essencialmente ao fator glácio-eustático, levando a uma ocupação progressiva da depressão lagunar por ambientes paludiais e posteriormente por ambientes estuarinos/lagunares. Devido à relativa estabilidade que seguiu o máximo da Última Transgressão, estas barreiras passaram a ser controladas por condicionantes regionais que influenciaram, por exemplo, o balanço de sedimentos costeiros. A continuidade do processo transgressivo, após o máximo da Última Transgressão, mesmo sob uma condição de quase estabilidade, ou de um lento rebaixamento do nível do mar, decorreu de um provável balanço negativo de sedimentos, operante em uma escala secular e milenar. Segundo Dillenburg *et al.* (2005) e Martinho (2008) o comportamento transgressivo das barreiras do RS, nos últimos 6.000 – 5.000 anos AP, foi condicionado por um balanço negativo de sedimentos, determinado por um elevado fluxo de energia (energia e ângulo de ataque de ondas) no sistema marinho costeiro. Em particular na área de estudo (balneário Hermenegildo), foi postulada a hipótese de que o balanço negativo de sedimentos, operante em escala secular e milenar, possa também ser resultante da retenção de areia por promontórios rochosos da costa uruguaia. Estes promontórios foram estabelecidos como tais, ao final da Última Transgressão, quando passaram a reter parte dos sedimentos da deriva litorânea, gerando assim um balanço negativo de sedimentos na região do balneário Hermenegildo (Lima e Dillenburg, 2007).

4.1 MODELO EVOLUTIVO

A integração dos resultados do presente trabalho possibilitou o estabelecimento de um modelo evolutivo para a região do Hermenegildo. Foram definidas duas seqüências sedimentares principais (Fig. 24): pré-holocênica e holocênica.

ESTÁGIO PRÉ-HOLOCÊNICO

Esse estágio corresponde a Penúltima Transgressão (120 – 125 ka), quando um grande estuário foi gradativamente soterrado como resultado da transgressão de uma barreira arenosa pré-existente (Barreira III), preservando assim depósitos lagunares (fácies L3) sob depósitos marinho/raso/estuarino (fácies B3).

ESTÁGIOS HOLOCÊNICOS

Estágio I: (por volta de 10.000 anos AP)

Esse estágio corresponde a uma melhoria climática por volta de 10.160 – 9.550 cal anos AP, que ocasionou a formação de ambientes paludiais de água doce (fácies TA4) na região que viria a se tornar a depressão lagunar.

Estágio II: (entre 10.000 e 7.000 anos AP)

Este estágio representa o início de instalação do sistema estuarino /lagunar na retaguarda de uma barreira arenosa pré-existente a leste da atual linha de costa. Este estágio é registrado na base da fácies L4 na sondagem FS-28 e FS-29. Representa uma fase climática seca no início de formação da fácies L4.

Estágio III (entre 7.000 e 6.000 anos AP)

Esse estágio corresponde ao máximo da Última Transgressão, quando ambientes estuarinos (fácies L4) atingem seu apogeu ocupando a totalidade da depressão lagunar, escarpando uma falésia erosiva na Barreira III sob ação de ondas lagunares. Durante esse período transgressivo, a barreira arenosa deslocava-se rumo ao continente, favorecendo o desenvolvimento e manutenção do(s) canal(is) ligação associados.

Estágio IV (Posterior a 6.000 anos AP)

Neste estágio, os ambientes estuarinos/lagunares (fácies L4) são transgredidos por sedimentos arenosos resultantes da migração do campo eólico junto à margem leste da depressão lagunar. O registro sedimentar associado a este estágio corresponde às fácies ML4. Esta fácies resulta do processo de migração da Barreira IV (retrogradação) em direção ao continente, assoreando a retrobarreira. O registro paleontológico da fácies ML4 indica que o(s) canal(is) de ligação permaneceu(ram) ativo(s) durante este estágio.

Estágio V (750 – 670 anos AP)

Este estágio é marcado pela transição dos ambientes estuarinos/lagunares para lacustres devido ao fechamento progressivo dos canais de ligação entre depressão lagunar e o oceano. Desenvolvem-se então na depressão lagunar ambientes paludiais de água doce levando a formação turfas (fácies T4). Turfas com idade semelhante (entre 405 e 970 cal anos AP) e também resultantes do assoreamento lagunar por dunas transgressivas foram descritas no Litoral Médio (Bujuru) por Dillenburg *et al.* (2004).

Estágio VI (Presente)

Este estágio representa o progressivo assoreamento das turfeiras (fácies T4), por dunas transgressivas (fácies B4) que terminam por acoplar-se aos terrenos pleistocênicos. Com a continua retração da barreira holocênica, depósitos pré-holocênicos passam a aflorar na linha de costa atual.

5 CONCLUSÃO

Com base na estrutura sedimentar, características sedimentológicas, datações de radiocarbono, análises de palinomorfos, diatomáceas e moluscos foi possível distinguir sete fácies sedimentares: Fácies L3 (estuarino/lagunar), Fácies B3 (marinho/roso/estuarino), Fácies TA4 (paludial de água doce), Fácies L4 (estuarino/lagunar), Fácies ML4 (margem lagunar), Fácies T4 (paludial) e Fácies B4 (eólico).

Na região da Praia do Hermenegildo, as barreiras costeiras pleistocênicas e holocênicas alternam-se em seqüências estratigráficas transgressivas (retrogradantes) preservando depósitos lagunares sob depósitos eólicos/praias.

As características geomorfológicas da barreira holocênica na Praia do Hermenegildo permitem deduzir que sua configuração atual resulta da colmatação de um amplo sistema lagunar, que representava a continuidade longitudinal da retrobarreira, ocupada atualmente pela Lagoa Mangueira.

A ausência de sedimentos francamente marinhos, na base da seqüência holocênica, indica que sempre esteve presente, nesta região, uma barreira costeira isolando parcialmente os corpos lagunares do oceano.

O início da sedimentação holocênica ocorreu por volta de 10.000 anos AP, correspondendo a ambientes paludiais de água doce, que ocupavam a região que viria a se tornar a depressão lagunar.

Os aspectos bioestratigráficos das fácies holocênicas na praia do Hermenegildo permitem demonstrar que a máxima influência marinha (fácies L4), estendeu-se por toda a região de retrobarreira por volta de 6.800 anos AP, intercalando períodos de deposição tipicamente lacustres na retrobarreira (fácies TA4 e T4).

As fácies turfáceas TA4 e T4 indicam níveis paleohidrológicos de -1,5 m e +1,5 m associados ao lençol freático na região de retrobarreira por volta de 10.000 e 700 anos AP respectivamente.

Os aspectos estratigráficos da barreira holocênica na praia do Hermenegildo convergem para um diagnóstico de uma barreira com comportamento predominantemente transgressivo nos últimos 6.800 anos AP

A diversidade de palinomorfos e diatomáceas encontradas neste trabalho reflete a consistência deste registro na caracterização geomorfológica/deposicional/paleogeográfica dos sistemas costeiros no Quaternário da costa do RS.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, J. G. N. & CALLIARI, L. J. 2005. Paleocanais na plataforma continental interna do Rio Grande do Sul: Evidências de uma drenagem fluvial pretérita. **Revista Brasileira de Geofísica**, 23: 123-132.
- ALMEIDA, L. E. S. B.; LIMA, S. F. & TOLDO JR, E. E. 2001. Estimativa da capacidade de transporte de sedimentos a partir de dados de ondas para a costa do rio grande do sul. VIII CONGRESSO DA ABEQUA, IMBÉ - RS. *Boletim de Resumos - Mudanças Globais e o Quaternário*, p. 59-60.
- ANGULO, R.J. & LESSA, A.G. 1997. The Brazilian sea level curves: a critical review with emphasis on the curves from Paranaguá and Cananéia regions. **Marine Geology**, 140:141-166.
- ANGULO, R.J.; GIANNINI, P.C.F.; SUGUIO, K. & PESSENDA, L.C.R. 1999. Relative sea level changes during the last 5500 years in the Laguna-Imbituba region (Santa Catarina, Brazil), based on vermetid radiocarbon ages. **Marine Geology**, 159: 323-339.
- AREJANO, T.B. 1999. *Análise do regime de ventos e determinação do potencial de deriva de areia no extremo sul do litoral do Rio Grande do Sul – Brasil*. Tese de Mestrado. Porto Alegre. UFRGS. 43p.
- AREJANO, T.B. 2006. *Geologia e evolução holocênica do sistema lagunar da “Lagoa do Peixe”, litoral médio do Rio Grande do Sul, Brasil*. UFRGS. Porto Alegre. Tese de Doutorado, 94 p.
- ASP, N.E. 1996. *Avaliação da potencialidade de depósitos de calcário biodetrítico da plataforma interna e linha de costa do Rio Grande Sul*. Trabalho de conclusão de curso de graduação em Oceanologia/ FURG, RS, 71p.
- BARLETTA, R. C. 1997. *Aspectos morfodinâmicos das praias situadas ao norte da desembocadura da Laguna dos Patos- Farol da Conceição e praias adjacentes, R.S.* Monografia de conclusão de curso em Oceanologia/ FURG. Rio Grande, RS.
- BAUERMANN, S.G. 2003. *Análises palinológica se evolução paleovegetacional das turfeiras de Águas Claras e Barrocadas, Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil*. Porto Alegre, UFRGS, Tese de Doutorado, 137 p.
- BARBOZA E.G. 1999. *Terraços da Margem Leste da Laguna dos Patos Litoral Médio do Rio Grande do Sul: Estratigrafia e Evolução Holocênica*. UFRGS, Dissertação de mestrado, 136 p.
- BEHLING, H.; BAUERMANN, S.G. & NEVES, P.C.P. 2001. Holocene environmental changes in the São Francisco de Paula region, southern Brazil. **Journal of South American Earth Science**, 14: 631-639.

- BEHLING, H. 2002. South and southeast brazilian grasslands during Late Quaternary times: a synthesis. **Palaeogeograph, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, 117:19-27.
- BEHLING, H.; PILLAR, V. & BAUERMANN, S.G. 2004. Late Quaternary *Araucaria* forest, grassland (campos), fire and climate dynamics, inferred from a high-resolution pollen record of Cambará do Sul in southern Brazil. **Palaeogeograph, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, 203:277-297.
- BEHLING, H.; PILLAR, V. & BAUERMANN, S.G. 2005. Late Quaternary grassland (Campos), gallery forest, fire and climate dynamics, studied by pollen, charcoal and multivariate analysis of the São Francisco de Assis core in western Rio Grande do Sul (southern Brazil). **Review of Palaeobotany and Palynology**, 133:235-248.
- BELTRAME, L.F.S. & TUCCI, C.E.M. 1998. Estudo para a avaliação e gerenciamento da disponibilidade hídrica da bacia da Lagoa Mirim. Porto Alegre: Relatório Instituto de Pesquisas Hidráulicas/UFRGS. 1: 128p.
- BITTENCOURT, A.C.S.P., MARTIN, L., VILAS BOAS, G.S. & FLEXOR, J.M. 1979. Quaternary marine formations of the coast of the State of Bahia (Brazil). In: Suguio *et al.* (eds.), *Proceedings*, "1978 International Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary", São Paulo, p. 232-253
- BOMBIN, M. & KLAMT, E. 1975. Evidências paleoclimáticas em solos do Rio Grande do Sul. *Comunicações do Museu de Ciências da PUCRS*, Porto Alegre. (13): 183-193.
- BRISTOW C.S. 1995. Internal geometry of ancient tidal bedforms revealed using ground penetrating radar. In: *Tidal Signatures in modern and ancient sediments*, Spec. Publ. Int. Ass. Sediment 21:313-328.
- BRISTOW, C.S., CHROSTON P.N. & BAILEY I.D. 2000. The structure and development of foredunes on a locally prograding coast: insights from ground-penetrating radar surveys, Norfolk. **Sedimentology**, 47: 923-944.
- BUCHMANN F.S. C. 1997. *Banhado do Taim e Lagoa Mangueira. Evolução Holocênica da Paleoembocadura da Lagoa Mirim*. Instituto de Geociências, Curso de Pós Graduação em Geociências, UFRGS, Porto Alegre. Dissertação de Mestrado, 160p.
- BUCHMANN, F. S. C. ; LOPES, R. P. ; OLIVEIRA, U. R. ; CARON, F.; LELIS, R. J. F. ; CECÍLIO, R. O. & TOMAZELLI, L. J. 2001. Preseça de icnofósseis de Callianassa nas barrancas do arroio Chui, RS: um novo afloramento marinho do Pleistoceno e uma re-interpretação da estratigrafia local. In: *8 Congresso da ABEQUA*, Mariluz, Imbé. Boletim de resumos, v. 1. p. 94-95.
- BUCHMANN, F.S.C. e TOMAZELLI, L.J. 2003. Relict nearshore shoals of Rio Grande do Sul, southern Brazil : Origin and effects on nearby modern beaches. **Journal of Coastal Research SI** 35, 318-322.
- CALLIARI, L. J. & KLEIN, A. H. F. 1993. Características morfodinâmicas e sedimentológicas das praias oceânicas entre Rio Grande e Chuí, RS. **Pesquisas**. Porto Alegre. 20(1): 48-56.

- CALLIARI, L. J. & KLEIN, A. H. F. 1995. Variabilidade das praias oceânicas entre Cassino e Chuí, RS. *Publicação especial do Instituto Oceanográfico* (São Paulo). 11: 55-63.
- CALLIARI, L.J., KLEIN, A.H.F. & BARROS, F.C.R. 1996. Beach differentiation along the Rio Grande do Sul coastline (Southern Brazil). **Revista Chilena de Historia Natural** 69: 485-493.
- CALLIARI, L.J, TOZZI, H.A.M. & KLEIN, A.H.F. 1998. Beach morphology and coastline erosion associated with storm surges in southern Brazil, Rio Grande to Chuy, RS. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. 70 (2), 231-247.
- CARON, F. 2007. *Depósitos sedimentares associados a atual desembocadura do Arroio Chuí (Planície Costeira do Rio Grande do Sul) e sua relação com as variações do nível do mar durante o Holoceno*. Curso de Pós Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Dissertação de Mestrado, 63p.
- CLEROT, L. C. P; MEDEANIC, S.; TORGAN, L. C; DILLENBURG, S. R. & TOMAZELLI, L. J. 2003. Evolução da Barreira IV na região do Cassino, Rio Grande - RS. In: *IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário*, Recife. CD-ROM do IX Congresso da ABEQUA.
- CLEROT, L.C.P. 2004. *Estudo da Barreira IV na Região do Cassino, Rio Grande, RS: evolução e caracterização como reservatório*. Instituto de Geociências, UFRGS, Trabalho de Conclusão do Curso de Geologia, 83p.
- CORDAZZO, C. V., 1985. *Taxonomia e ecologia da vegetação das dunas costeiras ao sul de Cassino (RS)*. Dissertação de Mestrado, FURG, Rio Grande, 103p.
- CORDAZZO, C. V. & SEELIGER, U. 1987. Composição e distribuição da vegetação nas dunas costeiras ao sul de Rio Grande (RS). **Ciência e Cultura**. 39(3). 121-124.
- CORDAZZO, C.V. & STÜMER, S.L., 2007. Ocorrência de fungos micorrízicos arbusculares em *Panicum racemosum* (P.Beav.) Spreng (Poaceae) em dunas costeiras do extremo sul do Brasil. **Atlântica**, Rio Grande, 29(1): 65-68.
- CORDEIRO, S.H. & LORSCHBITTER, M.L. 1994. Palynology of Lagoa dos Patos sediments, Rio Grande do Sul, Brazil. **Journal of Paleolimnology**, 10:35-42.
- CORREA, I. C. S.; MARTINS, E. R.; PONZI, V. R. & TOMAZELLI, L. J. 1977. *Atlas Sedimentológico da Plataforma Continental do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, v. 1, p. 1-12.
- CURRAY, J.R. 1964. Transgressions and Regressions. In Miller, R.L., ed., *Papers in Marine Geology – Shepard Commemorative Volume*, MacMillan Comp., New York, 175-203.
- DAVIS Jr., R.A. & HAYES, M.O., 1984. What is a wave dominated coast? **Marine Geology**, 60, 313-329.

- DELANEY, P.J.V. 1962. Considerações sobre a fisiografia e geologia da Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Escola de Geologia da UFRGS, Porto Alegre 31p.
- DILLENBURG, S.R. 1994. *A Laguna de Tramandaí: Evolução Geológica e aplicação do Método Geocronológico da Termoluminescência na Datação de Depósitos Sedimentares Lagunares*. UFRGS. Tese de Doutorado 113p.
- DILLENBURG, S. R. 1996. O Potencial de Preservação dos Registros Sedimentares do Sistema Depositional Laguna/Barreira Iv Na Costa do Estado do Rio Grande do Sul. **Notas Técnicas**, Porto Alegre - RS, v. 9, p. 1-11.
- DILLENBURG, S.R.; TOMAZELLI, L.J. & LUMMERTZ, C. 1998. A variabilidade morfológica das barreiras costeiras holocênicas do Estado do Rio Grande do Sul. **Geosul**, 14(27): 204-207.
- DILLENBURG, S. R. ; ROY, P. S. ; COWELL, P. J. ; TOMAZELLI, L. J. & KUCHLE, J. 1999. Influence of antecedent topography on coastal evolution: an example from southern Brazil. In: *VII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 1999*, Porto Seguro. CD-ROM viiabequa_zco015.pdf. Salvador: ABEQUA
- DILLENBURG, S. R.; ROY, P.S.; COWELL, P.J. & TOMAZELLI, L.J. 2000. Influence of antecedent topography on coastal evolution as tested by Shoreface Translation-Barrier Model (STM). **Journal of Coastal Research**. 16(1): 71-81.
- DILLENBURG S.R.; ESTEVES L.S. & TOMAZELLI L.J. 2004 A critical evaluation of coastal erosion in Rio Grande do Sul, Southern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** 76(3): 611-623)
- DILLENBURG, S. R.; TOMAZELLI, L. J. & BARBOZA, E.G. 2004. Barrier evolution and placer formation at Bujuru, southern Brazil. **Marine Geology**. 203:43-56.
- DILLENBURG, S. R.; TOMAZELLI, L. J.; MARTINS, L. R.; BARBOZA, E.G. 2005. Modificações de longo período da linha de costa das barreiras costeiras do Rio Grande do Sul. **Gravel**, Porto Alegre, v. 3, p. 09-14,
- DILLENBURG, S. F. & HESP P. A. 2008, Geology of Brazilian Coastal Barriers Series: Lecture Notes in Earth Sciences , Vol. 107 Approx. 220 p.
- FAEGRI, K., & IVERSEN, J. 1964. Textbook of Pollen Analysis, 2nd ed. Munksgaard, Copenhagen 237p.
- FIGUEIREDO JR, A. C. 1975. *Geologia dos depósitos calcários biodetríticos da plataforma continental do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre. Dissertação de mestrado em Geociências, UFRGS. 72 p.
- FOLK, R. L. & WARD. W. C. 1957. Brazos River Bar: Study and significance of grain size parameters. **Journal Sedimentary Petrology**, 27(1) 03-26.

- FONZAR, B. C. 1994. A circulação atmosférica da América do Sul. Os grandes sistemas planetários e os subsistemas regionais que atingem o continente: localização e trajetórias. **Caderno de Geociências**, IBGE, Rio de Janeiro, 11: 11-33.
- FORTI-ESTEVEVES, I.R. 1974. Bioestratigrafia e paleoecologia (Mollusca) do Quaternário da Planície Costeira do Rio Grande do Sul. In: 28 Congresso Brasileiro de Geologia, **Anais**. 133-149.
- GODOLPHIM, M F. 1976. *Geologia do holoceno costeiro no município de Rio Grande, RS*. Curso de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado 146p.
- GODOLPHIM M.F. 1985. Paleogeografia da Região do Cassino no Município de Rio Grande, Brasil. **Pesquisas** 17: 233–254.
- GODOLPHIM, M.F.; ARTUSI, L.; DEHNHARDT, B.A.; VILLWOCK, J.A. & ESTEVES, I.R.F. 1989. Novas evidências de transgressão holocênica na porção média da planície costeira do Rio Grande do Sul. **Acta Geológica Leopoldensia**, 29(7):23-36.
- HAYES, M.O., 1994, The Georgia Bight Barrier System, in Davis, R.A. (ed.) *Geology of Holocene Barrier Island Systems*, p. 233-304.
- HESP, P. A. ; DILLENBURG, S. R. ; BARBOZA, E. G. ; TOMAZELLI, L. J. ; AYUPZOUAIN, R. N. ; ESTEVES, L. S. ; GRUBER, N. L. S. ; TOLDO JÚNIOR, E. E. ; TABAJARA, L. L. C. A. ; CLEROT, L. C. P. 2005. Beach Ridges, Foredunes or Transgressive Dunefields? Definitions and an Examination of the Torres to Tramandai Barrier System, Southern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 77, n. 3, p. 493-508.
- JOL H. M., SMITH D. G. & MEYERS R. A., 1996. Digital Ground Penetrating Radar (GPR): A New Geophysical Tool for Coastal Barrier Research (Examples from the Atlantic, Gulf and Pacific Coasts, U.S.A). **Journal of Coastal Research**. 12(4): 960-968.
- LESSA G., ANGULO R.J.; GIANNINI P.C.F. & ARAÚJO A.D. 2000. Stratigraphy and Holocene evolution of a regressive barrier in south Brazil. **Marine Geology**, 165:87-108.
- LEATHERMAN, S. P., 1987, Coastal geomorphic applications of ground penetrating radar: **Journal of Coastal Research**, 3 (3), 397-399.
- LIMA, S.F.; ALMEIDA, L.E.S.B. & TOLDO JR., E.E. 2001. Estimate of longshore sediments transport from waves data to the Rio Grande do Sul coast. **Pesquisas**, 28(2): 99-107.
- LIMA, L.G. & DILLENBURG, S.R. 2007. O Litoral do Uruguai e a evolução geológica das barreiras costeiras do Rio Grande do Sul. In 5º *Congreso Uruguayo de Geologia*. Resumo 87 (CD-ROM).

- LIMAYE, R.B., KUMARAN, K.P.N., NAIR, K.M. & PADMAIAI, D., 2007. Non-pollen palynomorphs as potential palaeoenvironmental indicators in the Late Quaternary sediments of the west coast of India. **Current Science**, 92(10): 1370-1382.
- LORSCHREITER, M. L. & DILLENBURG, S. R. 1998. Holocene palaeoenvironments of the northern coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil, reconstructed from palynology of Tramandaí lagoon sediments. **Quaternary of South America and Antarctic Peninsula**, 1:39-67.
- MARTINHO, 2008. *Morfodinâmica e Evolução de Campos de Dunas Transgressivos Quaternários do Litoral do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, UFRGS, Tese de Doutorado. 241p.
- MARTINS, L.R. 1967. Aspectos deposicionais e texturais dos sedimentos praias e eólicos da Planície Costeira do Rio Grande do Sul. *Publicação Especial da Escola de Geologia*, UFRGS, Porto Alegre. 1(1):27-42.
- MARTIN, L. & SUGUIO, K. 1992. Variation of coastal dynamics during the last 7, 000 years recorded in beach-ridge plains associated with river mouths: example from the central Brazilian coast. **Palaogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology** 99: 119-140.
- MARQUES-TOIGO, M.; MEDEANIC, S.; MOSBRUGGER, V. & ASHRAF, A.R. 2002. Palaeoenvironmental changes in the Maquiné River Valley, RS, Brazil, during the Holocene according to Palynological data. **Revista Brasileira de Paleontologia**, 3: 36-47.
- MEDEANIC, S.; MARQUES-TOIGO, M. & ASHRAF, A.R. 2000. The use of fossil algae for palaeoenvironmental reconstruction during the late Holocene in the Maquiné River Valley, RS, Brazil. **Revista Universidade de Guarulhos Geociências**, 6: 168-172.
- MEDEANIC, S.; DILLENBURG, S.R. & TOLDO JÚNIOR, E. E. 2001. Novos dados palinológicos da Transgressão Marinha Pós-Glacial em sedimentos da laguna dos Patos, RS, Brasil. **Revista Universidade de Guarulhos Geociências**, 6(6):64-76.
- MEDEANIC, S. 2006. Freshwater algal palynomorph records from the Holocene deposits in the coastal Plain of Rio Grande do Sul, Brazil. **Review of Palaeobotany and Palynology**, 141 (1-2), 83-101.
- NEAL, A. & ROBERTS, C.L., 2000. Internal structure of a trough blowout, determined from migrated ground penetrating radar profiles. **Sedimentology**, 48: 791-810.
- NEVES, P.C.P. DAS, & LORSCHREITER, M. L. 1995. Upper Quaternary palaeoenvironments in the Northern Coastal Plain of Rio Grande do Sul, Brazil. **Quaternary of South America and Antarctic Peninsula**, 9:39-67.
- NEVES, P.C.P. & LORSCHREITER, M.L. 1996. Feições de uma mata tropical paludosa em Terra de Areia, Planície Costeira Norte do Rio Grande do Sul, Brasil. **Notas Técnicas**, 9:28-38.

- NEVES, P.C.P. 1998. *Palinologia de sedimentos quaternários no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil: Guaíba e Capão do Leão*. Porto Alegre, UFGRS, Tese de Doutorado, 513 p.
- NEVES, P.C.P. & BAUERMANN, S.G. 2001. Feições de uma mata de restinga em Capão do Leão, Planície Costeira Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas – Série Botânica**, 51:73-86.
- NOBRE, C. A.; CAVALCANTI, M. A. G.; NOBRE, P.; KAYANO, M. T.; BONATTI, J. P.; SATYAMURTI, P.; UVO, C. B. & COHEN, J. C. 1986. Aspectos da climatologia dinâmica do Brasil.
- PEREIRA DA SILVA, R. 1998. *Ocorrência, distribuição e caracterização dos sangradouros na zona costeira do Rio Grande do Sul: trecho Rio Grande-Chuí, RS*. Dissertação de Mestrado. Departamento de Geociências, UFRGS. Porto Alegre, RS, 146p.
- POUPEAU G.; SOLIANI E. JR.; RIVERA, A.; LOSS E.L. E VASCONCELLOS M.B.A., 1988. Datação por termoluminescência de alguns depósitos arenosos costeiros do último ciclo climático no Nordeste do RS, Brasil, **Pesquisas** 21: 25–47.
- RIOS, E. C., 1975. **Brazilian marine mollusks iconography**. Fundação Universidade do Rio Grande, Rio Grande, 331p.
- ROY, P. S.; COWELL, P.J.; FERLAND, M.A. & THOM, B.G., 1994. Wave Dominated Coasts. In Carter, R. W. G. & Woodroffe, C. D. (eds.). *Coastal evolution, late Quaternary shoreline morphodynamics*. Cambridge University Press, p.121-186.
- SHEPARD, F.P. 1954. Nomenclature base don sand-silt-clay rations. **Journal of Sedimentary Petrology**, 24:151-158.
- SIEGLE, E. 1996. *Distribuição dos sedimentos litorâneos entre farol da conceição e farol do Chuí, RS*. Monografia de graduação. Rio Grande. FURG. 91p.
- SOLIANI JR, E. 1973. *Geologia da Região de Santa Vitória do Palmar, RS, e a Posição Estratigráfica dos Fósseis de Mamíferos Pleistocênicos*. Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Geociências, UFRGS. 88p.
- SUGUIO, K. & MARTIN, L. 1978. Quaternary marine formations of the State of São Paulo and southern Rio de Janeiro. In *International Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary*. São Paulo, 11-18 September 1978. Special Publication 1, p. 232-253.
- SUGUIO, K.; MARTIN, L.; BITTENCOURT, A.C.S.P.; DOMINGUES, J.M.L.; FLEXOR, J.M. & AZEVEDO, A.E.G., 1985. Flutuações do nível do mar durante o Quaternário Superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. **Revista Brasileira de Geociências**. 15: 273-286.
- TOLDO JR , E.E. 1994. *Sedimentação, predição do padrão de ondas e dinâmica sedimentar da antepraia e zona de surfe do sistema lagunar da Lagoa dos Patos*. Curso de Pós Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tese de Doutorado. 183p.

- TOMAZELLI, L. J. & VILLWOCK, J. A. 1989. Processos Erosivos Atuais Na Costa do Rio Grande do Sul: Evidências de Uma Provável Tendência Contemporânea de Elevação do Nível Relativo do Mar. In: II Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 1989, Rio de Janeiro. **Resumos**. Rio de Janeiro, v. 1. p. 16-16.
- TOMAZELLI, L.J. 1990. *Contribuição ao estudo dos sistemas deposicionais holocênicos do nordeste da Província Costeira do Rio Grande do Sul – com ênfase no sistema eólico*. Tese de doutorado. Porto Alegre. UFRGS. 270p.
- TOMAZELLI, L.J. & VILLWOCK, J.A. 1991. Geologia do Sistema Lagunar Holocênico do Litoral Norte do Rio Grande do Sul. **Pesquisas**, 18(1): 13-24.
- TOMAZELLI, L. J. & VILLWOCK, J. A. 1992. Considerações sobre o ambiente praiado e a deriva litorânea de sedimentos ao longo do litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil. Instituto de Geociências, UFRGS. Porto Alegre, **Pesquisas** 19: 3-12.
- TOMAZELLI, L. J., 1993. O regime de ventos e a taxa de migração das dunas eólicas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas**, 20(1): 18-26.
- TOMAZELLI, L.J.; VILLWOCK, J.A.; BACHI, F.A. & DEHNHARDT, B.A. 1995. A tendência atual do nível relativo do mar na costa do Rio Grande do Sul: uma análise das evidências. 6º Simpósio Sul Brasileiro de Geologia, **Boletim de Resumos Expandidos** 281-283, Porto Alegre, RS.
- TOMAZELLI, L.J.; VILLWOCK, J.A.; DILLENBURG, S.R.; BACHI, F.A. & DEHNHARDT, B.A., 1998. Significance of present-day coastal erosion and marine transgression, Rio Grande do Sul, southern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 70(2), 221-229.
- TOMAZELLI L.J. & DILLENBURG S.R. 1998. O uso do registro geológico e geomorfológico na avaliação da erosão de longo prazo na costa do Rio Grande do Sul. **Geosul** 14: 47-53.
- TOMAZELLI, L.J.; VILLWOCK, J. A.; BARBOZA, E. G.; BUCHMANN, P.S.C. & SANTOS L.A.O. 1999. A Erosão Costeira no Rio Grande do Sul: Uma Avaliação das Causas e Conseqüências. Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, *Congresso, 7º*, CD-ROM, Porto Seguro, Brasil.
- TOMAZELLI, L. J. & VILLWOCK, J. A. O Cenozóico no Rio Grande do Sul: Geologia da Planície Costeira. In: HOLZ, M.; DE ROS, L. F. Geologia do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: CIGO/UFRGS, 2000. p. 375-406.
- TOMAZELLI, L. J. & DILLENBURG, S. R. 2007. Sedimentary facies and stratigraphy of a last interglacial coastal barrier in south Brazil. **Marine Geology**, 244: 33-45.
- TRAVESSAS, F. A. 2003. *Estratigrafia e evolução no Holoceno Superior da barreira costeira entre Tramandaí e Cidreira (RS)*. Curso de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 66 p.

- U.S. ARMY COASTAL ENGINEERING RESEARCH CENTER / CERC, 1984. **Shore Protection Manual**. (4ed.), V.(1). Waterways Experiment Station, Corps of Engineers. USA. 208p.
- VAN OVERMEEREN, R.A., 1998, Radar facies of unconsolidated sediments in The Netherlands: A radar stratigraphy interpretation method for hydrogeology. **Journal of Applied Geophysics**, 40: 1 – 18.
- VILLWOCK, J. A. 1984. Geology of the Coastal Province of Rio Grande do Sul, southern Brazil. A Synthesis. **Pesquisas**. Porto Alegre. 16: 5-49.
- VILLWOCK, J.A.; TOMAZELLI, L.J.; LOSS, E.L.; DEHNHARDT, E.A.; HORN, N.O.; BACHL, F.A. & DEHNHARDT, B.A. 1986. Geology of the Rio Grande do Sul Coastal Province. Rabassa, J. (ed.). **Quaternary of the South America and Antarctic Peninsula**. A.A. Balkema, Rotterdam. 4: 79-97.
- VILLWOCK, J.A. & TOMAZELLI, L. J. 1995. **Notas Técnicas**. CECO/IG/UFRGS. Porto Alegre, RS. 8: 1-45.
- WERNECK, P.B & LORSCHREITER, M.L. 2001. Paleoambientes dos últimos milênios na zona da Mata do Faxinal, Torres, Rio Grande do Sul, Brasil, através de um estudo de sucessão vegetal. *In*: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 8, Mariluz Imbé, **Anais**, ABEQUA, p. 405-406.
- ZENCOVITCH, V.P.,1959. On the genesis of cusped spits along lagoon shores. **Journal of Geology**, 67: 267-277.

7 ANEXOS

ESPÉCIES	FÁCIES						AMBIENTE				SUBSTRATO			
	T4	ML4	L4	TA4	B3	L3	Praia	Enseada	Baía	Rios, lagos, estuário	Arenoso	Areno-Lodoso	Lodoso	Pedregoso
<i>Heleobia australis</i>	x	x	x	x	x					x				x
<i>Parodizia uruguayensis</i>		x	x	x						x		x	x	
<i>Anomalocardia brasiliana</i>		x	x	x			x	x	x		x		x	
<i>Anadara ovalis</i>				x			x	x			x	x		
<i>Crepidula protea</i>		x	x				x							x
<i>Amiantis purpuratus</i>		x	x				x				x			
<i>Nucula semiornata</i>		x	x				x				x			
<i>Cadulus sp.</i>		x	x				x							
<i>Corbula patagonica</i>		x	x				x				x		x	
<i>Anachis aff. isabellei</i>		x					x				x		x	
<i>Acteocina candei</i>		x					x					x		
<i>Mactra marplatensis</i>		x					x				x			
<i>Protothaca antiqua</i>		x					x				x	x		
<i>Erodona mactroides</i>					x	x				x	x	x		
<i>Ostrea sp.</i>					x	x	x							x
<i>Mactra isabelleana</i>					x		x				x		x	
<i>Ostrea equestris</i>					x		x							x
<i>Pecten (Clamps) tehuelchus</i>					x		x				x			x
<i>Ollivancilaria sp.</i>					x		x				x			
<i>Corbula sp.</i>			x		x		x		x		x			
<i>Corbula caribaea</i>			x				x		x		x			
<i>Nucula uruguayensis</i>			x				x	x			x	x		
<i>Carditamera plata</i>			x				x				x			
<i>Cylichna bidentata</i>			x				x							
<i>Plicatula sp.</i>			x				x	x						x
<i>Calyptraea centralis</i>			x				x	x						x
<i>Adrana janeiroensis</i>			x				x					x	x	x
<i>Corbula lyoni</i>			x								x		x	
<i>Ostrea puelchana</i>			x				x							x
<i>Pitar sp.</i>			x				x					x		
<i>Mactra patagonica</i>			x				x				x			
<i>Natica limbata</i>			x				x				x			x

(Anexo 1) Ocorrência de moluscos segundo as fácies sedimentares, características ambientais (ecológicas) e substrato preferencial.



(Anexo 2) Moluscos identificados nas sondagens FS-27, FS-28 e FS-29 (escalas gráficas correspondem a 2 mm)

(Anexo 3) Distribuição absoluta de palinomorfos nas amostras da sondagem FS-27.

Fácies	T4			L4		TA4		L3	
	381	382	383	384	385	386	387	388	389
MAGNOLIOPHYTA									
<i>Alchornea</i>	-	-	-	-	-	-	3	1	-
Anacardiaceae	-	1	-	-	-	-	1	1	-
Apiaceae	10	5	-	-	-	8	16	-	-
Asteraceae	7	10	-	4	-	6	41	-	-
Brassicaceae	-	-	-	-	-	-	2	-	-
Caryophyllaceae	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Cecropia?</i>	-	-	-	-	-	1	1	-	-
<i>Celtis</i>	-	-	-	-	-	-	3	-	-
Chenopodiaceae	8	2	-	12	50	6	23	-	-
Cyperaceae	18	63	-	12	-	62	52	1	-
<i>Erythrina</i>	-	-	-	-	-	1	1	-	-
Euphorbiaceae	-	-	-	-	-	-	2	-	-
Fabaceae	-	-	-	-	-	-	3	-	-
Juncaginaceae	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Lamiaceae	-	-	-	-	-	-	2	-	-
Melastomaceae	-	-	-	-	-	-	2	-	-
Meliaceae?	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Moraceae-Urticaceae	20	4	-	-	-	1	17	1	-
Myrtaceae	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Onagraceae	-	-	-	-	-	-	2	-	-
<i>Palmae</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Papapiptadenia</i>	-	2	-	-	-	-	2	-	-
<i>Pinus*</i>	-	-	-	-	-	-	-	2	-
Piperaceae?	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Poaceae	30	50	-	5	8	52	38	6	-
Polygonaceae	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Polygonum hydropiperoides</i>	-	46	-	-	-	-	-	-	-
Polygalaceae	-	-	-	-	-	-	3	-	-
Primulaceae	-	-	-	-	-	-	2	-	-
<i>Rapanea</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Rubiaceae	-	-	-	-	-	-	4	-	-
Scrophulariaceae	8	-	-	-	-	-	4	-	-
Solanaceae	-	-	-	-	-	-	3	-	-
<i>Trema</i>	-	-	-	-	-	-	4	-	-
Typhaceae	-	60	-	-	-	80	15	1	-
Valerianaceae	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Verbenaceae	-	-	-	-	-	-	3	-	-
<i>Vernonia</i>	-	-	-	-	-	-	2	-	-
<i>Vigna luteola</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-
BRYOPHYTA									
<i>Anthoceros</i>	1	-	-	2	3	4	2	3	-
<i>Phaeoceros</i>	1	4	-	2	3	4	8	4	1
PTERIDOPHYTA									
<i>Azolla filiculoides</i>	-	1	-	-	-	-	2	2	-
Equisetaceae	1	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Osmunda</i>	23	14	-	-	-	3	-	2	-
<i>Selaginella</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Polypodiaceae	1	14	-	-	-	1	-	1	-
CHLOROPHYTA									
<i>Botryococcus</i>	-	2	-	-	-	-	-	3	-
<i>Mougeotia</i>	4	46	2	-	-	-	-	-	-
<i>Pseudoschizaea</i>	-	-	-	-	-	-	-	5	-
<i>Spirogyra</i>	3	10	-	-	-	1	2	-	-
<i>Zygnema</i>	1	1	-	-	-	1	-	-	-
ACRITARCHA									
<i>Michhystridium</i>	-	-	-	-	-	-	1	10	-
<i>Cymatiosphaera</i>	-	-	-	-	-	-	-	2	-
DINOPHYTA									
Cistos indeterminados	-	-	-	-	-	-	-	2	-
CYANOBACTÉRIA									
<i>Anabaena?</i>	5	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spirulina?</i>	8	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Indet.</i>	4	4	-	-	-	-	8	-	-
FUNGI									
<i>Glomus</i>	7	1	-	-	-	-	20	-	20
<i>Tetraploa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Palinomorfos de fungos ndeterminados	48	2	-	-	-	6	20	-	-
ESCOLECODONTES	3	-	-	-	-	-	1	-	-
MICROFORAMINIFERA	-	-	-	6	-	-	2	-	-

* Polens estranhos

(Anexo 4) Distribuição absoluta de diatomáceas nas amostras da sondagem FS-27.

Fácies	T4			L4		TA4		L3	
	381	382	383	384	385	386	387	388	389
<i>Actinocyclus</i>	-	-	-	-	8	-	-	-	-
<i>Actinoptychus</i>	-	-	-	5	2	-	-	-	-
<i>Auliscus</i>	-	-	-	4	-	-	-	-	-
<i>Chaetoceros costatus</i>	-	6	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cymatozira</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Cyclotella</i>	-	-	-	5	-	-	-	-	-
<i>Diploneis</i>	-	-	-	-	-	-	6	-	-
<i>Eunotia</i>	6	78	2	-	-	12	-	-	-
<i>Melosira</i>	-	-	-	20	18	-	-	-	-
<i>Navicula</i>	-	-	-	-	-	3	36	-	-
<i>Nitzschia</i>	-	17	-	-	-	3	-	-	-
<i>Paralia sulcata</i>	-	-	-	190	150	-	-	-	-
<i>Pinnularia latevittata</i>	-	70	-	-	-	7	50	-	-
<i>Podosira (Hyalodiscus)</i>	-	-	-	20	6	-	-	-	-
<i>Rhopalodia</i>	-	-	-	-	-	6	-	-	-
<i>Stauroneus</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Surirella</i>	-	-	-	-	-	2	4	-	-
<i>Triceratium</i>	-	-	-	10	6	-	-	-	-

(Anexo 5) Distribuição absoluta de palinomorfos nas amostras da sondagem FS-28.

Fácies	T4	
Amostras	393	392
MAGNOLIOPHYTA		
Anacardiaceae	-	2
Apiaceae	2	-
Asteraceae	8	44
Chenopodiaceae	12	17
Cyperaceae	14	59
Moraceae-Urticaceae	3	25
<i>Pinus*</i>	-	1
Piperaceae?	1	6
Poaceae	30	27
Typhaceae	-	16
BRYOPHYTA		
<i>Phaeoceros</i>	-	6
PTERIDOPHYTA		
<i>Dicranopteris</i>	-	5
<i>Osmunda</i>	-	180
Polypodiaceae	1	6
CHLOROPHYTA		
<i>Botryococcus</i>	-	5
<i>Mougeotia</i>	-	1
<i>Spirogyra</i>	-	20
DINOPHYTA		
<i>Operculodinium</i>	1	-
CYANOBACTÉRIA		
<i>Anabaena?</i>	1	10
<i>Rivularia?</i>	1	-
<i>Spirulina</i>	20	5
FUNGI		
<i>Glomus</i>	2	14
Palinomorfos de fungos indeterminados	6	-
ESCOLECODONTES	2	8
MICROFORAMINIFERA	7	-

* Polens estranhos

(Anexo 6) Distribuição absoluta de diatomáceas nas amostras da sondagem FS-28.

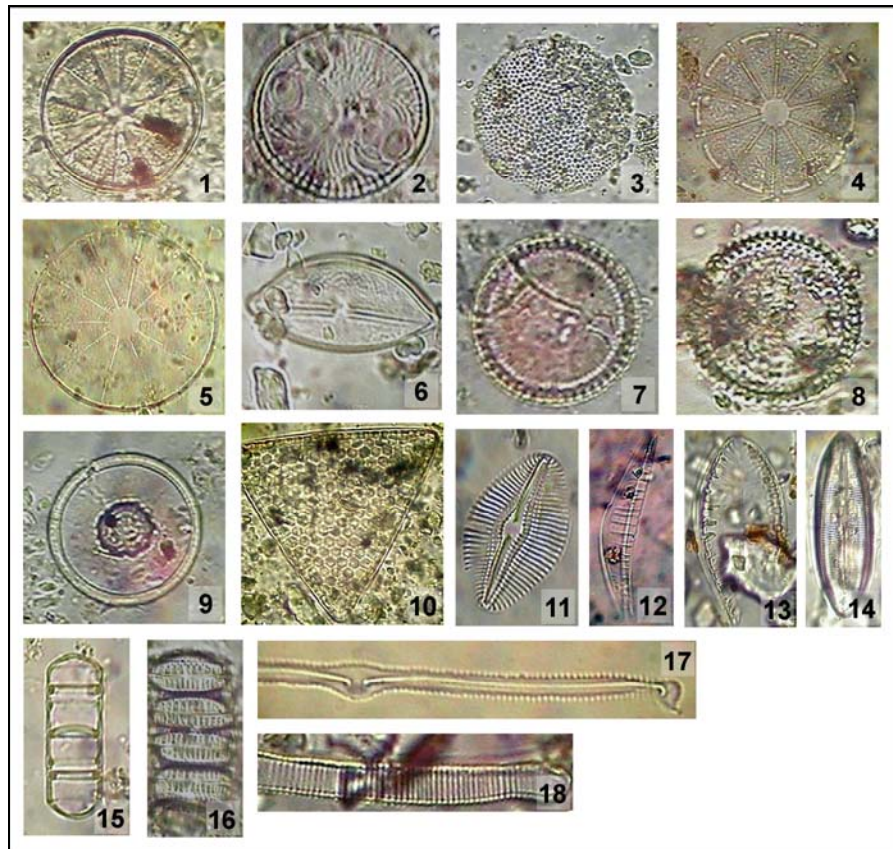
Fácies	T4	
Amostras	393	392
<i>Cymatozira</i>	1	-
<i>Diploneis</i>	94	-
<i>Fragilaria</i>	-	12
<i>Eunotia</i>	-	1
<i>Nitzschia</i>	-	4

(Anexo 7) Distribuição absoluta de palinórfos nas amostras da sondagem FS-29.

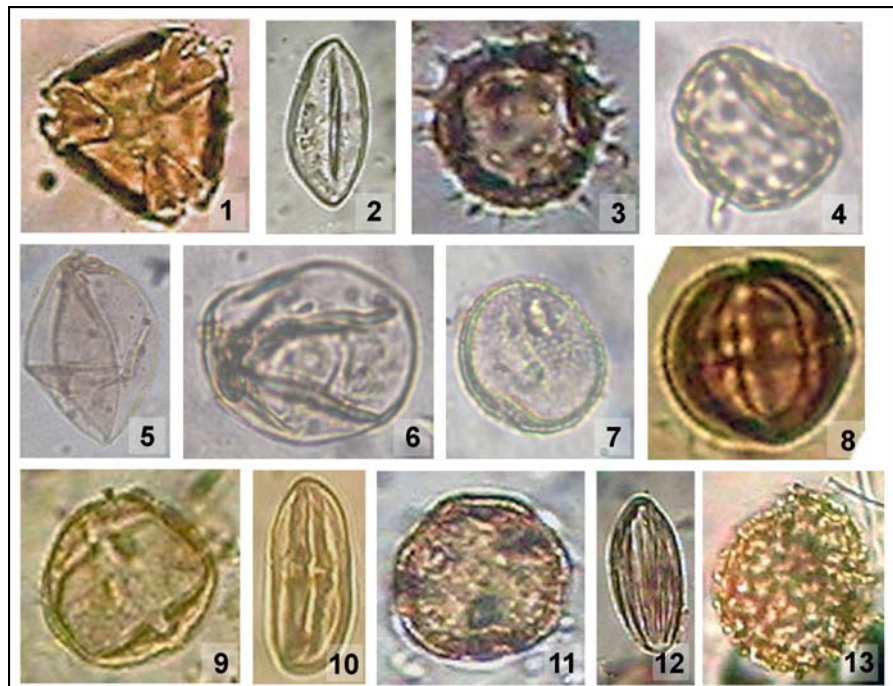
Fácies	T4		ML4		L4		
	398	397	399	400	402	403	405
Amostras							
MAGNOLIOPHYTA							
Apiaceae	-	1	-	-	-	1	-
Asteraceae	58	12	-	-	-	-	-
Boraginaceae	-	1	-	-	-	-	-
Chenopodiaceae	-	93	-	2	-	10	-
Cyperaceae	6	124	-	-	-	-	-
Juncaginaceae	2	7	-	-	-	1	-
Mimosaceae	1	1	-	-	-	-	-
Moraceae-Urticaceae	29	20	-	-	-	-	-
<i>Palmae</i>	-	2	-	-	-	1	-
Plantaginaceae	9	2	-	-	-	-	-
Poaceae	10	43	3	-	-	1	-
Polygalaceae	1	-	-	1	-	-	-
Typhaceae	5	179	-	2	-	-	-
Verbenaceae	-	-	-	-	-	1	-
BRYOPHYTA							
<i>Phaeoceros</i>	1	7	-	-	2	2	-
PTERIDOPHYTA							
Equisetaceae	-	1	-	-	-	-	-
<i>Microgramma</i>	1	1	-	-	-	-	-
<i>Osmunda</i>	-	3	-	-	-	-	-
Polypodiaceae	1	1	-	-	-	-	-
CHLOROPHYTA							
<i>Botryococcus</i>	4	6	-	40	-	-	8
<i>Spirogyra</i>	4	1	-	-	1	-	-
ACRITARCHA							
<i>Michrystidium</i>	-	-	5	1	-	23	2
DINOPHYTA							
<i>Operculodinium</i>	1	-	3	-	-	-	-
SILICOFLAGELLATA							
<i>Dictyocha</i>	-	-	10	-	4	-	-
CYANOBACTÉRIA							
<i>Anabaena?</i>	-	4	-	-	-	-	-
Indeterminadas?	20	2	-	-	-	-	-
<i>Spirulina</i>	1	-	-	-	-	-	-
FUNGI							
<i>Glomus</i>	10	35	-	-	-	-	-
<i>Tetraploa</i>	-	3	-	-	-	-	-
Palinórfos indeterminados	9	8	-	-	-	1	-
ESCOLECODONTES	12	17	-	-	-	-	-
MICROFORAMINIFERA	-	9	10	-	8	-	1

(Anexo 8) Distribuição absoluta de diatomáceas nas amostras da sondagem FS-29.

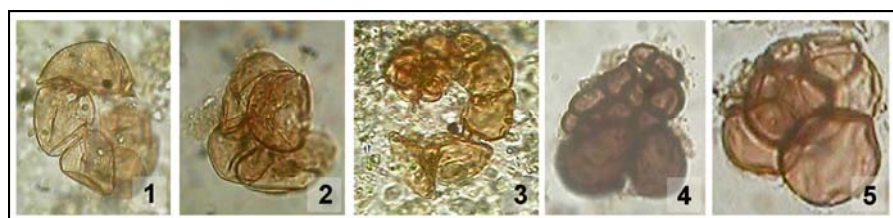
Fácies	T4		ML4		L4			
	398	397	399	400	401	402	403	405
Amostras								
<i>Actinocyclus</i>	-	-	1	-	1	9	-	-
<i>Actinoprychus</i>	-	-	-	-	19	28	2	-
<i>Auliscus</i>	-	-	1	-	-	5	2	-
<i>Coscinodiscus</i>	-	-	18	-	50	21	-	4
<i>Diploneis</i>	10	-	-	-	-	-	-	-
<i>Melosira</i>	-	-	-	-	-	2-	-	-
<i>Nitzschia</i>	-	4	-	-	-	-	-	-
<i>Paralia sulcata</i>	-	-	6	-	37	140	15	20
<i>Pinnularia latevittata</i>	-	5	-	-	-	-	-	-
<i>Podosira (Hyalodiscu)</i>	-	-	-	-	-	20	-	-
<i>Stauroneus</i>	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Talassiosira?</i>	-	-	-	-	2	1	-	-
<i>Triceratium</i>	-	-	-	-	10	16	-	3
<i>Trigonium</i>	-	2	-	-	-	-	-	-



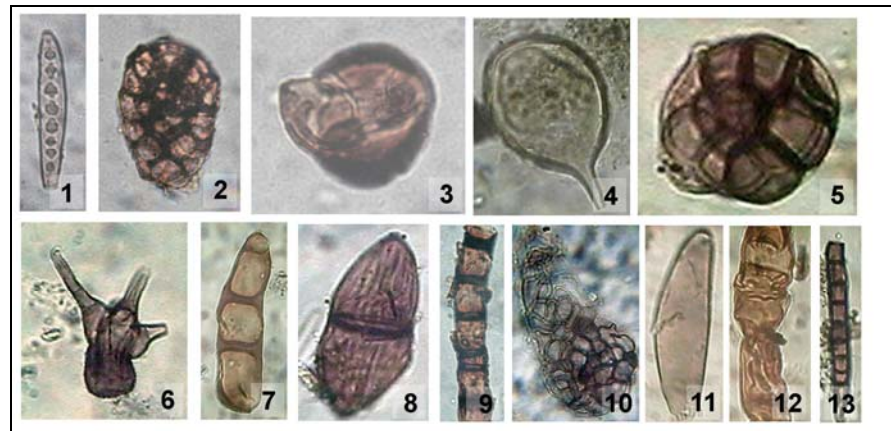
Prancha 1



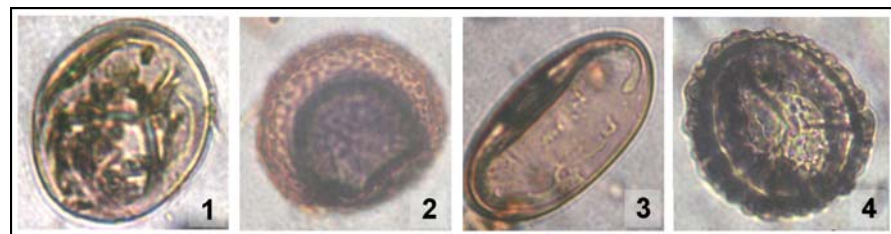
Prancha 2



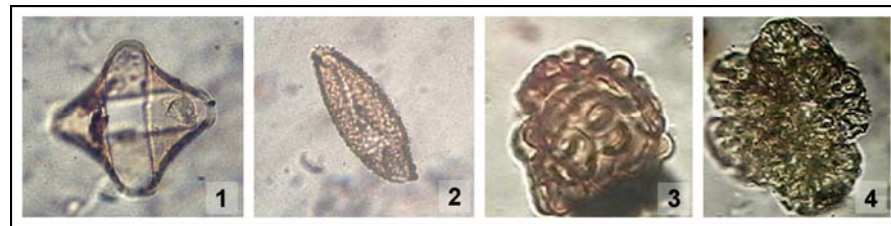
Prancha 3



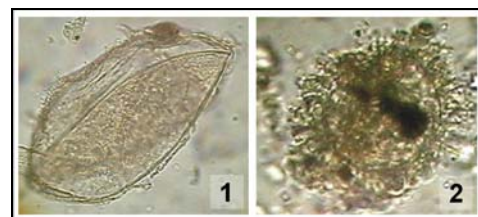
Prancha 4



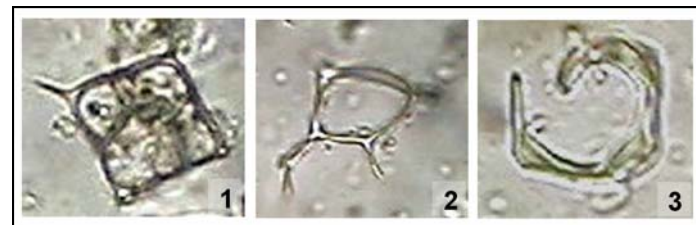
Prancha 5



Prancha 6



Prancha 7



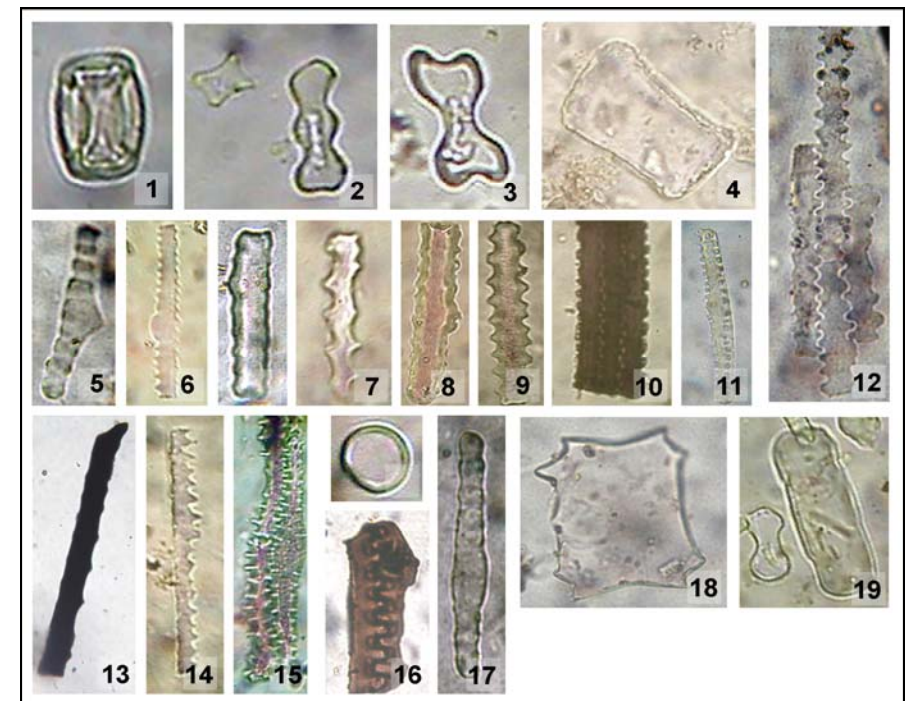
Prancha 8



Prancha 9

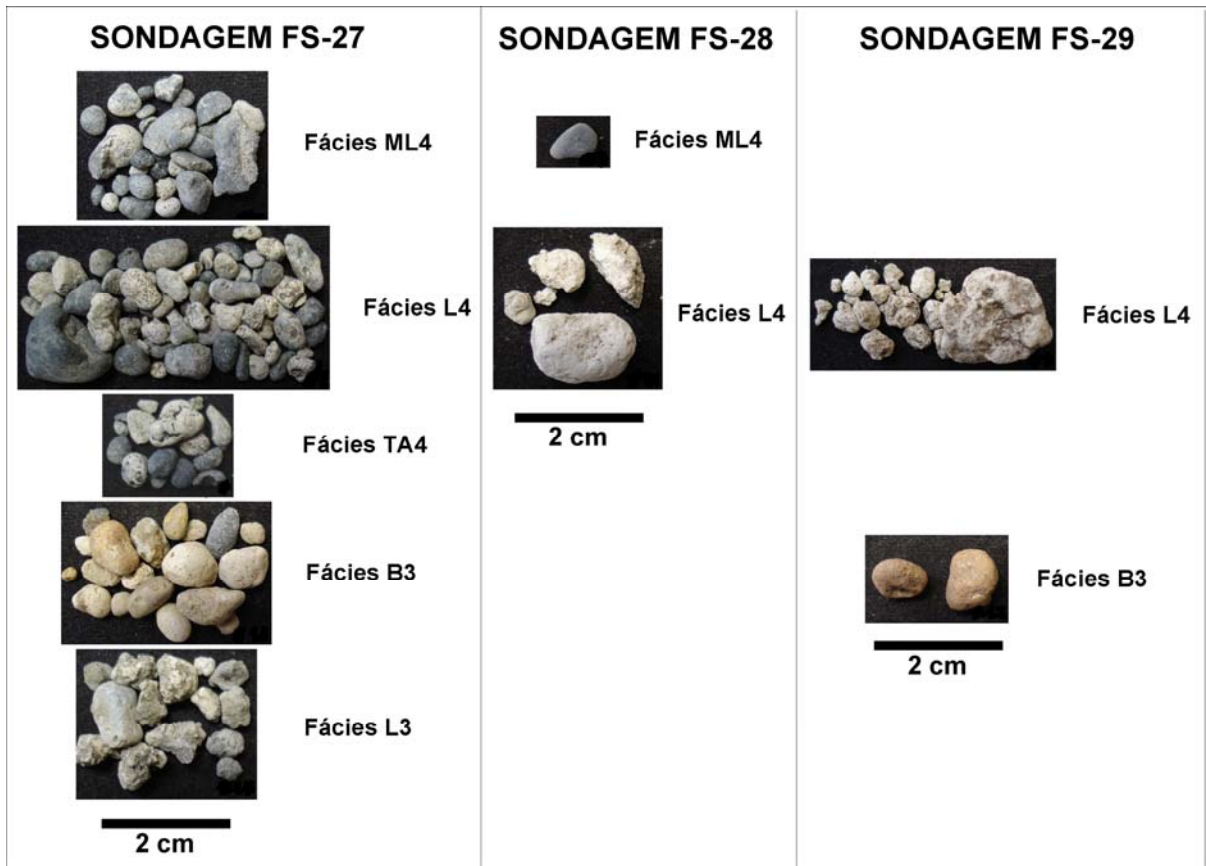


Prancha 10



Prancha 11

(Anexo 9) Material fotográfico de palinórfos e diatomáceas encontrados (aumento de 400X). **Prancha 1 DIATOMÁCEAS** (1) *Actinoptychus* (2) *Auliscus* (3) *Coscinodiscus* (4) *Actinocyclus* (5) *Cyclotella* (6) *Cymbella* (7) *Melosira* (8) *Paralia sulcata* (9) *Podosira* (10) *Triceratium* (11) *Diploneis* (12) *Rhopalodia* (13) *Surirella* (14) *Pinnularia latevittata* (15) indeterminado (16) indeterminado (17) *Fragilaria* (18) *Eunotia*. **Prancha 2 POLENS** (1) *Verbenaceae* (2) *Palmae* (3) *Asteraceae* (4) *Chenopodiaceae* (5) *Cyperaceae* (6) *Poaceae* (7) *Typhaceae* (8) *Euphorbiaceae* (9) *Anacardiaceae* (10) *Apiaceae* (11) *Caryophyllaceae* (12) *Polygalaceae* (13) *Polygonum hydropiperoides*. **Prancha 3 MICROFORAMINÍFEROS** (1 a 5) indeterminados. **Prancha 4 FUNGI** (1 a 3) indeterminados (4) *Glomus* (6) *Tetraploa* (7 a 13) indeterminados. **Prancha 5 PTERIDOPHYTA** (1) *Phaeoceros* (2) *Osmunda* (3) *Polypodiaceae* (4) *Huperzia*. **Prancha 6 CHLOROPHYTA** (1) *Mougeotia* (2) *Spirogyra* (3) *Zygnema* (4) *Botryococcus*. **Prancha 7 DYNOPHYTA** (1) Cisto indeterminado (2) *Operculodinium*. **Prancha 8 SILICOFLAGELADOS** (1) *Dictyocha* (2 e 3) indeterminados. **Prancha 9 ESCOLECODONTES** (1 a 5) indeterminados. **Prancha 10 CYANOPHYCEAE** (1 a 4) indeterminados. **Prancha 11 FITÓLITOS** (1 a 17) indeterminados.



Anexo 10) Nódulos carbonáticos observados nas respectivas fácies sedimentares.