

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS  
ÁREA DE GEOLOGIA MARINHA E COSTEIRA

**VARIAÇÃO DOS NIVEIS DE BASE DO SISTEMA  
LAGUNA BARREIRA NAS ADJACENCIAS DA LAGUNA  
MIRIM.**

*HELEN PATRICIA LIMA FERREIRA*

ORIENTADOR:

Prof. Dr. Ricardo Norberto Ayup-Zouain

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

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS  
ÁREA DE GEOLOGIA MARINHA E COSTEIRA

**VARIAÇÃO DOS NIVEIS DE BASE DO SISTEMA  
LAGUNA BARREIRA NAS ADJACENCIAS DA LAGUNA  
MIRIM.**

*HELEN PATRICIA LIMA FERREIRA*

ORIENTADOR:

Prof. Dr. Ricardo Norberto Ayup-Zouain

COMISSÃO EXAMINADORA:

Elírio Toldo Jr.

Iran Carlos Stallavieri Corrêa

Carlos Hartmann

Dedico a minha mãe Helena, que me incentiva  
e esta sempre ao meu lado.

## Agradecimentos

Ao Professor e amigo Prof<sup>o</sup> Dr. Ricardo Norberto Ayup-Zouain, em especial pelo incentivo, orientação, apoio e confiança.

A Eduardo Guimarães Barboza, pelas discussões, palavras de incentivo, apoio aos trabalhos de campo e sugestões que sempre bem aplicadas me foram muito úteis.

A amiga Maria Luiza Correa da Camara Rosa, pela constante presença, pelo carinho e amizade dedicada, e pelo apoio aos trabalhos de campo.

Aos professores desta instituição, Prof<sup>o</sup> Dr. Luiz José Tomazelli, Prof<sup>o</sup> Dr. Nelson Luiz Sambaqui Grüber pelo apoio sempre bem vindo.

Aos funcionários da secretária do Curso de Pós-Graduação de Geociências da UFRGS, em especial ao Roberto, pelos incentivos e disposição de sempre ajudar.

A agência de apoio à pesquisa CNPq, que através do suporte financeiro viabilizaram a realização desse estudo.

## **Resumo**

O reconhecimento das variações planialtimétricas existentes nas margens dos sistemas lagunares e nos canais de comunicação desde a barra de Rio Grande até a desembocadura do arroio Chuí, junto ao Oceano Atlântico é de grande importância para a compreensão da história evolutiva na planície costeira. Além disso, pretende-se definir as variações altimétricas entre os diferentes sistemas deposicionais tipo laguna/barreira presentes na região e abordar a variação entre o nível médio dos sistemas lagunares e o nível médio do mar. A área selecionada para este estudo é a região sul da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, entre os municípios de Rio Grande e do Chuí, aproximadamente entre as latitudes 31°30' e 34° S e as longitudes 52° e 53°30' W. Na região afloram os sistemas deposicionais do tipo Laguna-Barreira (II, III e IV). As barreiras pleistocênicas (II e III) encontram-se segmentadas no Banhado do Taim, junto ao qual foi identificada, em trabalhos anteriores, variações dinâmicas importantes. Por este motivo a região foi selecionada como alvo para um melhor detalhamento no estudo. Utilizando-se os métodos de Nivelamento Geométrico, Posicionamento com GPS, Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento, realizou-se um levantamento em escala regional. Os dados foram processados e integrados em um sistema de informações geográficas. Foram gerados mapas que permitiram caracterizar as variações de fácies e identificar processos atuantes colaborando para uma melhor compreensão da cartografia temática da área.

## **Abstract**

The geological and geomorphologic evolution history of the southern coastal plain, between Rio Grande channel to Chui, are developed for knowledge the influence of the variation on the features adjacent to the Atlantic Ocean and de coastal lagoon system. Simultanesly the altimetry variation of the different barrier/lagoon depositional system are defined, and analyzed the influence of the middle level of any feature with compared to present sea level.

The study area involved the Rio Grande do Sul Coastal Plain, between Rio Grande to Chui municipality, on the latitude 31°30' e 34° S and longitude 52° e 53°30' W. On these area observed principally the sequence of three Barrier/lagoon depositional systems (II, III e IV).

The Pleistocene Barriers (II e III) segmented on the Taim "Banhado" (coastal Swamp) was identified dynamic variation influence on the past. This study applied the GPS and geometric measurements, remote sensing and geographic information system on regional scale to analyze the geological and geomorphologic feature stability. All data are processed e integrated on the Geographic Information System. Thematic maps are presented with characterization of the features variations, processes influence and evolution of the cartographic accuracy.

## Sumário

Dedicatória .....	iii
Agradecimentos .....	iv
Resumo.....	v
Abstract .....	v
Sumário .....	vi
Lista de Figuras .....	ix
Lista de Tabelas .....	xi
CAPITULO 1.....	1
1 - INTRODUÇÃO .....	2
1.1 – Considerações Iniciais.....	2
1.2 – Trabalhos Anteriores .....	4
1.3 – Justificativa e Objetivos .....	6
1.4 – Localização e Acessos .....	7
CAPITULO 2.....	10
2 - GEOLOGIA E CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA ÁREA DE ESTUDO .....	11
2.1 – LITORAL SUL.....	11
2.2 – PANORAMA GEOLÓGICO DA PROVÍNCIA DO RIO GRANDE DO SUL .....	13
2.2.1 – Geomorfologia.....	13
2.2.2 – Macrocompartmento do Sistema Laguna-Barreira.....	13
2.3 – SISTEMAS DEPOSICIONAIS COSTEIROS.....	16
2.4 – CORPOS LAGUNARES NA ÁREA DE ESTUDO .....	19
2.5 – CLIMA .....	20

CAPITULO 3.....	27
3 – MÉTODOS .....	28
3.1 – NIVELAMENTO GEOMÉTRICO .....	31
3.1.1 – Introdução .....	31
3.1.2 – Nivelamento Geométrico .....	31
3.1.3 – Materiais de Investigação.....	33
3.2 – O SISTEMA DE POSICIONAMENTO GLOBAL (GPS).....	35
3.2.1 – Introdução .....	35
3.2.2 – O Sistema GPS .....	35
3.2.3 – GPS diferencial – DGPS .....	36
3.2.4 – Materiais de Investigação.....	36
3.3 – INTEGRAÇÃO – Nivelamento Geométrico x GPS.....	38
3.3.1 – Métodos de Investigação .....	39
3.4 – SENSORIAMENTO REMOTO.....	45
3.4.1 – Introdução .....	45
3.4.2 – Sensoriamento Remoto.....	45
3.5 – GEOPROCESSAMENTO .....	47
3.5.1 – Introdução .....	47
CAPITULO 4.....	49
4 – RESULTADOS E DISCUSÃO .....	50
4.1. – DESCRIÇÃO DOS PERFIS.....	54
4.1.1 – Perfil Chuí – Barra do Chuí.....	54
4.1.2 – Perfil Porto Getulio Vargas – Praia de Hermenegildo .....	59
4.1.3 – Perfil Mirim – Albardão .....	64
4.1.4 – Perfil Taím – Farol Sarita.....	70
4.1.5 – Perfil Canal São Gonçalo – Canal Rio Grande .....	75

4.1.6 – Perfil Chuí – Banhado Mirim .....	81
4.1.7 – Perfil Chuí – Canal São Gonçalo.....	85
4.1.8 – Perfil Barra do Chuí – Canal de Rio Grande .....	90
4.2. – ANÁLISE COMPARATIVA.....	94
4.2.1 – MDT SRTM/NASA x Pontos GPS .....	94
4.2.2 – Diferenças de Níveis .....	98
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	103

## Lista de Figuras

Figura 1 - Mapa do Litoral do Rio Grande do Sul (GERCO, 2005).....	3
Figura 2 - Mapa de localização e acessos à área de estudo.....	9
Figura 3 - Mapa do litoral Sul .....	12
Figura 4 - Seção geológica esquemática da Bacia de Pelotas (compilada de Ojeda & Cesero, 1973; Ojeda & Silva, 1975; Gonçalves et al., 1979; Sanguinetti, 1980, 1981; Ornelas, 1981; Asmus & Guazelli, 1981 e Ojeda, 1982 apud Villwock, 1984).....	15
Figura 5 - Geomorfologia da Província Costeira do Rio Grande do Sul (mod. de Villwock, 1984).....	16
Figura 6 - Perfil esquemático transversal aos sistemas deposicionais da Planície Costeira do Rio Grande do Sul na latitude de Porto Alegre. As barreiras são correlacionas aos últimos maiores picos da curva isotópica de oxigênio (Tomazelli & Villwock, 2000).....	18
Figura 7 - Principais centros controladores do clima no Rio Grande do Sul (mod. de Nimer, 1977, por Tomazelli, 1990). Imagem do satélite GOES-8 banda infravermelho (INPE/DSA) mostrando o deslocamento de um ciclone pela costa do Estado no dia 17 de abril de 1999 .....	22
Figura 8 - Mapa de Isoietas anuais no Rio Grande do Sul (mod. de MT-GEIPOT, 1977).....	23
Figura 9 - Intensidade e direções predominantes dos ventos e circulação das águas na Laguna dos Patos (modificado de Delaney, 1965) .....	25
Figura 10 - Diagrama esquemático mostrando a evolução do processo de segmentação de corpos lagunares (segundo Zenkovitch, 1959) .....	26
Figura 11 – Linhas dos Perfis de A ao H. Dispostos na posição NNW-SSE, perpendiculares à linha de costa, os perfis A-A', B-B', C-C', D-D' e E-E'; e na posição SSW-NNE os paralelos a linha de costa sendo os perfis F-F', G-G' e H-H' .....	29
Figura 12 – Esquema de Nivelamento Geométrico (Borges, 1999) .....	32
Figura 13 – Estação Total Zeiss – modelo ELTA 50R.....	33
Figura 14 – DGPS Trimble® PRO-XRS.....	37
Figura 15 – Modelo Geoidal .....	39
Figura 16 – Fotos do Campo coletas nos Pontos de Controle: A e B ponto GPS5-SVP, junto ao antigo Porto de Santa Vitória do Palmar; C e D ponto GPS6-ACMA, junto ao arroio Chuí próximo ao Marco de divisa do País com o Uruguai; E e F ponto GPS7-ACPT, junto a ponte de divisa do País na foz do arroio Chuí.....	44

Figura 17 – Linhas dos Perfis de A ao H. Dispostos na posição NNW-SSE, perpendiculares à linha de costa, os perfis A-A', B-B', C-C', D-D' e E-E'; e na posição SSW-NNE os paralelos a linha de costa sendo os perfis F-F', G-G' e H-H' .....	51
Figura 18 – Linhas dos Perfis de A ao H. Dispostos na posição NNW-SSE, perpendiculares à linha de costa, os perfis A-A', B-B', C-C', D-D' e E-E'; e na posição SSW-NNE os paralelos a linha de costa sendo os perfis F-F', G-G' e H-H' com imagem do Mapa Geológico da Província do Rio Grande do Sul, desenvolvido por Villwock et al, 1995 .....	53
Figura 19 – Esquema de localização do perfil A-A' e da seção Planialtimétrica disposto na posição aproximada NNW-SSE, perpendicular à linha de costa.....	55
Figura 20 – Fotos da localização do perfil A-A'. a) Ponto de controle GPS6-ACMA; b) Ponto de controle GPS7-ACPT.....	55
Figura 21 – Perfil Longitudinal A-A' .....	57
Figura 22 – Esquema do perfil B-B', disposto na posição NW-SE, perpendicular à linha de costa .....	60
Figura 23 – Fotos da localização do perfil B-B'. a) Ponto de controle GPS5-SVP; b) Ponto de controle GPS4-ACHE; c) Ponto de Controle GPS3-HE.....	60
Figura 24 – Perfil Longitudinal B-B' .....	62
Figura 25 – Esquema do perfil C-C', disposto na posição NNW-SSE, perpendicular à linha de costa.....	65
Figura 26 – Fotos da localização do perfil C-C'. a) Ponto de controle GPS8-LMI; b) Ponto de controle GPS10-LMA; c) Ponto de Apoio na margem do Oceano Atlântico .....	65
Figura 27 – Perfil Longitudinal C-C' .....	68
Figura 28 – Esquema do perfil D-D', disposto na posição NNW-SSE, perpendicular à linha de costa .....	70
Figura 29 – Fotos da localização do perfil D-D'. a, b, c) Ponto de Apoio no Taim; d, e) Ponto de Apoio na Margem do Oceano Atlântico .....	71
Figura 30 – Perfil Longitudinal D-D'.....	74
Figura 31 – Esquema do perfil E-E', disposto na posição NNW-SSE, perpendicular à linha de costa.....	76
Figura 32 – Fotos da localização do perfil E-E'. a, b, c) Ponto de Controle GPS2-RG.....	76
Figura 33 – Perfil Longitudinal E-E'.....	80
Figura 34 – Esquema do perfil F-F', disposto na posição SSW-NNE, paralelo à linha de costa.....	82

Figura 35 – Perfil Longitudinal F-F' .....	84
Figura 36 – Esquema do perfil G-G', disposto na posição SW-NE, paralelo à linha de costa.....	86
Figura 37 – Perfil Longitudinal G-G' .....	89
Figura 38 – Esquema do perfil H-H', disposto na posição SW-NE, paralelo à linha de costa.....	91
Figura 39 – Perfil Longitudinal H-H' .....	93
Figura 40 – Modelo de Elevação SRTM (NASA/JPL,2000) da área de estudo .....	94
Figura 41 – Foto dos Pontos A e B referem-se ao ponto GPS6-ACMA; C e D referem-se ao ponto GPS7-ACPT .....	95
Figura 42 – Foto dos Pontos. A, B e C referem-se ao ponto GPS5-SVP; D e E referem-se ao ponto GPS4-ACHE e F, G e H referem-se ao ponto GPS3-HE .....	96
Figura 43 – Foto dos Pontos. A e B referem-se ao ponto GPS8-LMI; C e D referem-se ao ponto GPS9-BA e E e F referem-se ao ponto GPS10-LMA .....	97
Figura 44 – (A) Imagem da área de trabalho com os pontos no bordo Oeste da Lagoa Mirim e no Canal de São Gonçalo. (B) Perfil esquemático dos pontos da figura 43A.....	98
Figura 45 – (A) Imagem da área de trabalho com os pontos da Lagoa Mirim ao Oceano Atlântico. (B) Perfil esquemático dos pontos da figura 44A.....	100
Figura 46 – (A) Imagem da área de trabalho com os pontos do Rio Chuí ao Canal de Rio Grande. (B) Perfil esquemático dos pontos da figura 45A.....	101

## **Lista de Tabelas**

Tabela 1 – Dados coletados com Estação Total .....	41
Tabela 2 – Dados coletados com GPS .....	42
Tabela 3 – Dados GPS Corrigidos.....	43
Tabela 4 – Dados da Tabua de Maré do Porto de Rio Grande-RS.....	43

---

# Capítulo 1

## Introdução

---

# 1 - INTRODUÇÃO

## 1.1 – Considerações Iniciais

O litoral do Rio Grande do Sul corresponde a uma extensa faixa arenosa paralela ao Oceano Atlântico, com largura média em torno de 15 km e cerca de 640 km de extensão, que se divide em três grandes áreas: Litoral Norte, Litoral Médio e Litoral Sul. A área de trabalho desta dissertação é a do Litoral Sul (Fig. 1).

A área de estudo está situada desde o Canal de São Gonçalo junto à ponte mais antiga sobre o canal até a barra do arroio Chuí. Compreendendo da margem leste da Lagoa Mirim incluindo a Lagoa Mangueira até a linha de costa junto ao oceano Atlântico.

Esse setor da Planície Costeira do Rio Grande do Sul (PCRS) pode ser entendida como formada por processos de justaposição de sistemas deposicionais do tipo Laguna/Barreira durante o Pleistoceno/Holoceno (Villwock *et al.*, 1986).

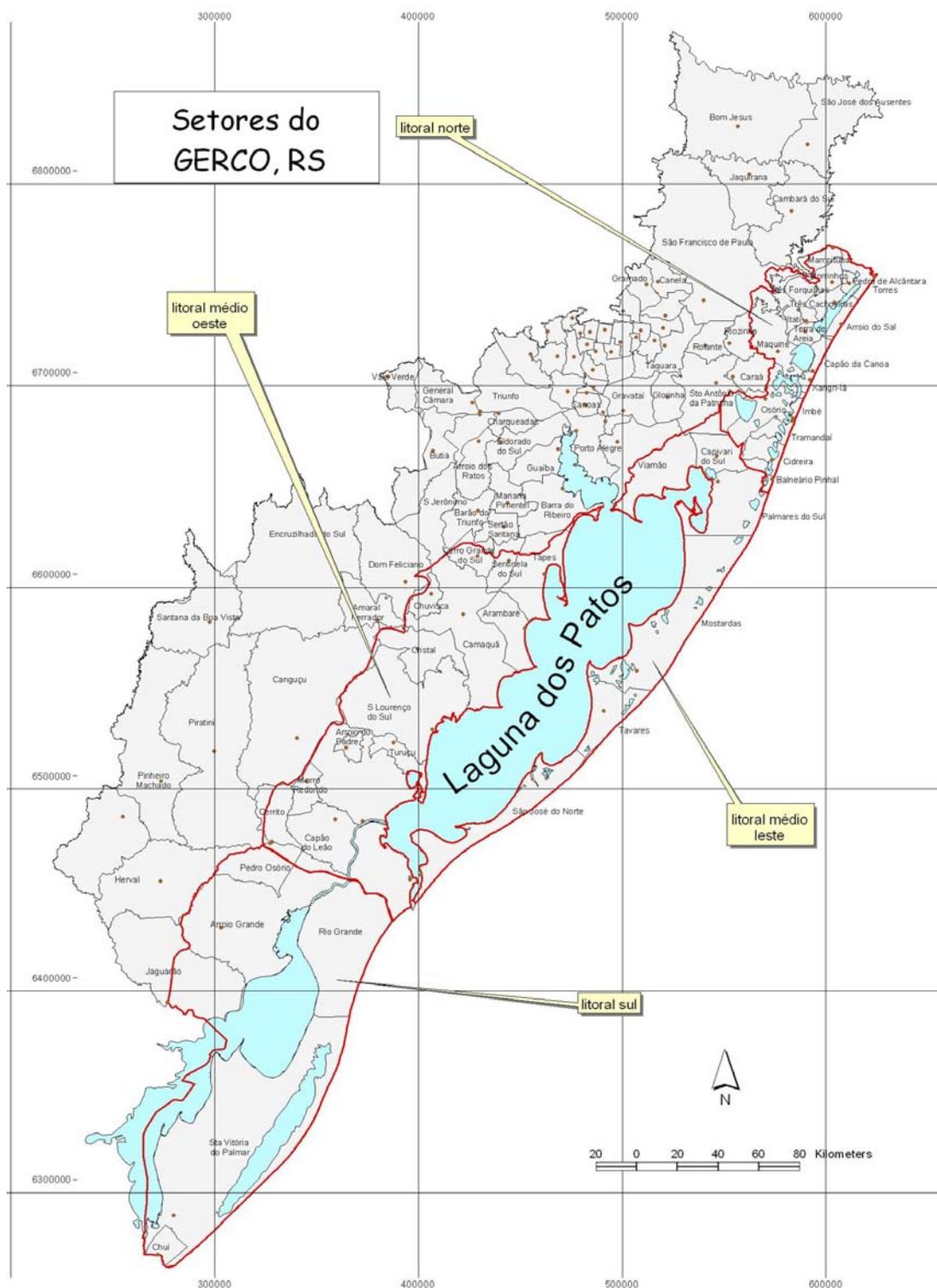


Figura 1 - Mapa do Litoral do Rio Grande do Sul (GERCO, 2005).

## 1.2 – Trabalhos Anteriores

O número de trabalhos precedentes abordando a geologia e geomorfologia da região de estudo é bastante reduzido.

Estudos anteriores na região incluem os trabalhos de Delaney (1965), com uma contribuição pioneira da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, abordando as principais feições geomorfológicas da região de estudo.

Soliani Jr. (1973), estudou a Geologia da Região de Santa Vitória do Palmar, observando a posição estratigráfica dos fósseis mamíferos pleistocênicos.

Com o estudo preliminar da Geologia, Geomorfologia e Paleontologia da Região de Ponta dos Latinos-Lagoa Mirim, Abreu *et al.* (1983), contribuíram com seus estudos na região.

Um importante trabalho de mapeamento geológico foi apresentado por Villwock *et al.* (1986, 1988). Nesse trabalho os autores propõem uma nova sistemática de mapeamento para o Quaternário costeiro do Rio Grande do Sul baseada no reconhecimento das fácies sedimentares e sua integração em sistemas deposicionais.

Gomes *et al.* (1987), contribuíram com estudos ecodinâmicos da Estação Ecológica do Taim e seus arredores.

Horn Filho *et al.* (1988), analisaram aspectos geológicos da Estação Ecológica do Taim e adjacências.

Villwock & Tomazelli (1995) apresentam um modelo evolutivo para toda a PCRS, onde são observadas as mudanças evolutivas para a área de estudo.

A Contribuição ao Estudo da Sedimentologia da Lagoa Mirim foi apresentado por Vieira (1995). A autora contribuiu com mapas de fundo, os quais demonstram a distribuição faciológica dos sedimentos na referida Lagoa.

As evoluções holocênicas junto ao banhado do Taim e a Lagoa Mangueira são discutidas por Buchmann (1997). Nesse trabalho o autor apresenta um modelo no qual a deriva litorânea resultante seria de nordeste para sudoeste.

Buchmann *et al.* (1997), também discorrem sobre a sedimentologia e paleoecologia durante o Máximo Transgressivo Holocênico na Lagoa Mirim.

IPH-UFRGS (1988) apresentou um estudo do balanço hídrico envolvendo a avaliação da disponibilidade hídrica, a demanda de água e as relações hidrológicas hidráulicas que condicionam o comportamento e uso dos recursos hídricos das bacias e lagoas que drenam para a Lagoa Mirim.

Através de um convênio entre CPRM/UFRGS/CECO (2000), com o Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB é apresentado um novo mapa geológico da PCRS atualizado na escala 1:250.000.

Ayup-Zouain *et al.* (2003), verificaram uma evidência morfológica de um paleocanal holocênico da Lagoa Mirim nas adjacências do Banhado Taim.

---

Barboza *et al.* (2005), apresentam um estudo sobre a presença de um paleocanal pleistocênico na Barreira III, entre os balneários do Chuí e do Hermenegildo.

Um estudo abrangendo métodos de modelagem tridimensional da região adjacente ao Cone de Rio Grande - RS é proposto por Rosa *et al.* (2005).

Rosa 2007 abordou através da utilização dos métodos geofísicos de gravimetria e magnetometria, a caracterização do paleorelevo o embasamento da bacia de Pelotas, na região sul do RS, na qual sustenta que este setor esta sujeito a o controle de herança tectônica exercida pelo embasamento.

### 1.3 – Justificativa e Objetivos

Esta Dissertação tem como objetivo principal estabelecer as variações planialtimétricas existentes nas margens dos sistemas lagunares e nos canais de comunicação dos mesmos desde a barra de Rio Grande até a desembocadura do arroio Chuí, junto ao Oceano Atlântico, os quais auxiliaram na obtenção dos seguintes objetivos complementares:

- 1- Definir as variações altimétricas entre os diferentes sistemas deposicionais tipo laguna/barreira presentes na região;
- 2- Abordar a variação entre o nível médio dos sistemas lagunares e o nível médio do mar;
- 3- Criar um modelo tridimensional para o setor leste da Lagoa Mirim entre os municípios de Rio Grande e do Chuí.

Este trabalho é apresentado de acordo com a seguinte estrutura:

No **Capítulo 1** estão descritos os aspectos gerais da área, trabalhos anteriores, objetivos principais e localização da área de estudo.

O **Capítulo 2** abrange os aspectos geomorfológicos e geológicos regionais encontrados na área de estudo.

O **Capítulo 3** mostrará os métodos utilizados na aquisição dos dados em campo, junto com o processamento e resultados obtidos, sob a forma de sub-capítulos.

Encerrando a Dissertação, as considerações finais encontram-se no **Capítulo 4** na forma de discussões e conclusões dos dados levantados.

#### 1.4 – Localização e Acessos

A área de estudo está localizada na região sul do Estado do Rio Grande do Sul, entre as cidades de Rio Grande e do Chuí. Estão inseridas junto na área das lagoas Mirim e Mangueira e na região central está a Estação Ecológica do Taim. Ainda como referência encontra-se inserido em quase toda a totalidade da área de estudo o município de Santa Vitória do Palmar (Fig. 2).

Rio Grande é a cidade mais antiga do estado, situada entre as lagoas Mirim, a desembocadura da Laguna dos Patos e o Oceano Atlântico.

O *Banhado do Taim* está localizado nos municípios de Rio Grande e Santa Vitória do Palmar, o qual preserva um dos ecossistemas mais frágeis do Estado.

O município de *Santa Vitória do Palmar* é isolado pela Lagoa Mirim a oeste, pelo banhado do Taim ao norte, e tendo a leste a Lagoa Mangueira e o Oceano Atlântico.

O município do *Chuí* encontra-se no limite sul da área de estudo e é o ponto mais meridional do país estabelecendo fronteira com o Uruguai.

A Lagoa Mirim, com cerca de 180 km de extensão e área total de 3.750 km<sup>2</sup> (parte da qual em território do Uruguai), tem pouca profundidade na parte norte e sul, e em sua porção nordeste apresenta uma área mais profunda (Rosa *et al.*, 2005). Suas margens são baixas e arenosas, com ocorrência de banhados e juncos. Sua gênese está associada ao seu isolamento pelos sistemas laguna/barreira II, III e IV (Villwock, 1984; Villwock *et al.*, 1986 e Ayup-Zouain *et al.*, 2003).

A Lagoa Mangueira localizada entre a Lagoa Mirim e o Oceano Atlântico possui 123 km de comprimento e área aproximada de 800 km<sup>2</sup>. Na porção norte, junto ao banhado do Taim possui batimetrias na ordem de 2 m e mais a centro-sul as batimetrias tornam-se mais profundas em torno de 4 m (Rosa *et al.*, 2005). Pelo contexto observado, a gênese desta lagoa estaria associada aos eventos evolutivos ocorridos durante o Holoceno.

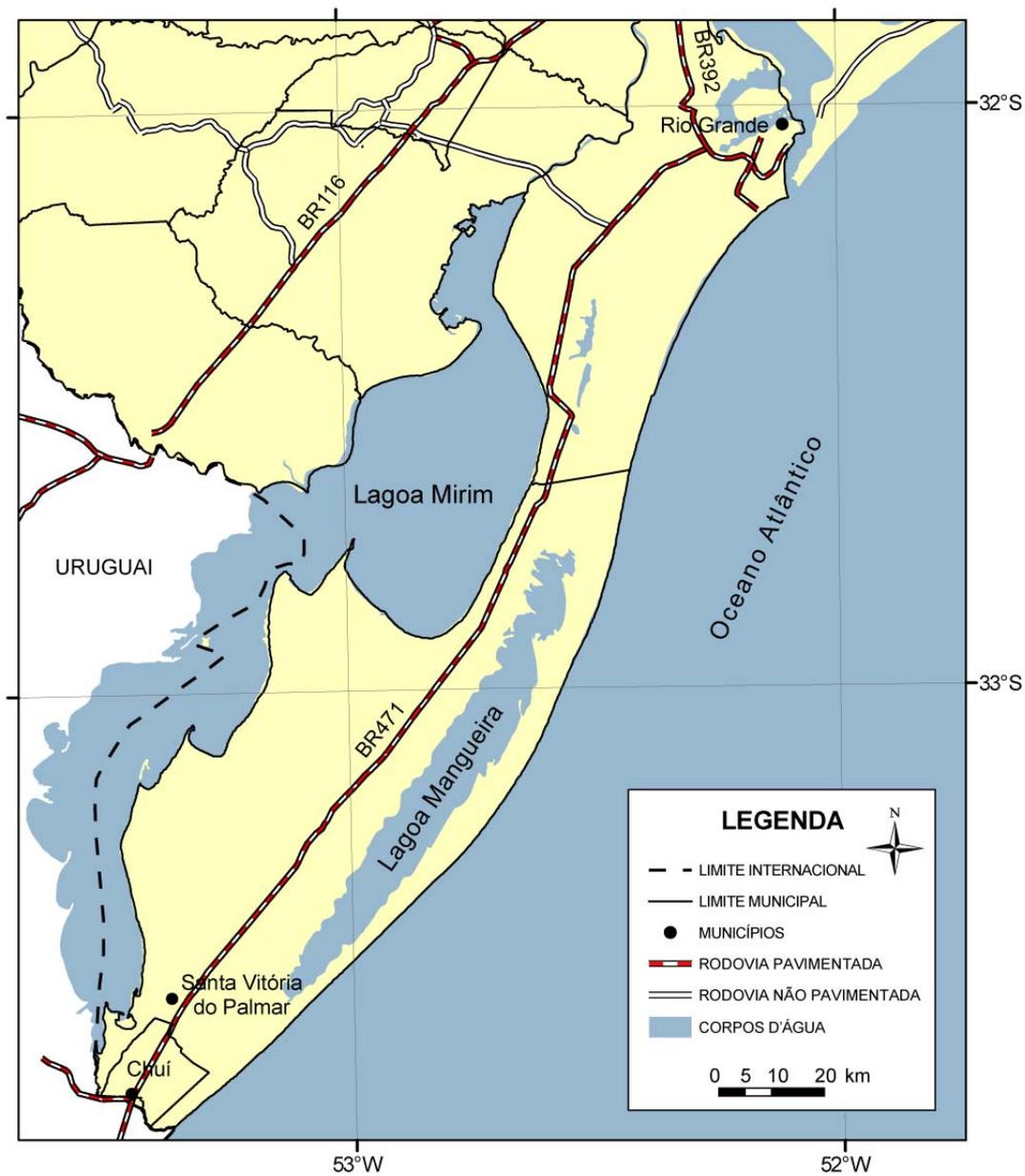


Figura 2 - Mapa de localização e acessos à área de estudo.

---

**Capítulo 2**

**Geologia e**

**Características Físicas**

**da Área de Estudo**

---

## **2 - GEOLOGIA E CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA ÁREA DE ESTUDO**

### **2.1 – LITORAL SUL**

Segundo GERCO – Programa de Gerenciamento Costeiro-RS, a ampla planície costeira que se estende no litoral sul do Rio Grande do Sul, desde a fronteira com o Uruguai, abriga um dos mais relevantes sistemas naturais do Estado, onde os banhados e áreas úmidas associados a lagoas e cursos d'água constituem aspecto dominante na paisagem, é denominada de Litoral Sul, nesta área destacam-se as lagoas Mirim e Mangueira, dentre outros corpos d'água (Fig. 3).

Existe uma faixa mais ou menos contínua de dunas e areais ao longo do litoral, compondo a borda da Lagoa Mirim em direção a Lagoa dos Patos. Os areais estão desprovidos de cobertura vegetal. Apesar do número elevado de lagoas costeiras, as dunas lacustres ocupam uma área mais restrita, sendo muitas vezes substituídas por brejos marginais.

Os principais conflitos enfrentados na conservação destes ambientes e da biodiversidade estão associados à rizicultura, atividade econômica significativa na região, sendo dominante na paisagem. Dentre os impactos causados pelo cultivo do arroz, destaca-se a alteração do regime hidrológico da região e a contaminação das águas através do uso de agrotóxicos.

Destaca-se neste setor a Estação Ecológica do Taim como importante Unidade de Conservação dos ecossistemas de áreas úmidas.

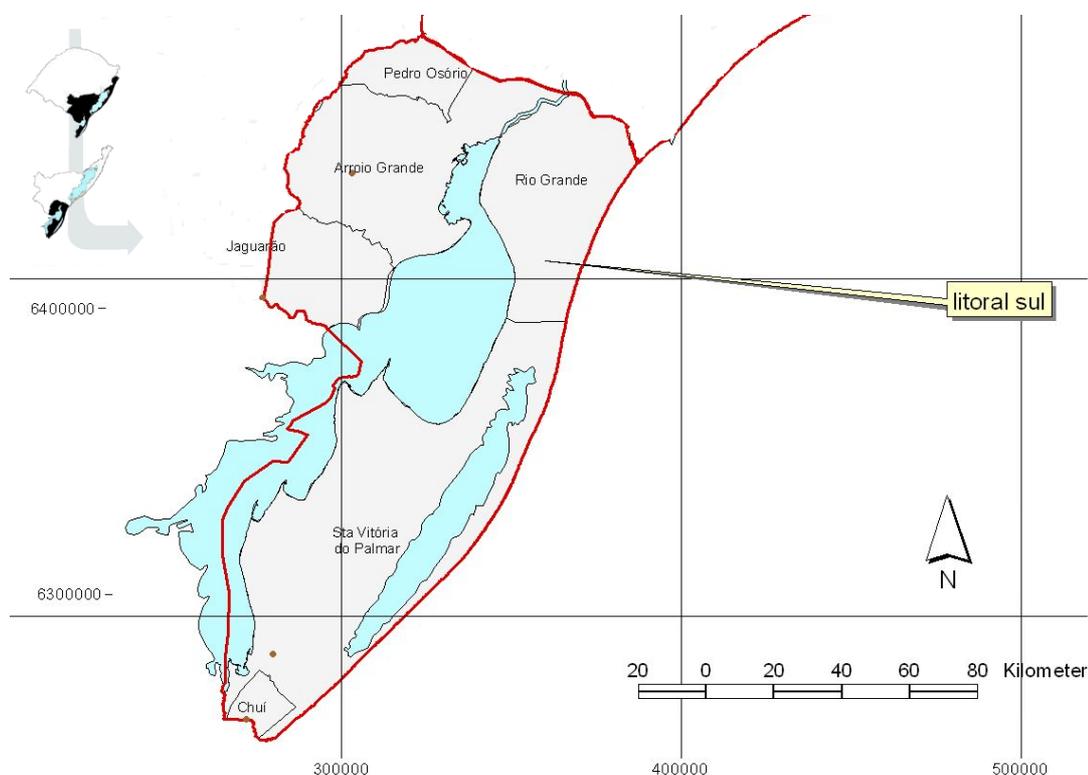


Figura 3 - Mapa do litoral Sul. [http://www.fepam.rs.gov.br/programas/gerco\\_sul.asp](http://www.fepam.rs.gov.br/programas/gerco_sul.asp)

---

## 2.2 – PANORAMA GEOLÓGICO DA PROVÍNCIA DO RIO GRANDE DO SUL

De acordo com Villwock (1972), a designação de Província Costeira do Rio Grande do Sul, é “um grupo de elementos geológicos característicos da margem continental brasileira entre os paralelos de 28°40' e 33°45' de latitude sul”.

### 2.2.1 – Geomorfologia

A Província Costeira integra-se de dois grandes compartimentos geomorfológicos, as Terras Altas e o das Terras Baixas. O Escudo Sul-rio-grandense, a Depressão Central Gaúcha e o Planalto das Araucárias referem-se às Terras Altas e, a Planície Costeira e Plataforma Continental as Terras Baixas. (Villwock & Tomazelli, 1995). A Figura 5 mostra a Geomorfologia da Província Costeira do Rio Grande do Sul.

### 2.2.2 – Macrocompartimento do Sistema Laguna-Barreira

A praia oceânica da PCRS, com cerca de 640 km de comprimento é uma das mais extensas, contínuas e arenosas, sendo

dominantes em quartzosas finas. O estado morfológico típico é o dissipativo, caracterizado por baixo gradiente da praia e zona de surfe, múltiplas linhas de arrebentação e elevado estoque de areia na zona submarina (Tomazelli & Villwock, 1992).

Para o sul da barra do Rio Grande as características são um pouco diferentes, onde as praias tendem a apresentar características intermediárias entre dissipativas e refletivas, e entre intermediárias e refletivas (Calliari & Klein, 1993)

As praias oceânicas da PCRS, com sua extensão, correspondem a um dos mais expressivos sistemas eólicos ativos do Brasil. O campo eólico é controlado por um sistema de ventos com alta energia, impulsionando as dunas livres para o interior, a uma taxa de 10 a 38 m/ano, avançando por lagos, lagunas e outras feições costeiras. (Tomazelli, 1990 e 1994).

A Bacia de Pelotas foi definida por Ghignone (1960) como uma ampla bacia preenchida por sedimentos terciários e quaternários, com uma superfície ocupada pela Laguna dos Patos e Lagoa Mirim, entre outras, na costa do Rio Grande do Sul. Muitos outros trabalhos sobre a Bacia de Pelotas foram publicados, a maioria com enfoque direcionado à prospecção de hidrocarbonetos, como a reavaliação da bacia realizada por Gonçalves *et al.* (1979) e os trabalhos de Asmus (1981), Asmus & Guazelli (1981) e Fontana (1989, 1990). Tomando como base trabalhos desses autores, Villwock (1984) definiu uma seção geológica esquemática da Bacia de Pelotas, a qual está representada na Fig. 4.

Segundo Asmus & Porto (1972) a Bacia de Pelotas é definida como uma bacia marginal subsidente preenchida por seqüências clásticas continentais e transicionais. Sua origem está relacionada ao rifteamento que marcou a abertura do Atlântico Sul a partir do Jurássico, iniciando a formação das bacias marginais brasileiras. Dentro da classificação de

Klemme (1980), enquadra-se no Tipo V – crosta intermediária e costeira, compreendendo o trecho meridional da margem continental brasileira ao sul da Plataforma de Florianópolis.

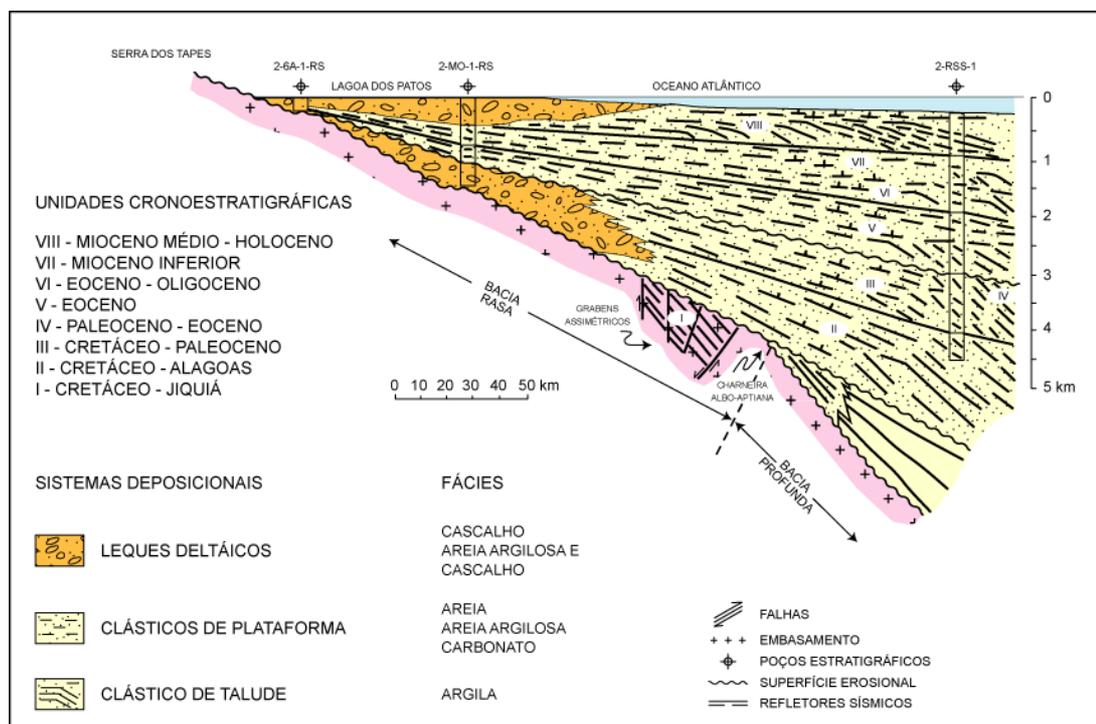


Figura 4 - Seção geológica esquemática da Bacia de Pelotas (compilada de Ojeda & Cesero, 1973; Ojeda & Silva, 1975; Gonçalves et al., 1979; Sanguinetti, 1980, 1981; Ornelas, 1981; Asmus & Guazelli, 1981 e Ojeda, 1982 apud Villwock, 1984).

A Planície Costeira do Rio Grande do Sul corresponde a uma feição fisiográfica onde estão expostos os sedimentos da porção superficial da Bacia de Pelotas, ou seja, os sedimentos da cobertura depositados desde o Terciário sob a influência de oscilações glácio-eustáticas do nível do mar e acentuadas variações climáticas.

Villwock (1984) apresentou a compartimentação geomorfológica da Província Costeira do Rio Grande do Sul (Fig. 5).

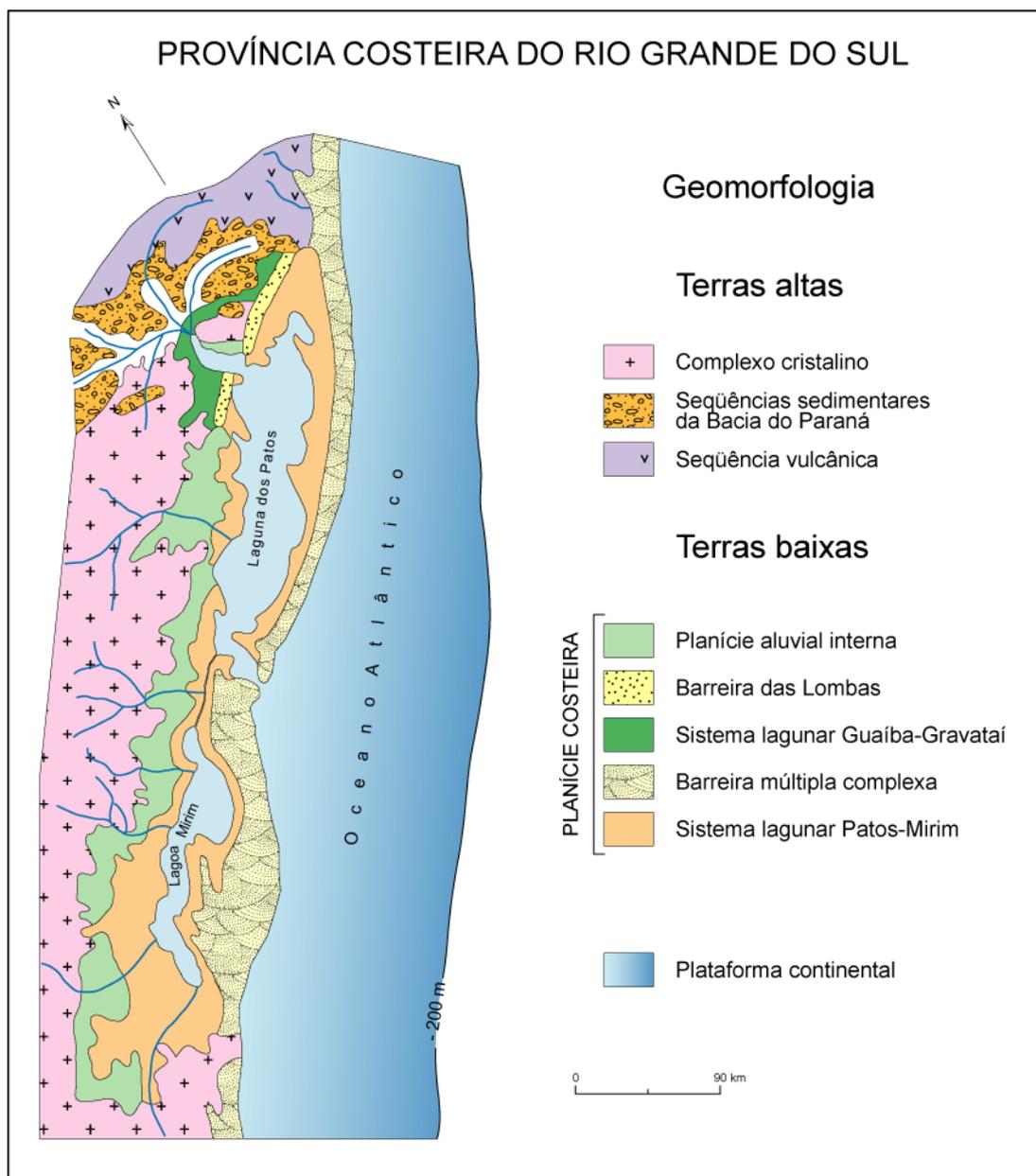


Figura 5 - Geomorfologia da Província Costeira do Rio Grande do Sul (mod. de Villwock, 1984).

### 2.3 – SISTEMAS DEPOSICIONAIS COSTEIROS

Depósitos sedimentares da planície costeira foram agrupados por Villwock *et al.* (1986). Neste trabalho definem-se quatro “Sistemas Laguna-Barreira” e um “Sistema de Leques Aluviais”, como responsáveis pela formação e progradação da Planície Costeira do Rio Grande do Sul.

---

A formação do sistema do tipo Laguna-Barreira se desenvolveu durante o Pleistoceno para os três primeiros tipos e no Holoceno para o último (Fig. 6).

Na área de estudo estão presentes os sistemas deposicionais do tipo Laguna-Barreira II, III e IV. Descrições desses sistemas estão presentes nos trabalhos de Villwock (1984) e Villwock *et al.* (1986).

O sistema Laguna-Barreira II, é resultado do segundo evento transgressivo-regressivo pleistocênico, cujo pico transgressivo situou-se aproximadamente a 325 ka. Este sistema corresponde ao primeiro estágio na evolução da “Barreira Múltipla Complexa”, responsável pelo início do isolamento do gigantesco corpo lagunar representado hoje pela Lagoa dos Patos e Lagoa Mirim.

O Sistema Laguna-Barreira III, responsável pelo isolamento definitivo do Sistema lagunar Patos-Mirim, está associado ao terceiro evento transgressivo-regressivo pleistocênico, com o último pico interglacial pleistocênico em torno de 120 ka. Os depósitos correlacionáveis à Barreira III, encontram-se bem preservados, encontrados quase que em toda planície costeira, desde Torres até o Chuí, e a maior parte do sistema Lagunar III foi ocupada por gigantescos corpos lagunares.

A estratigrafia da Barreira III, estudada em detalhe por Tomazelli *et al.* (1982) e Tomazelli (1985), indica uma seqüência progradante (regressiva) composta por sedimentos praias quartzosos, finos e claros, bem selecionados e estratificados recobertos por areias eólicas. Níveis com grande concentração de *Ophiomorpha* (tubos fósseis de *Callichirus sp.*) marcam um paleonível do mar posicionado atualmente a cotas altimétricas em torno de 8-10 m. Segundo Tomazelli & Villwock (1991), a Barreira III pode ser correlacionada a depósitos marinhos arenosos estudados em outros setores da costa brasileira por Suguio & Martin (1978) e Bittencourt *et al.* (1979), vinculados à “Penúltima Transgressão” ou

“Transgressão Cananéia”, datada de 120 ka por Martin *et al.* (1982). Terraços marinhos e lagunares associados ao Sistema Laguna/Barreira III mantêm-se entre as cotas de 8 e 15 m.

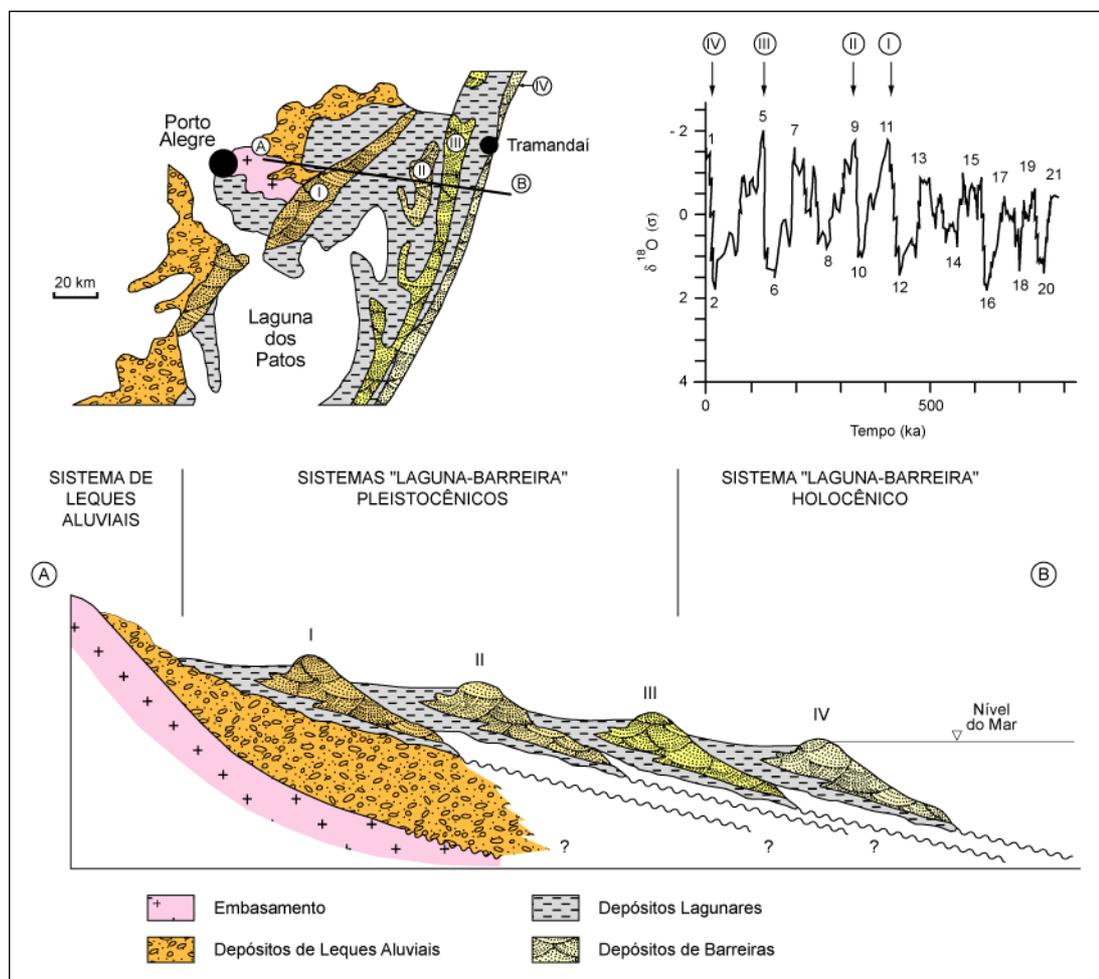


Figura 6 - Perfil esquemático transversal aos sistemas deposicionais da Planície Costeira do Rio Grande do Sul na latitude de Porto Alegre. As barreiras são correlacionadas aos últimos maiores picos da curva isotópica de oxigênio (Tomazelli & Villwock, 2000).

O Sistema Laguna-Barreira IV, desenvolveu-se no Holoceno, como conseqüência da última grande transgressão pós-glacial, corresponde ao sistema deposicional mais recente na Planície Costeira do Rio Grande do Sul, cujo máximo transgressivo foi atingido há cerca de 5,1 ka. Os depósitos do sistema lagunar IV foram acumulados em ambientes desenvolvidos no

espaço de retrobarreira o qual, no pico da transgressão, foi ocupado por grandes corpos lagunares que, com a progradação das barreiras, evoluíram para ambientes deposicionais que incluem corpos aquosos costeiros.

Nas Margens do Sistema Lagunar Patos-Mirim, uma sucessão de terraços entre as cotas de -1 a +4 m retratam oscilações do nível do mar durante essa fase regressiva.

Os sedimentos da Barreira IV são constituídos por areias quartzosas finas a muito finas, de origem eólica e praial. Em alguns setores praias, principalmente nos locais expostos à erosão, podem ocorrer elevadas concentrações de minerais pesados (ilmenita, rutilo, zircão).

Formando uma planície progradacional com 15 km de largura, junto à porção norte da área de estudo, são encontrados depósitos de cordões regressivos litorâneos. Esses depósitos foram formados a partir da regressão ocorrida após o máximo transgressivo de 5.1 ka.

## 2.4 – CORPOS LAGUNARES NA ÁREA DE ESTUDO

A Planície Costeira, ao sul, acomoda vários municípios, marcados por diferenças regionais da zona costeira de acordo, principalmente, com as características fisiográficas e conseqüente diversidade da fauna e flora.

A grande maioria das lagoas do Rio Grande do Sul está interligada por canais naturais ou artificiais, que além de assegurarem o equilíbrio hidrodinâmico do sistema, propiciam a instalação de uma biota diferenciada nestas lagoas, uma vez que algumas lagoas mantêm comunicação com o mar.

Duas lagoas existem na região: a Lagoa Mirim e a Lagoa Mangueira associada às quais se estende um complexo sistema de banhados, áreas úmidas e pequenas lagoas isoladas, além de algumas matas de restinga.

## 2.5 – CLIMA

A linha da costa do Rio Grande do Sul apresenta dois lobos convexos que englobam a Laguna dos Patos ao norte e a Lagoa Mirim ao sul, estando estas duas lagunas ligadas pelo canal de São Gonçalo. A concavidade formada no encontro dos dois lobos forma a embocadura da Laguna dos Patos, comunicação do sistema lagunar com o Oceano Atlântico (Long, 1989, *apud* Hartmann, 1996).

O Estado do Rio Grande do Sul possui um clima subtropical, mesotérmico brando, super-úmido, com verão quente e sem estação seca bem definida (Nimer, 1989). A temperatura média anual oscila entre 16 e 20°C. A média do mês mais quente fica entre 22 e 26°C e a média do mês mais frio entre 10 e 15°C. A precipitação pluviométrica anual varia entre 1.000 e 1.500 mm e o número de geadas por ano varia desde um, em Torres, até mais de quinze em Santa Vitória do Palmar (Villwock & Tomazelli, 1995).

O Rio Grande do Sul possui um clima subtropical úmido, característico das latitudes médias, regido por massas de ar tropicais e polares (Strahler, 1977). É um clima do tipo *Cfa* – temperado chuvoso, mesotermal úmido, com verões quentes, na classificação de Köppen (1948).

Segundo Nimer (1977), a região é influenciada por dois centros de ação climática: os anticiclones Subtropicais do Atlântico Sul e Polar

Marítimo (Fig. 7). O primeiro é uma massa de ar tropical marítima de temperaturas elevadas a amenas, com forte umidade específica. Seu predomínio na região explica a relativa estabilidade do tempo. O segundo origina a massa de ar móvel polar, cujos ventos, anticiclônicos e divergentes, produzem instabilidade climática.

Entre as duas massas existe uma zona de depressão onde são geradas duas correntes (de sul e de oeste), de circulação perturbada, as quais produzem chuva. A do sul, com massas de ar frio, seco e estável, é gerada pela invasão do anticiclone polar com sua descontinuidade frontal e direção SW-NE. A corrente gerada de oeste decorre de invasões periódicas de ventos de W-NW, entre meados da primavera e do outono, trazidos por linhas de instabilidade tropicais que acarretam chuvas com trovoadas.

A passagem destes sistemas está freqüentemente associada a condições de tempestades, que favorecem a ocorrência de marés meteorológicas sobrelevando o nível do mar em até 0,70 m (Tozzi, 1999; Tozzi & Calliari, 1997, 1999, 2000, Calliari *et al.*, 1997, 1998), as quais acentuam os fortes processos erosivos ocorrentes na costa.

Tais processos vêm sendo discutidos por diversos autores, entre eles Calliari *et al.* (1997, 1998), que consideram os efeitos da ação de ondas e tempestades, e Tomazzelli *et al.* (1998), que os interpretam como evidências de um processo transgressivo atual. Por outro lado, Toldo *et al.* (1999), identificam setores e quantificam taxas de erosão ao longo de toda a costa, enquanto Dillenburg *et al.* (1998, 2000) consideram diferentes respostas dos gradientes da ante-praia e de sua herança geológica na configuração de uma variabilidade de barreiras holocênicas ao longo da PCRS.

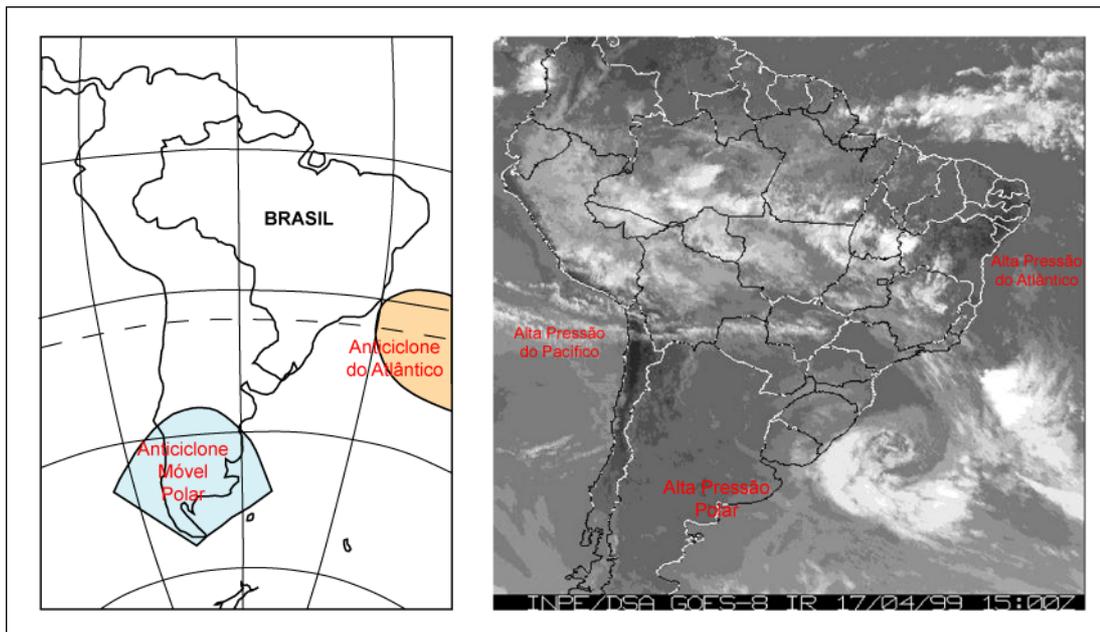


Figura 7 - Principais centros controladores do clima no Rio Grande do Sul (mod. de Nimer, 1977, por Tomazelli, 1990). Imagem do satélite GOES-8 banda infravermelho (INPE/DSA) mostrando o deslocamento de um ciclone pela costa do Estado no dia 17 de abril de 1999.

Na classificação de Köppen (1948) as adjacências da Lagoa Mirim são enquadradas no tipo climático *Cfag*, mesotérmico sem estação seca, de verão quente, varrido pelos ventos de nordeste durante a maior parte do ano, com chuvas distribuídas e temperaturas amenizadas pela vizinhança do Atlântico associado às massas de águas interiores. Os ventos são predominantes de E-NE.

O mapa da Figura 8 mostra as isoietas anuais para o Estado, relacionadas com as principais bacias hidrográficas.

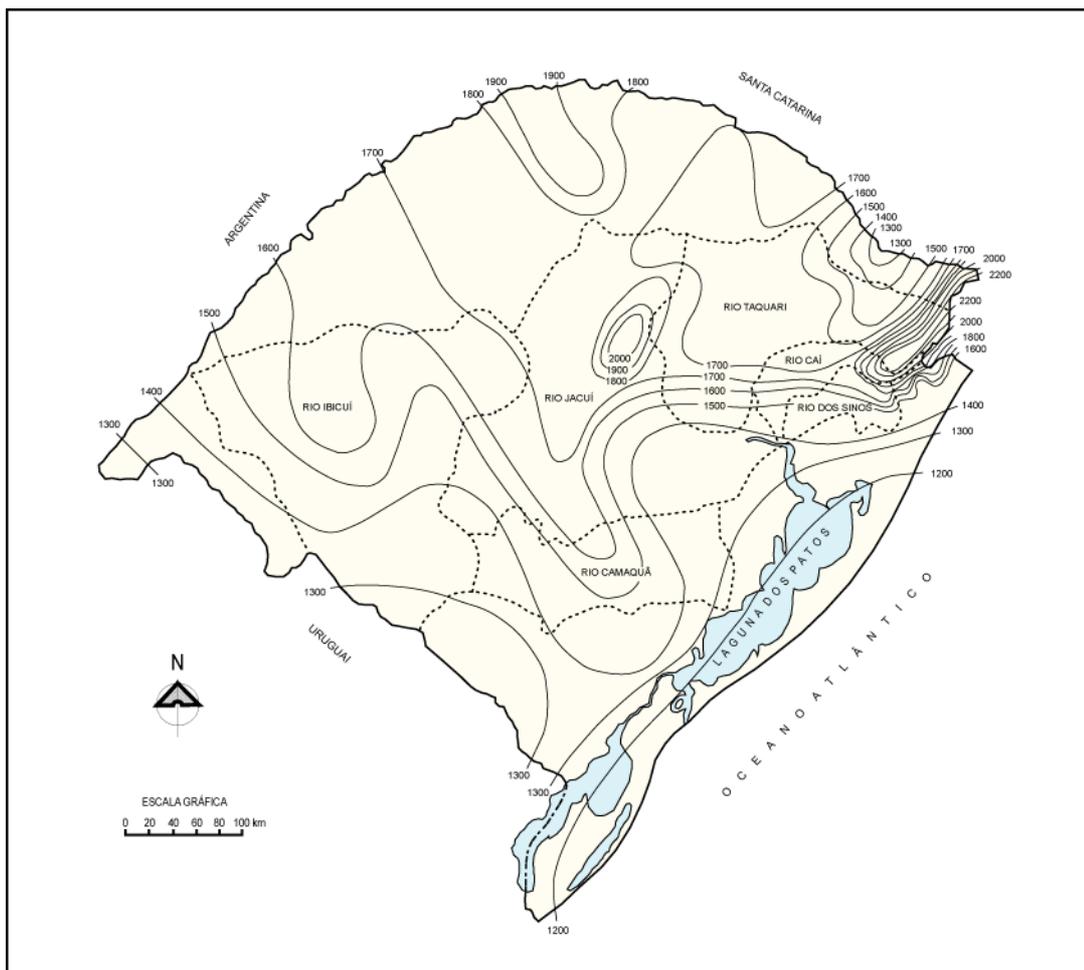


Figura 8 - Mapa de Isoietas anuais no Rio Grande do Sul (mod. de MT-GEIPOT, 1977).

A ação climática (ventos, sistema de frentes, e pluviosidade) controla as taxas de intemperismo e de erosão sobre os continentes. Esta influência se faz sentir inclusive na composição mineralógica e na maturidade da textura dos sedimentos clásticos acumulados nas margens lagunares e continental (Villwock & Tomazelli, 1995).

O regime hídrico do sistema Lagoa Mirim é regido por um conjunto de rios, lagos e arroios. Os rios que desaguam na Lagoa Mirim são: Piratini, Jaguarão, Taquari, Cebolati e Pelotas, além da Lagoa Mangueira, sendo a Lagoa Mirim unida à Lagoa dos Patos através do Canal de São Gonçalo.

A Lagoa Mirim tem uma configuração semelhante a da Laguna dos Patos, conseqüentemente podemos considerar que a configuração lagunar está diretamente relacionada ao regime histórico eólico da região. Segundo Toldo Jr., 1991, na Laguna dos Patos, os sistemas de correntes são vinculados à ação do fluxo de descarga das drenagens na bacia de recepção e das ondas que atuam nas margens da laguna, o qual propicia a formação de esporões emersos e banco arenosos submersos.

Segundo Delaney (1965), a circulação se dá por influência dos ventos os quais também são responsáveis pela geração das ondas. A costa lagunar tende a orientar-se perpendicularmente à direção dos ventos que sobre ela incidem, ou à bissetriz resultante da direção dos ventos geradores das ondas. Na região costeira do Rio Grande do Sul prevalecem ventos soprando de nordeste (Fig. 9).

Mudanças nessa orientação, segundo Villwock (1972), são sempre acompanhadas por erosão ou deposição nas margens lagunares. A pista buscará uma posição de equilíbrio em função dessas modificações para coincidir com a direção dominante dos ventos, o que confere uma típica forma ovalar e alongada aos corpos lagunares.

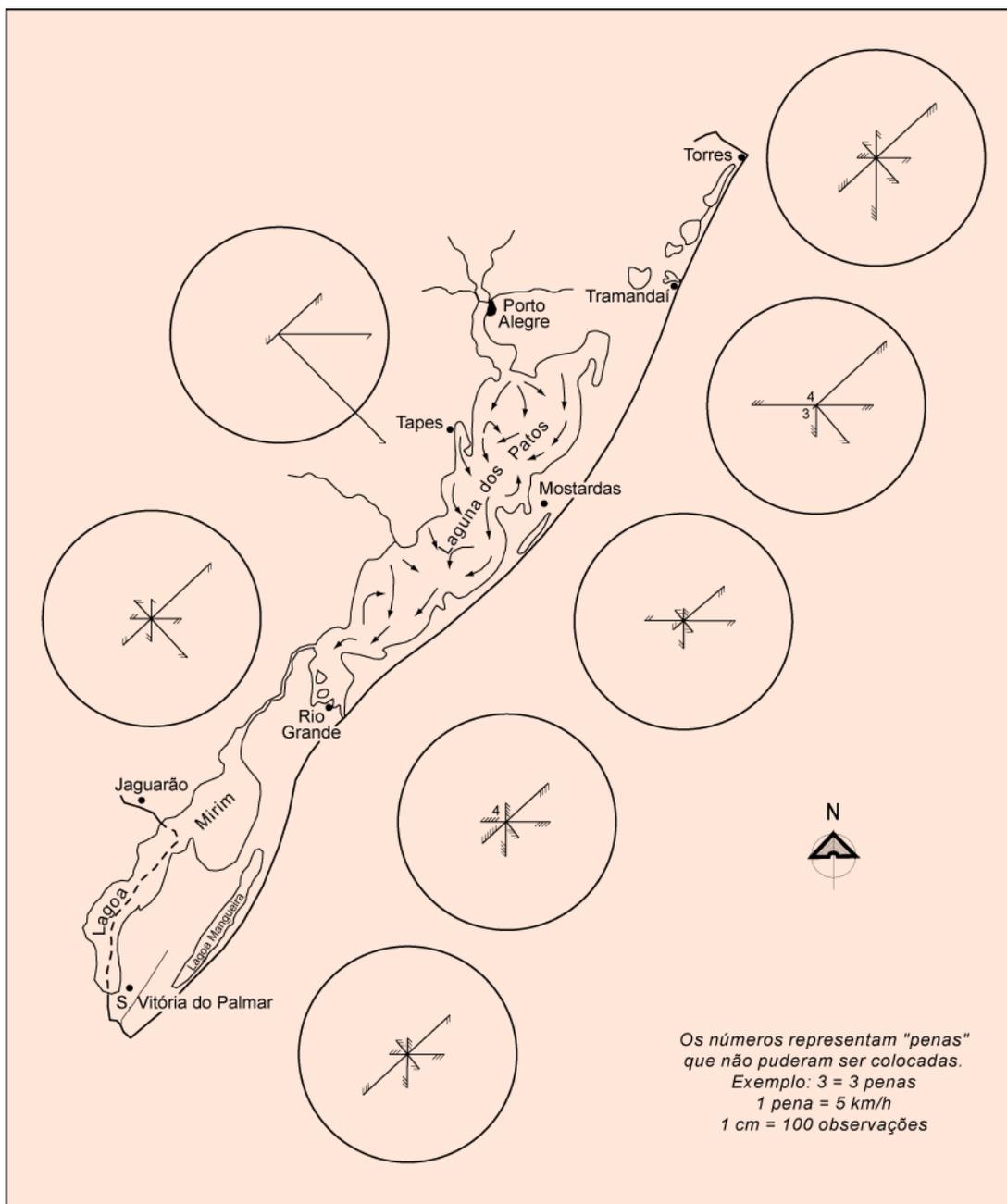


Figura 9 - Intensidade e direções predominantes dos ventos e circulação das águas na Laguna dos Patos (modificado de Delaney, 1965).

Conforme Zenkovitch (1959), esses processos desenvolvem enseadas (por erosão) e esporões arenosos (por deposição) que tendem a convergir, alargando e segmentando os corpos lagunares em um colar de lagoas orientado paralelamente à direção predominante dos ventos (Fig. 10).

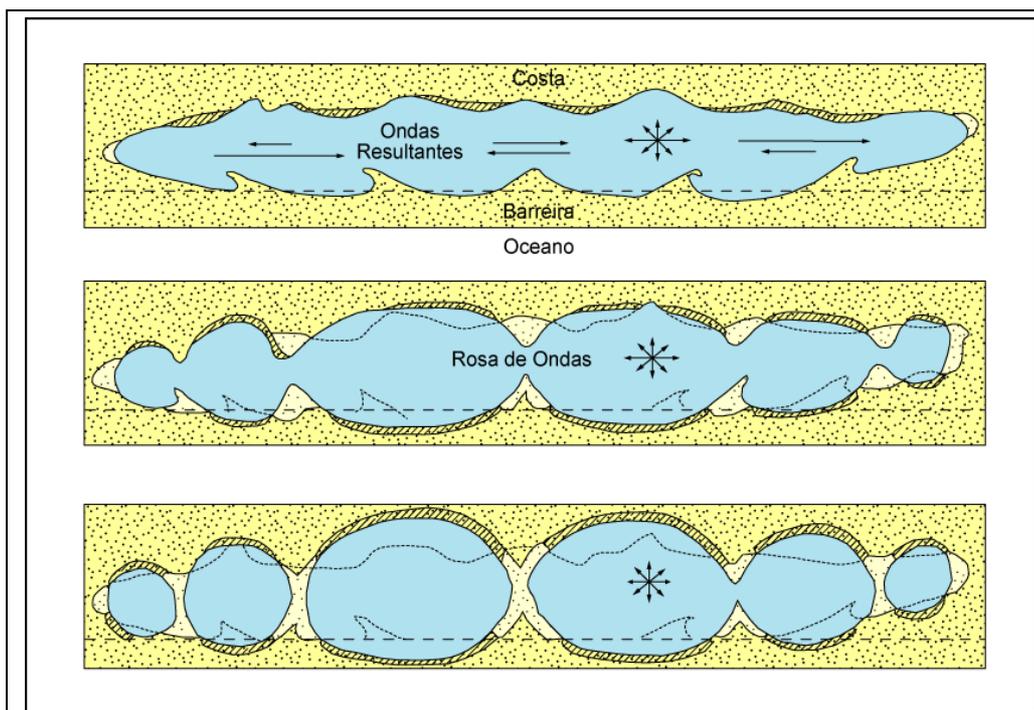


Figura 10 - Diagrama esquemático mostrando a evolução do processo de segmentação de corpos lagunares (segundo Zenkovitch, 1959).

Esse tipo de feição é observado na área de estudo nas lagoas Mirim e Mangueira. A direção de crescimento dos pontais está condicionada à deriva litorânea observada nos corpos lagunares, a qual está associada às células de circulação nos corpos de água.

---

# **Capítulo 3**

## **Métodos**

---

### 3 – MÉTODOS

Para o desenvolvimento e planejamento dos trabalhos foi utilizado, inicialmente, o mapeamento executado por Villwock *et al.* (1988). Através desse trabalho, foi possível identificar alvos importantes no contexto evolutivo da região.

A partir dessa base, os trabalhos subseqüentes envolveram etapas distintas de coletas de dados em campo e análise em escritório. Os dados utilizados incluíram, mapas geológicos, na escala 1:100.000 (folhas Pelotas, Jaguarão, Santa Vitória do Palmar e Rio Grande), mapas do mapeamento sistemático da Divisão de Serviços Geográficos do Exército - DSG e imagens Landsat TM bandas do visível 3, 4 e 5 da região, com aquisição destas imagens entre 24/09/1999 e 12/11/2002.

Após a análise dos dados das bases cartográficas contendo as informações geológicas, geomorfológicas e cruzadas sobre a carta imagem, 8 perfis foram definidos para serem mapeados (Fig. 11), com a finalidade de cumprir o objetivo deste trabalho.

Nomeados de A-A' até H-H', os Perfis estão dispostos nos sentidos NNW-SSE e SSW-NNE. Sendo os perfis perpendiculares à linha de

costa no sentido NNW-SSE, os A-A', B-B', C-C', D-D' e E-E'; e os paralelos a linha de costa no sentido SSW-NNE, os F-F', G-G' e H-H'.

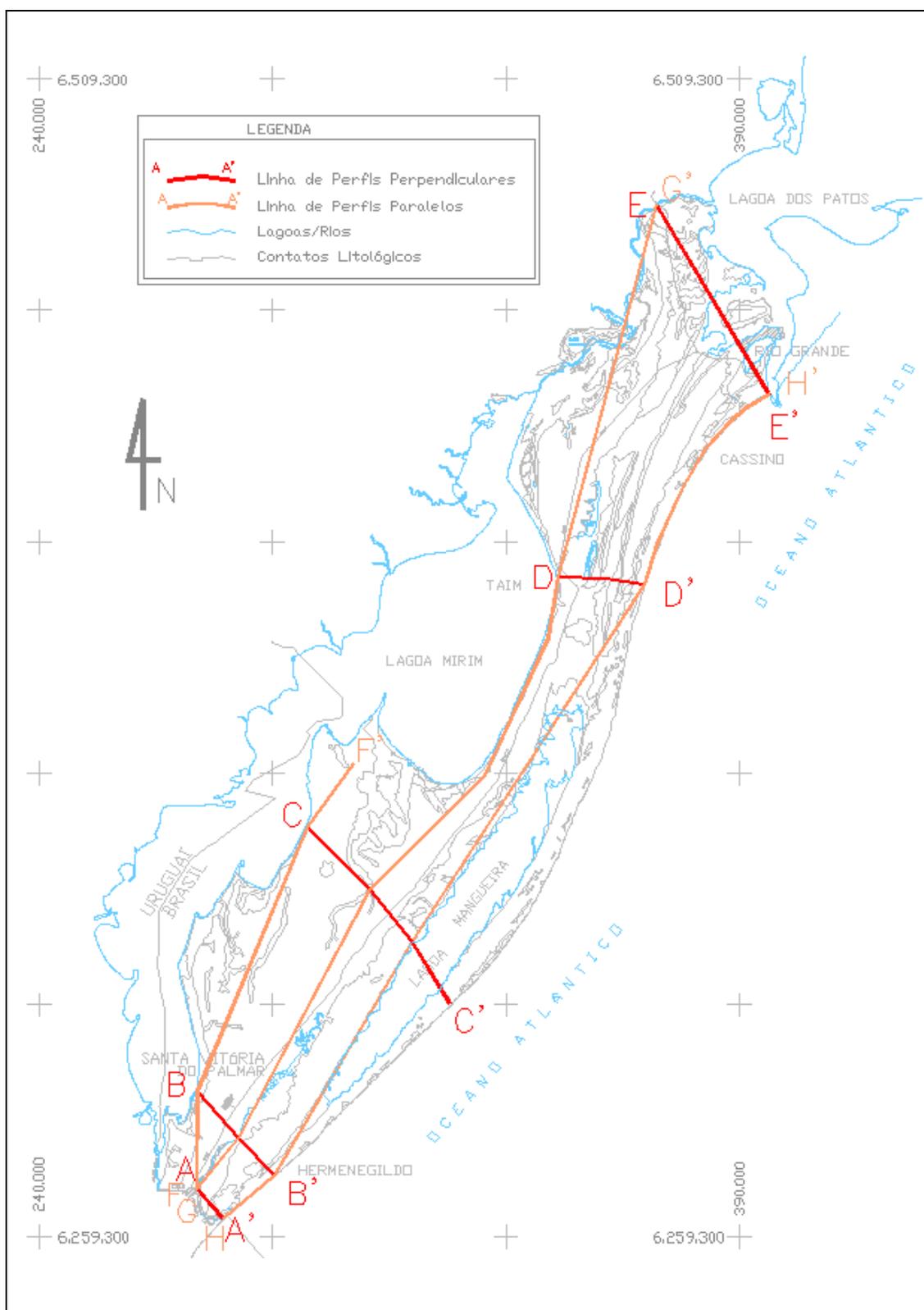


Figura 11 – Linhas dos Perfis de A ao H. Dispostos na posição NNW-SSE, perpendiculares à linha de costa, os perfis A-A', B-B', C-C', D-D' e E-E'; e na posição SSW-NNE os paralelos a linha de costa sendo os perfis F-F', G-G' e H-H'.

---

As etapas seguiram uma seqüência lógica de aquisição de dados conforme o desenvolvimento do trabalho. Essas etapas de Nivelamento Geométrico, Posicionamento com GPS, Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento, consistiram a seqüência de trabalho, sendo:

a) Nivelamento Geométrico: utilização de uma estação total na coleta de dados altimétricos em campo, com o propósito de apoio na confecção de perfis morfológicos representativos na região;

b) Posicionamento com GPS: utilização de um GPS geodésico para a coleta de pontos altimétricos em campo para apoio no mapeamento da região;

c) Sensoriamento remoto: utilização de imagens de satélite e modelo digital do terreno com o objetivo de estabelecer os locais mais representativos das feições morfológicas de terraceamento;

d) Geoprocessamento: com utilização de softwares com o objetivo da criação de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) para o gerenciamento do projeto, bem como para visualização, manipulação e processamento dos dados.

Estas etapas estão mais bem apresentadas nos próximos sub-capítulos.

## 3.1 – NIVELAMENTO GEOMÉTRICO

### 3.1.1 – Introdução

O Nivelamento Geométrico teve por objetivo a determinação de altitudes de pontos. As altitudes medidas foram referenciadas ao nível médio do mar.

### 3.1.2 – Nivelamento Geométrico

Segundo Borges (1999), nas áreas que são objeto de levantamentos topográficos, de extensão relativamente pequena, pode-se considerar a superfície como plana e não esférica. Neste caso, um plano é chamado de horizontal quando é perpendicular à vertical do lugar.

O plano horizontal de referência para os trabalhos de nivelamento é o nível do mar, isto é, o plano horizontal local que guarda a mesma distância do nível do mar ao centro da terra. O nível do mar então fica sendo o plano de referência para todos os trabalhos de altimetria, seja qual for o local da terra em que nos encontramos. Este nível conhecido como o geóide.

O nível do mar é conduzido para o interior dos continentes por trabalhos de nivelamento de alta precisão, sendo então colocados marcos de referencia de nível, em pontos previamente planejados, para outros

trabalhos se basearem neles. Este transporte de nível do mar, por ser de grande responsabilidade, ficando a cargo de entidades especializadas. Neste caso do IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

A teoria básica dos trabalhos de nivelamento geométrico está na determinação da diferença de elevação (ou diferença de cota) entre dois ou mais pontos na superfície física da Terra (Fig. 12).

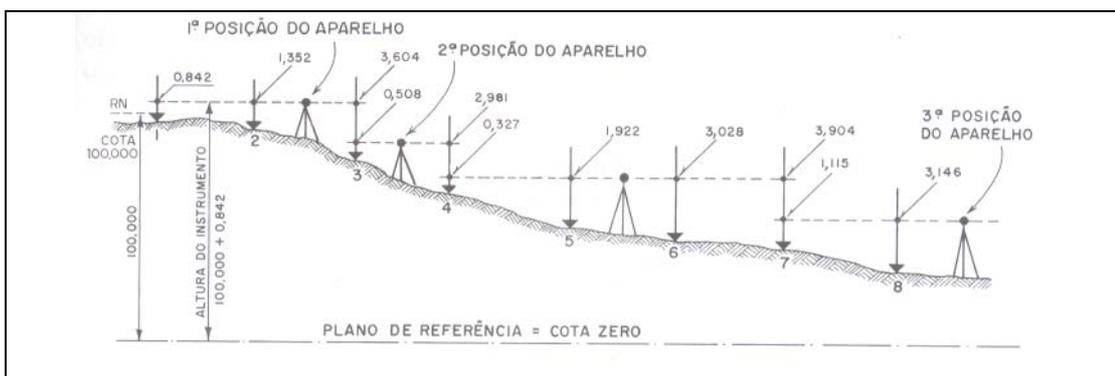


Figura 12 – Esquema de Nivelamento Geométrico (Borges, 1999).

Para a determinação do nivelamento, temos que a altura do instrumento é a distancia vertical entre 2 planos horizontais: o de cota zero (superfície física) e o plano do aparelho, isto é, aquele que contém a linha de vista do nível. Então sendo necessário a medição da diferença dos planos.

Uma leitura de visada à ré deve ser feita para frente, para trás, ou para os lados, portanto não é a direção da visada que faz com que ela seja a ré, e sim a sua finalidade. Visada à ré é aquela que é feita para um ponto de cota conhecida, com a finalidade de determinarmos a altura do instrumento.

Em seguida a leitura de visada a vante que também não depende da direção e sim do seu objetivo. Por isso, chamamos de visada a vante aquela que é feita com o intuito de se determinar a cota do ponto onde está a mira. Não importando onde está o aparelho e sim sua altura.

### 3.1.3 – Materiais de Investigação

Os trabalhos de elaboração dos perfis topográficos tiveram início em laboratório, onde, com o apoio de uma base de dados cartográficos, sendo folhas topográficas (folhas que abrangem as cidades de Rio Grande, Santa Vitória do Palmar e o Chuí, do mapeamento sistemático da DSG- Divisão de Serviços Geográficos do Exército) e imagens Landsat TM bandas do visível 3, 4 e 5 da região, definindo os pontos mais representativos na região de interesse, considerando possíveis estradas e acessos aos mesmos. Nessa etapa optamos por levantamento inicial dos pontos de controle.

Para o levantamento altimétrico dos pontos de controle, utilizamos uma estação total “Zeiss”, modelo ELTA 50R (Fig. 13).

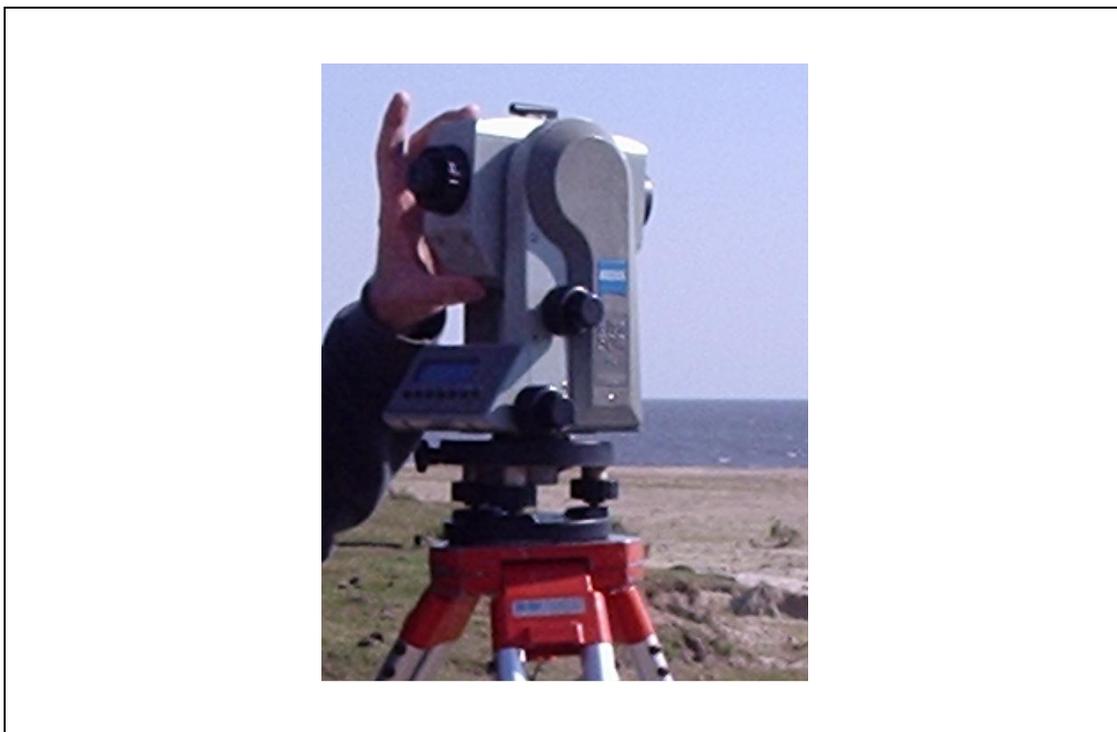


Figura 13 – Estação Total Zeiss – modelo ELTA 50R

A precisão desse equipamento está baseada na norma DIN 18723, com medidas de ângulos em  $5''/1.5$  mgrads e de distâncias em  $5\text{mm}+3\text{ppm}$ . Integra ainda esse equipamento uma baliza com um prisma de espelhos, o qual reflete o feixe infravermelho emitido pela estação e que é utilizado na medição da distância e ângulo do ponto alvo. A compatibilidade da estação com o sistema IBM-PC permite que os dados sejam extraídos da unidade via porta serial.

## 3.2 – O SISTEMA DE POSICIONAMENTO GLOBAL (GPS)

### 3.2.1 – Introdução

O posicionamento com GPS teve por objetivo a determinação das coordenadas dos pontos de controle para posterior integração com o nivelamento geométrico.

### 3.2.2 – O Sistema GPS

Segundo Monico (2000), posicionar um objeto nada mais é que atribuir-lhe coordenadas. O homem sempre esteve interessado em saber onde estava; inicialmente restrita à vizinhança, mais tarde a curiosidade aumentou e, por fim, com o desenvolvimento da navegação marítima, praticamente alcançou o mundo todo.

A solução definitiva para o problema surgiu na década de 1970 com a proposta do GPS (*Global Positioning System*). Como o nome sugere, o GPS é um sistema de abrangência global. Esse sistema tem facilitado todas as atividades que necessitam de posicionamento.

A concepção do sistema GPS permite que um usuário, em qualquer local da superfície da terra, ou próxima a ela, tenha a sua disposição no mínimo quatro satélites para serem rastreados.

---

O GPS, tal como outros sistemas envolvidos em Geodésia espacial, mede essencialmente o intervalo de tempo da propagação do sinal. Dessa forma, é de fundamental importância uma definição precisa de tempo, envolvendo época e intervalo. Dois sistemas de tempo são usados atualmente: o tempo atômico e o dinâmico. O GPS utiliza o tempo atômico.

### 3.2.3 – GPS diferencial – DGPS

É uma técnica que melhora muito a acurácia do GPS, sendo empregado em diversos trabalhos. O conceito de DGPS envolve o uso de um receptor estacionário numa estação com coordenadas conhecidas, rastreando todos os satélites visíveis.

Estando a estação base localizada nas proximidades da região de interesse, há uma forte correlação entre os erros calculados na estação base e os erros da estação móvel. As correções são feitas via *link* de rádio. O intervalo de transmissão das correções e suas variações devem ser considerados, pois, quanto maior o intervalo de transmissão menor será a acurácia da posição corrigida.

### 3.2.4 – Materiais de Investigação

Nesta etapa, o trabalho de elaboração dos perfis topográficos se une ao método de levantamento por nivelamento geométrico, onde, definidos a posição para coleta dos pontos de controle, utilizando-se do método de aquisição estático rápido, que é quando o aparelho receptor fica desligado durante o deslocamento de uma estação para outra, iniciamos a aquisição de dados com o DGPS.

Foi utilizado um sistema DGPS Trimble® PRO-XRS (Fig. 14). O Pro XRS da Trimble, possui 12 canais paralelos, precisões que variam de 10 até 50 cm, podendo atingir até 1 cm, usando fase da portadora L1, e melhor que 50 cm usando código C/A até 300 km de uma base fixa e submétrico com tempo real.



Figura 14 – DGPS Trimble® PRO-XRS

Fonte: ([http://www.santiagoecintra.com.br/scripts/lista\\_produto.asp?id={17BBA54F-ED67-11D4-B3D8-002035164235}&tipo=2](http://www.santiagoecintra.com.br/scripts/lista_produto.asp?id={17BBA54F-ED67-11D4-B3D8-002035164235}&tipo=2))

### 3.3 – INTEGRAÇÃO – Nivelamento Geométrico x GPS

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) discutiu como o GPS revolucionou a maioria das atividades de posicionamento. Fornecendo coordenadas tridimensionais, que podem ser transformadas nas componentes horizontais (E, N) e na componente vertical (h), denominada altitude geométrica - distância entre o ponto e o elipsóide.

Portanto, para ser útil às atividades de engenharia, que necessitam de altitudes relacionadas ao geóide, algumas providências devem ser tomadas. A determinação dessa altitude, denominada altitude ortométrica (H), via GPS, vem para substituir ou integrar o nivelamento geométrico, devido à limitação de informações sobre as ondulações geoidais (N) com precisões compatíveis com as do GPS (Fig. 15).

Face a isto, soluções locais e técnicas aproximadas têm sido aplicadas, como por exemplo, a interpolação feita a partir de estações levantadas com GPS e dispendo de altitudes ortométricas conhecidas, através da integração de dados obtidos por nivelamento geométrico e GPS.

Estas informações permitem modelar uma superfície para representar o geóide na região de interesse. Estimando os parâmetros para a superfície, podem-se determinar as altitudes ortométricas de qualquer ponto de interesse inserido na região.

Para converter a altitude elipsoidal (h), obtida através de GPS, em altitude ortométrica (H), utiliza-se a equação:

$$H = h - N$$

Onde  $N$  é a altura (ou ondulação) geoidal fornecida através do mapa Geoidal local, dentro da convenção que considera o geóide acima do elipsóide se a altura geoidal tiver valor positivo e abaixo em caso contrário.

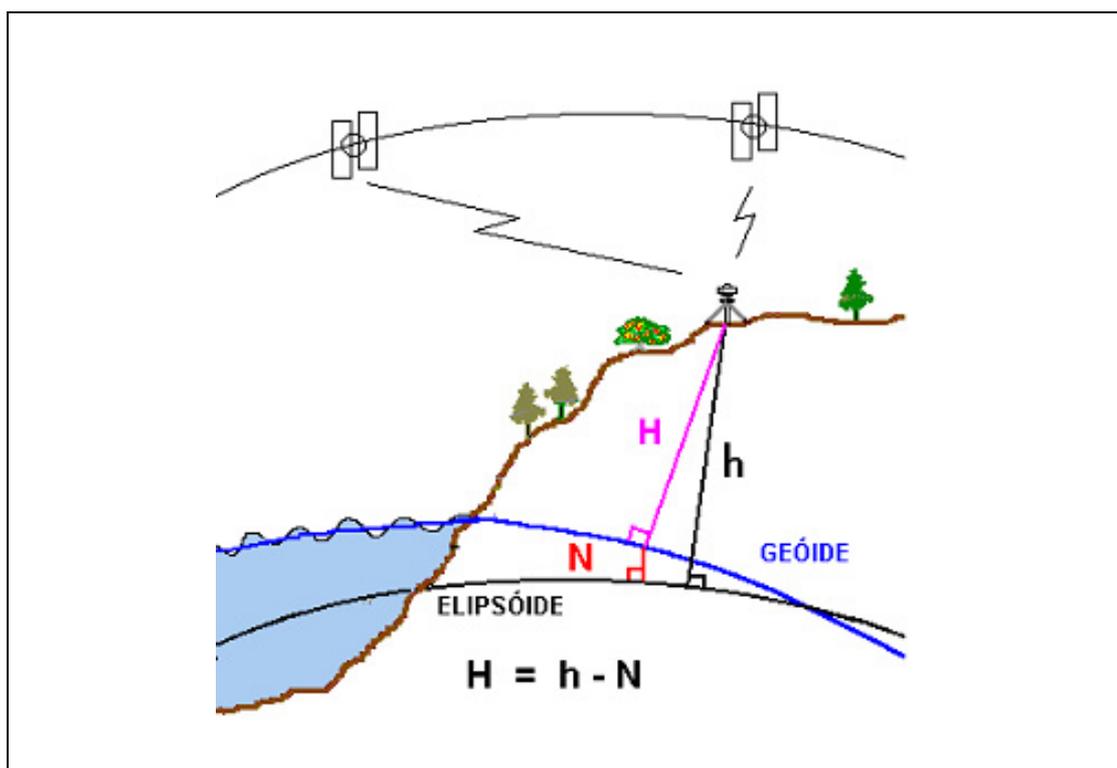


Figura 15 – Modelo Geoidal

(fonte: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/fig3.htm>)

### 3.3.1 – Métodos de Investigação

Depois de definidos os pontos de controle para apoio dos trabalhos de nivelamento para verificação dos MDT's – Modelos Digitais do Terreno foram iniciados a coleta dos pontos.

---

Iniciamos os trabalhos junto à ponte mais antiga sobre o canal de São Gonçalo, utilizando dos equipamentos de GPS e Estação Total, começamos a coleta de informações, a metodologia utilizada para este tipo de procedimento se deu com o posicionamento do aparelho de GPS o mais próximo possível do ponto de interesse, neste caso as margens do Canal de São Gonçalo, e com a utilização da estação total instalada entre o ponto denominado de GPS1-SG foi medida a vante e a ré do ponto. A ré é o ponto onde estávamos coletando dados com o GPS e a vante é o ponto à margem do canal.

A coleta de dados com o aparelho de GPS foi realizada no modo Estático Rápido, este tipo de coleta se faz por meio de ponto. É chamando ponto, o local onde o aparelho está localizado e coletando dados, e depois o aparelho é desligado para o deslocamento para outro ponto. O aparelho foi configurado para coletar dados num intervalo de tempo de 3 segundos, utilizando do método de Diferencial, conhecido como DGPS, onde os dados são considerados como pré-corrigidos, podendo para algumas situações ser considerado prontos para utilização, sem necessidade de pós-processamento e correção das informações obtidas direto do equipamento receptor de dados GPS. O tempo de permanência nos pontos de controle para coleta de dados com GPS, ficou em torno de 5 minutos.

Este procedimento foi repetido em todos os pontos de controle, conforme seguem nas tabelas 1 e 2 as informações coletadas com o auxílio da Estação Total e com o aparelho de GPS respectivamente.

Tabela 1 – Dados coletados com Estação Total.

<b>Nome do Ponto</b>	<b>Posição Ré/Vante</b>	<b>Coordenada X(m)</b>	<b>Coordenada Y(m)</b>	<b>Altura h(m)</b>	<b>Descrição do Ponto</b>
GPS1-SG	RÉ VANTE	3,006 -17,1	2,845 -27,944	-0,043 -0,555	Ponto junto à ponte antiga do canal de São Gonçalo
GPS2-RG	RÉ VANTE	-3,099 17,916	2,241 -42,469	-0,034 -0,549	Ponto junto aos Molhes de Rio Grande
GPS3-HE	RÉ VANTE	6,233 -48,245	-0,816 -37,258	0,073 -4,151	Ponto junto à praia de Hermenegildo
GPS4-	RÉ VANTE	0,768 -8,479	-3,473 16,144	0,114 -7,169	Ponto junto ao Arroio Chuí próximo a praia de Hermenegildo
GPS5-SVP	RÉ VANTE	-1,559 3,374	2,483 -9,581	-0,001 -2,839	Ponto junto à margem leste da Lagoa Mirim prox. ao antigo porto de Sta. Vitória de Palmar
GPS6-	RÉ VANTE	3,928 -49,269	-0,213 10,744	0,132 -6,455	Ponto junto ao Arroio Chuí próximo ao Marco de divisa do País
GPS7-	RÉ VANTE	-1,779 32,422	-1,902 -21,52	0,12 -1,747	Ponto junto ao Arroio Chuí sobre a ponte de divisa do País
GPS8-LMI	RÉ VANTE	3,907 -38,069	2,839 136,283	-0,122 -3,608	Ponto junto à margem leste da Lagoa Mirim
GPS9-BA	RÉ VANTE	4,966 -13,093	2,238 10,106	0,038 -1,642	Ponto junto ao banhado próximo a Lagoa Mirim
GPS10-	RÉ VANTE	3,539 -7,819	0,723 27,834	0,126 -1,33	Ponto junto à margem oeste da Lagoa Mangueira

Tabela 2 – Dados coletados com GPS.

<b>Nome do Ponto</b>	<b>Coordenada N</b>	<b>Coordenada E</b>	<b>Altitude H</b>
GPS1-SG	6.482.107,436	372.229,166	1,578
GPS2-RG	6.441.215,218	396.422,173	0,157
GPS3-HE	6.272.525,641	290.442,867	3,967
GPS4-ACHE	6.280.643,450	282.776,287	13,722
GPS5-SVP	6.290.791,810	273.903,976	5,522
GPS6-ACMA	6.269.574,15	273.877,66	6,77
GPS7-ACPT	6.263.341,99	279.359,53	0,7
GPS8-LMI	6.347.484,67	297.568,07	4,75
GPS9-BA	6.334.323,74	310.845,39	4,69
GPS10-LMA	6.322.914,58	319.875,51	4,29

Coordenadas N, E para o Elipsóide WGS84

Depois de coletados, os dados são processados com as correções dos pontos de controle (Tabela 3). A correção levou em consideração a tábua de marés dos dias em que foram coletados os dados, sendo feitas às devidas correções para a altimetria dos pontos.

Na Tabela 4 é apresentada a tábua de marés utilizada para a correção dos dados, nos dias em que foram coletados.

Tabela 3 – Dados GPS Corrigidos.

<b>Nome do Ponto</b>	<b>Coordenada N</b>	<b>Coordenada E</b>	<b>Altitude H</b>
GPS1-SG	6.482.082,337	372.215,072	1,080
GPS2-RG	6.441.174,990	396.436,990	-0,326
GPS3-HE	6.272.487,567	290.400,855	-0,011
GPS4-ACHE	6.280.656,121	282.768,576	6,767
GPS5-SVP	6.290.784,712	273.905,791	2,782
GPS6-ACMA	6.269.584,681	273.832,319	0,647
GPS7-ACPT	6.263.318,568	279.390,173	-0,727
GPS8-LMI	6.347.623,792	297.533,908	1,220
GPS9-BA	6.334.336,084	310.837,263	3,286
GPS10-LMA	6.322.943,137	319.871,230	3,286

Coordenadas N, E para o Elipsóide WGS84

Tabela 4 – Dados da Tabua de Maré do Porto de Rio Grande-RS.

<b>Data</b>	<b>Hora</b>	<b>Nível/Altura (m)</b>
<b>QUI 12/08/04</b>	03:08	-0.1
	05:02	-0.1
	06:54	-0.1
	13:17	0.2
	15:00	0.2
	17:02	0.2
<b>SEX 13/08/04</b>	04:34	-0.1
	14:00	0.1
	15:56	0.1
	18:02	0.1

Na Figura 16, são observados detalhes da coleta de dados do nivelamento geométrico com a Estação Total.

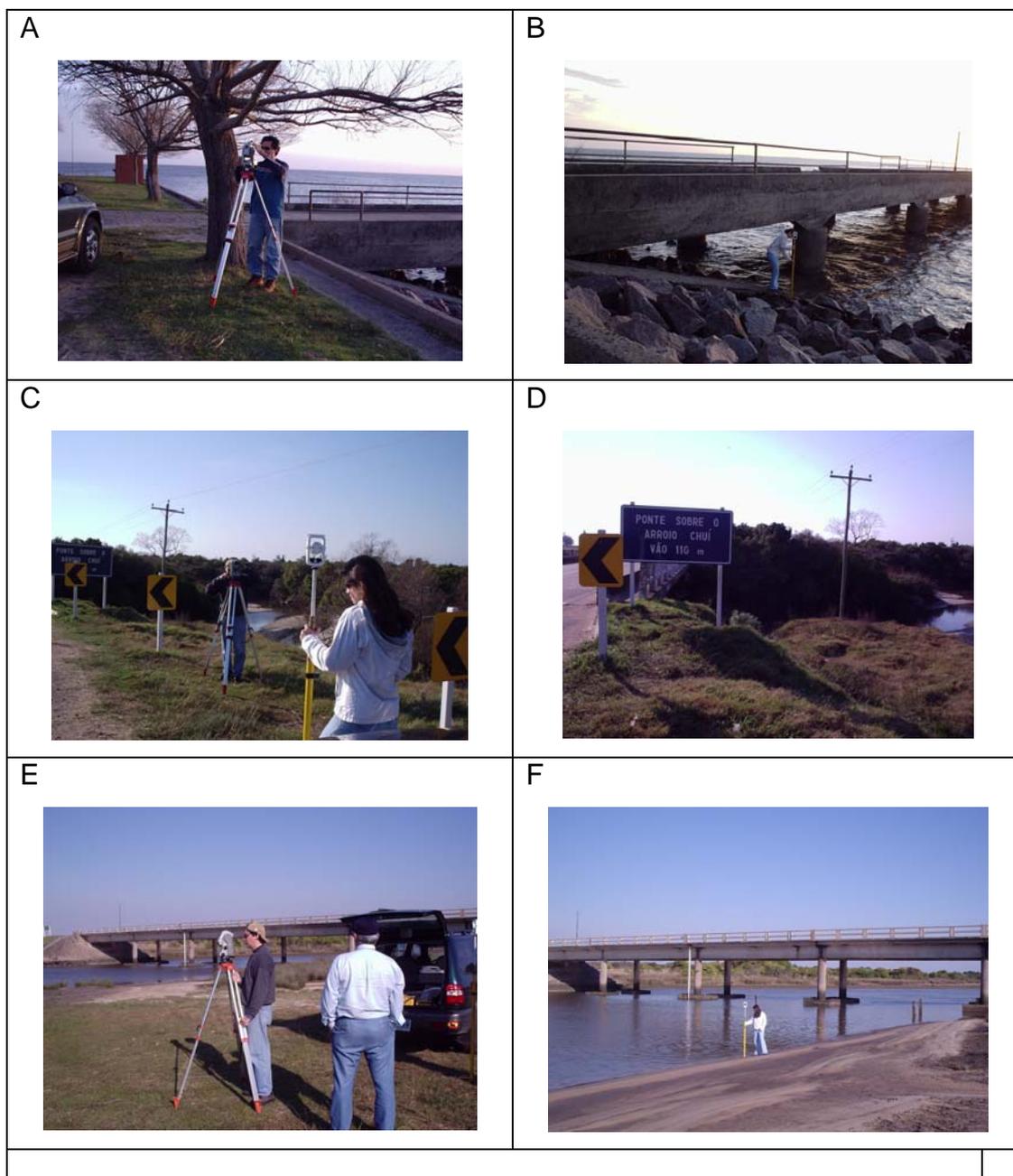


Figura 16 – Fotos do Campo coletas nos Pontos de Controle: A e B ponto GPS5-SVP, junto ao antigo Porto de Santa Vitória do Palmar; C e D ponto GPS6-ACMA, junto ao arroio Chuí próximo ao Marco de divisa do País com o Uruguai; E e F ponto GPS7-ACPT, junto a ponte de divisa do País na foz do arroio Chuí.

## 3.4 – SENSORIAMENTO REMOTO

### 3.4.1 – Introdução

O Sensoriamento Remoto teve como objetivo a utilização de softwares para visualização, manipulação e processamentos das informações coletadas ao longo do projeto.

### 3.4.2 – Sensoriamento Remoto

Segundo Rocha (2000), Sensoriamento Remoto pode ser definido como a aplicação de dispositivos que, colocados em aeronaves ou satélites, nos permite obter informações sobre objetos ou fenômenos na superfície da Terra, sem contato físico com eles.

As imagens produzidas são caracterizadas pelas resoluções espacial, espectral, radiométrica, temporal e pela largura da faixa imageada.

Sendo:

- resolução espacial: a capacidade do sensor de detectar objetos a partir de uma determinada dimensão;
- resolução espectral: expressa a capacidade do sensor registra a radiação em diferentes regiões do espectro eletromagnético;

- resolução radiométrica: representa a capacidade de discriminar entre diferentes intensidades de sinal ou número de níveis digitais em que a informação se encontra registrada;

- resolução temporal: representa a frequência com que o sensor passa por uma determinada região.

---

## 3.5 – GEOPROCESSAMENTO

### 3.5.1 – Introdução

Os softwares de visualização, processamento e manipulação de imagens e dados foram utilizados para o gerenciamento das informações. Esses atributos possibilitaram o processamento das imagens, a geração do MDT, a montagem do mosaico das imagens, a geração e manipulação dos perfis e a manipulação da base geológica.

No gerenciamento das informações foi utilizado o pacote ArcGIS<sup>®</sup> 9.0 composto do ArcCatalog<sup>™</sup>, ArcScene<sup>™</sup> e ArcMap<sup>™</sup>, onde o ArcMap<sup>™</sup> foi o gerenciador do projeto. Todos os dados adquiridos ou gerados, depois de tratados, foram levados para um arquivo único dentro da plataforma do ArcMap<sup>™</sup>.

Acompanha esta dissertação como parte integrante da mesma, um CD, contendo uma cópia do projeto gerado no programa de gerenciamento das informações do ArcMap<sup>™</sup>, com as imagens da satélite, as linhas de perfis geradas, os pontos de controles, e o modelo 3D da área de estudo.

O software Envi<sup>®</sup> 4.0 foi empregado para executar as rotinas de composição das imagens de satélite, nas bandas do visível (5R-4G-3B) gerando um mosaico da área de estudo, e na fusão da banda pancromática de resolução do pixel em 15 m. Utilizado também para posterior realce e equalização da imagem gerada, permitindo uma melhor definição das feições. Depois de obtido os dados de elevação junto a SRTM/NASA, dados esses de domínio público, utilizou-se do software para a manipulação de

---

dados de elevação, gerando assim o MDT para a visualização tridimensional da área de estudo.

O Global Mapper<sup>®</sup> 6.0 mostrou-se satisfatório para a geração das curvas de níveis da região onde os perfis foram definidos. Com o MDT criado, a geração das curvas foi então efetuada com um intervalo de 0,5 m.

Utilizou-se do software Topograph98SE<sup>®</sup> 3.5 para a geração dos perfis. Depois de geradas as curvas com uma eqüidistância de 0,5 m, esses dados foram importados para o software em questão e processados. O processamento se deu através de uma interpolação triangular com uma malha de 0,1 m para melhorar a malha anterior dos pontos, gerando curvas de eqüidistância final de 0,5 m. Com a malha dos dados de elevação ajustados foram gerados os perfis pré-definidos, sendo linhas paralelas à costa e linhas perpendiculares à costa, em regiões de melhor importância para o projeto.

Para a edição e manipulação de dados gerados e obtidos de fontes externas o AutoCad Map 2008<sup>®</sup> foi empregado. Essas informações foram importadas do software Topograph98SE<sup>®</sup> 3.5, onde na manipulação dos perfis e posterior plotagem dos mesmos foi necessário sua utilização e na edição dos dados do mapeamento geológico da PCRS para posterior exportação para o software ArcMap<sup>™</sup>.

---

# **Capítulo 4**

## **Resultados e Discussão**

---

## 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

As feições morfológicas encontradas na área de estudo foram apresentadas, em trabalhos anteriores de forma descritiva. As referidas descrições estavam embasadas na fotointerpretação, análise visual de imagens de SR analógicas e nos mapas da Divisão de Serviço Geográfico do Exército (DSG), associadas com trabalhos de campo compatíveis com as escalas dos mapeamentos. Assim, as variações altimétricas para as unidades mapeadas foram definidas associativamente de forma aproximada.

Este trabalho tem como objetivo quantificar as feições morfológicas presentes na área de estudo formada durante os eventos transgressivos e regressivos, tanto em extensão como em altimetria, foram elaborados perfis topográficos representativos dessas unidades.

A Figura 17 mostra a disposição dos perfis dentro da área de estudo, sobre o Mapeamento Geológico da PCRS realizado através do convênio entre CPRM/UFRGS/CECO (2000).

Foram definidos 8 (oito) perfis dentro da área de estudo, os quais estão dispostos estrategicamente para auxiliar na análise e interpretação da topografia do terreno de forma mais detalhada, bem como

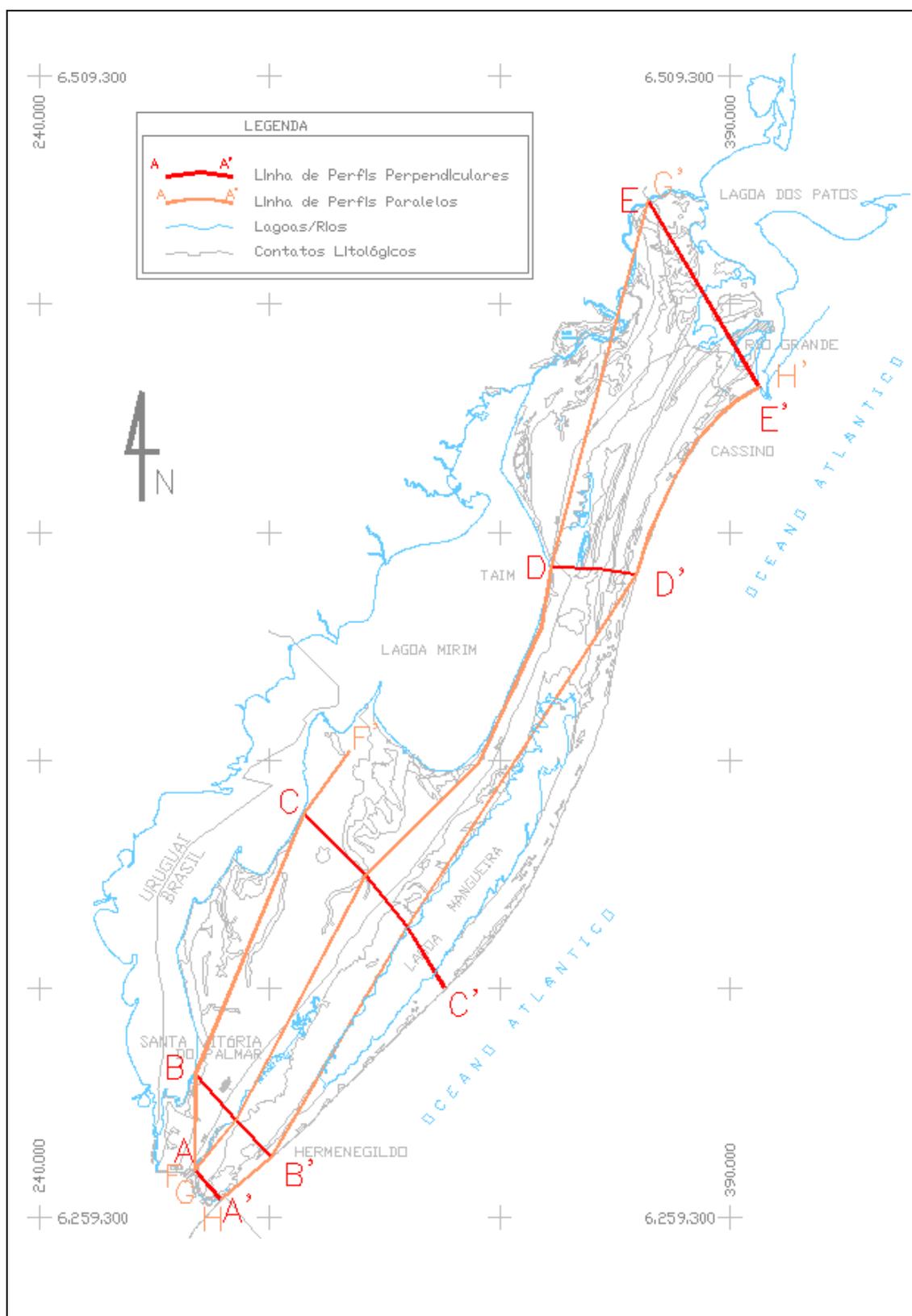


Figura 17 – Linhas dos Perfis de A ao H. Dispostos na posição NNW-SSE, perpendiculares à linha de costa, os perfis A-A', B-B', C-C', D-D' e E-E'; e na posição SSW-NNE os paralelos a linha de costa sendo os perfis F-F', G-G' e H-H'.

auxiliar a descrever e separar de forma mais precisa as características geomorfológicas e os ambientes deposicionais vinculados.

Nomeados de A-A' até H-H', os Perfis estão dispostos nos sentidos NNW-SSE e SSW-NNE. Sendo os perfis perpendiculares à linha de costa no sentido NNW-SSE, os A-A', B-B', C-C', D-D' e E-E'; e os paralelos a linha de costa no sentido SSW-NNE, os F-F', G-G' e H-H'.

Os Perfis com sentidos SSW-NNE foram elaborados com o objetivo de controlar a altimetria com exatidão e proceder às correções dos perfis perpendiculares. Nestes perfis não apresentamos descrições completas das variações ambientais, já que os mesmos não apresentaram variações acentuadas em sua extensão com relação a seus ambientes deposicionais (ex. H-H' praia do Cassino ao Chuí). Sendo apresentado em forma de anexo para melhor visualização.

Nos Perfis de sentidos NNW-SSE foram apresentados às descrições completas, pois os mesmos estão dispostos perpendicularmente aos ambientes deposicionais presente na região.

A Figura 17 mostra a disposição dos perfis com o Mapeamento Geológico da PCRS - CPRM/UFRGS/CECO (2000), e a Figura 18 mostra a disposição dos perfis com a imagem ao fundo do Mapa Geológico desenvolvido por Villwock *et all* (1995).

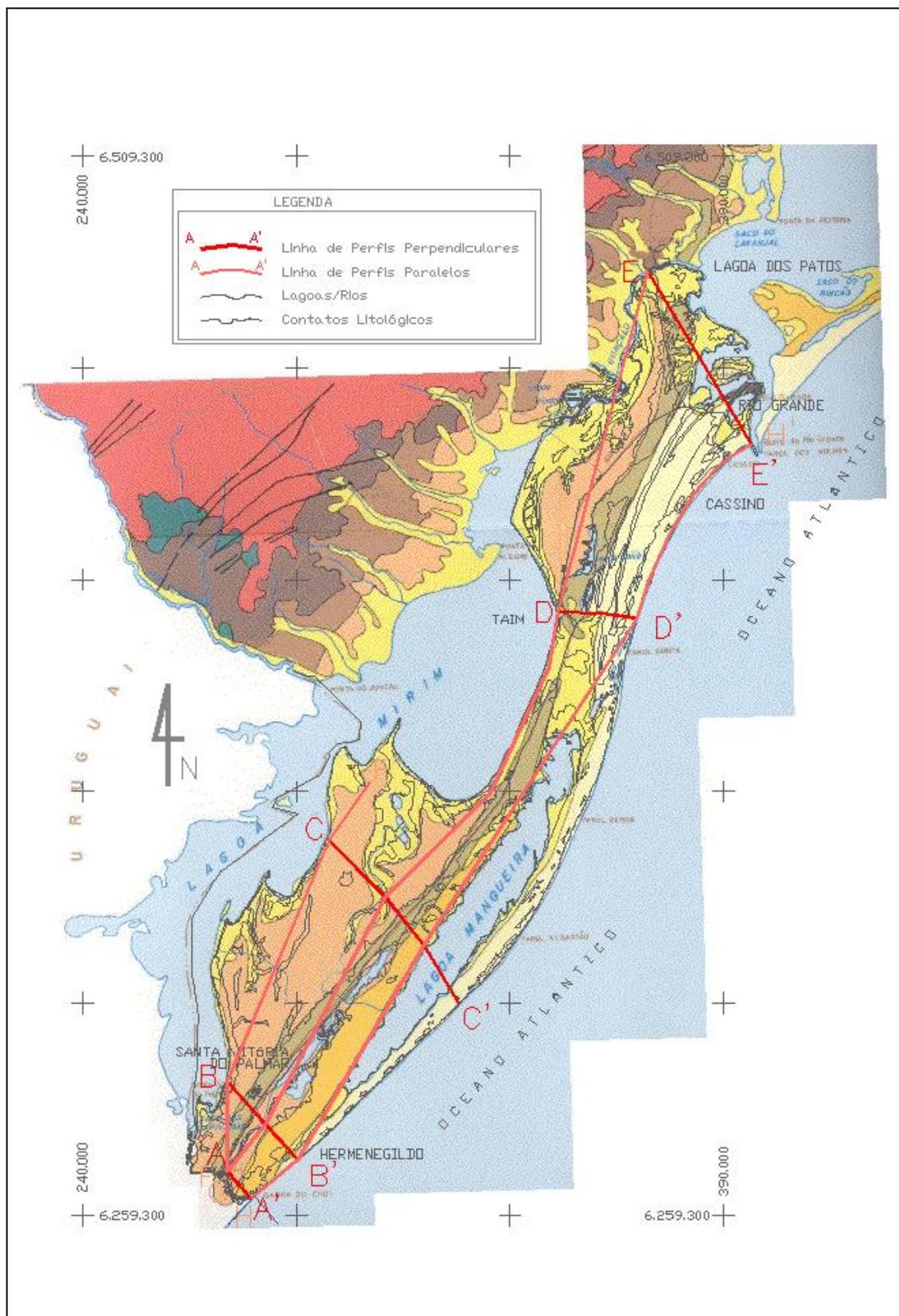


Figura 18 – Linhas dos Perfis de A ao H. Dispostos na posição NNW-SSE, perpendiculares à linha de costa, os perfis A-A', B-B', C-C', D-D' e E-E'; e na posição SSW-NNE os paralelos a linha de costa sendo os perfis F-F', G-G' e H-H' com imagem do Mapa Geológico da Província do Rio Grande do Sul, desenvolvido por Villwock et al, 1995.

## 4.1. – DESCRIÇÃO DOS PERFIS

### 4.1.1 – Perfil Chuí – Barra do Chuí

O perfil transversal à linha de costa entre a localidade do Chuí e a Barra do Chuí é representado na seção esquemática A-A' na Figura 19. Podemos observar o segmento inicial do perfil, no ponto de controle denominado como GPS6-ACMA de coordenadas N= 6.269.584,681 e E= 273.832,319, ponto este junto ao arroio Chuí próximo ao marco de divisa do Brasil com o Uruguai (Fig. 20a), seguindo por 8.374,793 m, com término no ponto de controle denominado GPS7-ACPT de coordenadas N= 6.263.318,568 e E= 279.390,173, ponto junto a ponte de divisa do país (Fig. 20b), o perfil está referido ao nível médio do mar, sendo mais detalhado na Figura 21.

O perfil no seu ponto inicial 0 m até 904,56 m corresponde ao ambiente deposicional QF4, que representa os depósitos de planícies e canal fluvial do Sistema Laguna-Barreira IV. Esses canais fluviais variam de sub-atuais a atuais, indiferenciados, de ambientes continentais fluviais, com altitude média de 5,00 m. Com altitude máxima de 100 m da margem do arroio em direção ao mar observamos que existe uma feição com cota de 6,77 m que a mesma progressivamente mergulha em sentido ao oceano até a cota de 5,25 m em contato com os depósitos do QP3.

O próximo segmento do Perfil possui 3.298,44 m, que corresponde ao ambiente deposicional QP3, que representa aos depósitos lagunares de ambientes transicionais costeiros lagunares do Sistema

Laguna-Barreira III. Esses depósitos foram descritos por Tomazelli & Vilwock (1991) como planícies lagunares, com altitude média de 7,30 m. O primeiro seguimento desta feição até os 2.500 m em sentido ascendente até atingir a cota de 8,39 m, o seguimento até 3.100 m existe um mergulho em direção ao mar até a cota 5,17 m, o terceiro seguindo existe uma curva também no sentido ascendente com dois picos na ordem de 8,8 m.

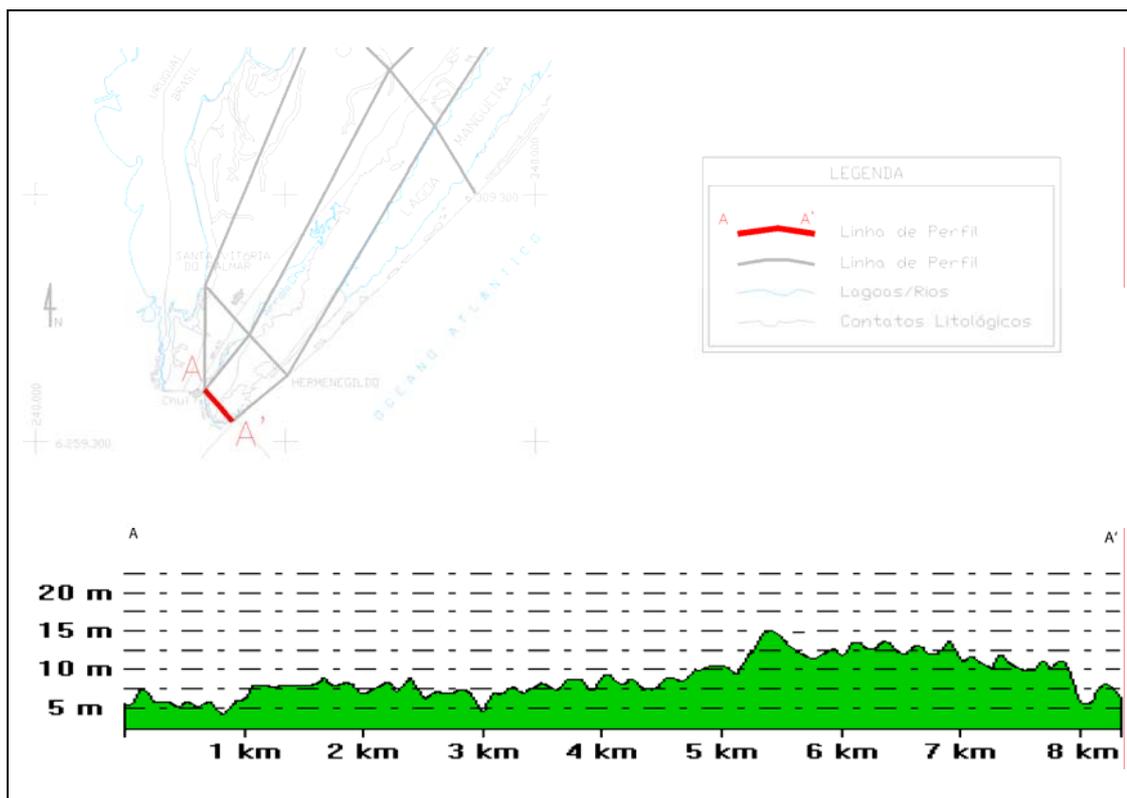


Figura 19 – Esquema de localização do perfil A-A' e da seção Planialtimétrica disposto na posição aproximada NNW-SSE, perpendicular à linha de costa.

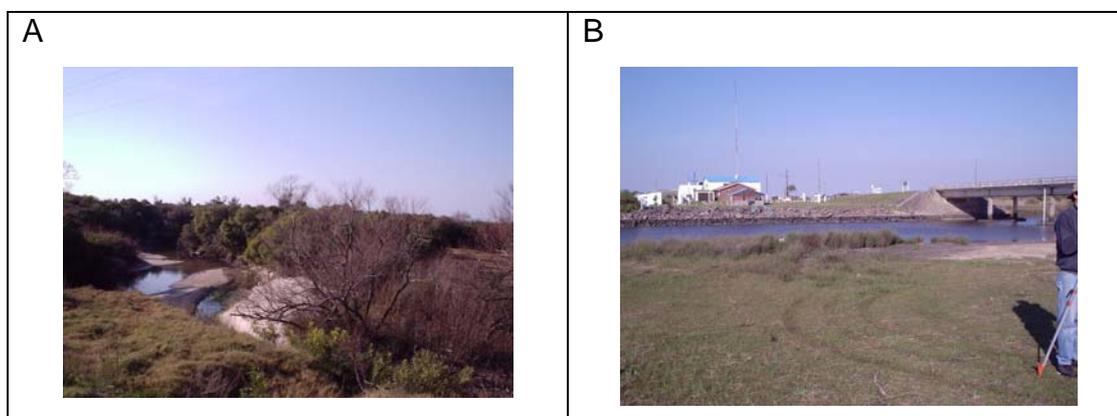


Figura 20 – Fotos da localização do perfil A-A'. a) Ponto de controle GPS6-ACMA; b) Ponto de controle GPS7-ACPT.

Seguindo mais 1.072,57 m da sessão, corresponde ao ambiente deposicional QBC3, que representa os depósitos praias inter-marés do Sistema Laguna-Barreira III, são ambientes transicionais de barreiras classificados em praias e crista arenosas, com altitude média de 8,60 m e pico em 10,50 m.

Por mais 2.767,45 m, esta feição corresponde ao ambiente deposicional QT, segundo Tomazelli & Vilwock (1991) na qual segundo os autores representa os depósitos lagunares e paludais do Sistema Laguna-Barreira III, sendo o ambiente turfeiro, caracterizado pela presença de turfas heterogêneas intercaladas ou misturadas com areias, siltes e argilas plásticas, com altitude média de 11,92 m e pico de 14,65 m.

Na porção distal do perfil existe um mergulho bem definido em direção ao mar, setor SSE, fechando o perfil com mais 432,76 m, que corresponde ao ambiente deposicional QF4, representando os depósitos de planícies e canal fluviais do Sistema Laguna-Barreira IV. Esses canais fluviais variando de sub-atuais a atuais, indiferenciados, de ambientes continentais fluviais, segundo Tomazalli & Vilwock (1991), com altitude média em 4,41 m com pico em 6,56 m e baixa em 2,64 m, chegando à faixa de praia atual com -0,72 m.

A Figura 21 mostra o perfil A-A' com a interpretação do mapeamento Geológico da PCRS, de 1990 e 2000. E apresenta mapeamento sugerido para 2008. A figura apresenta um exagero vertical de 100 vezes.

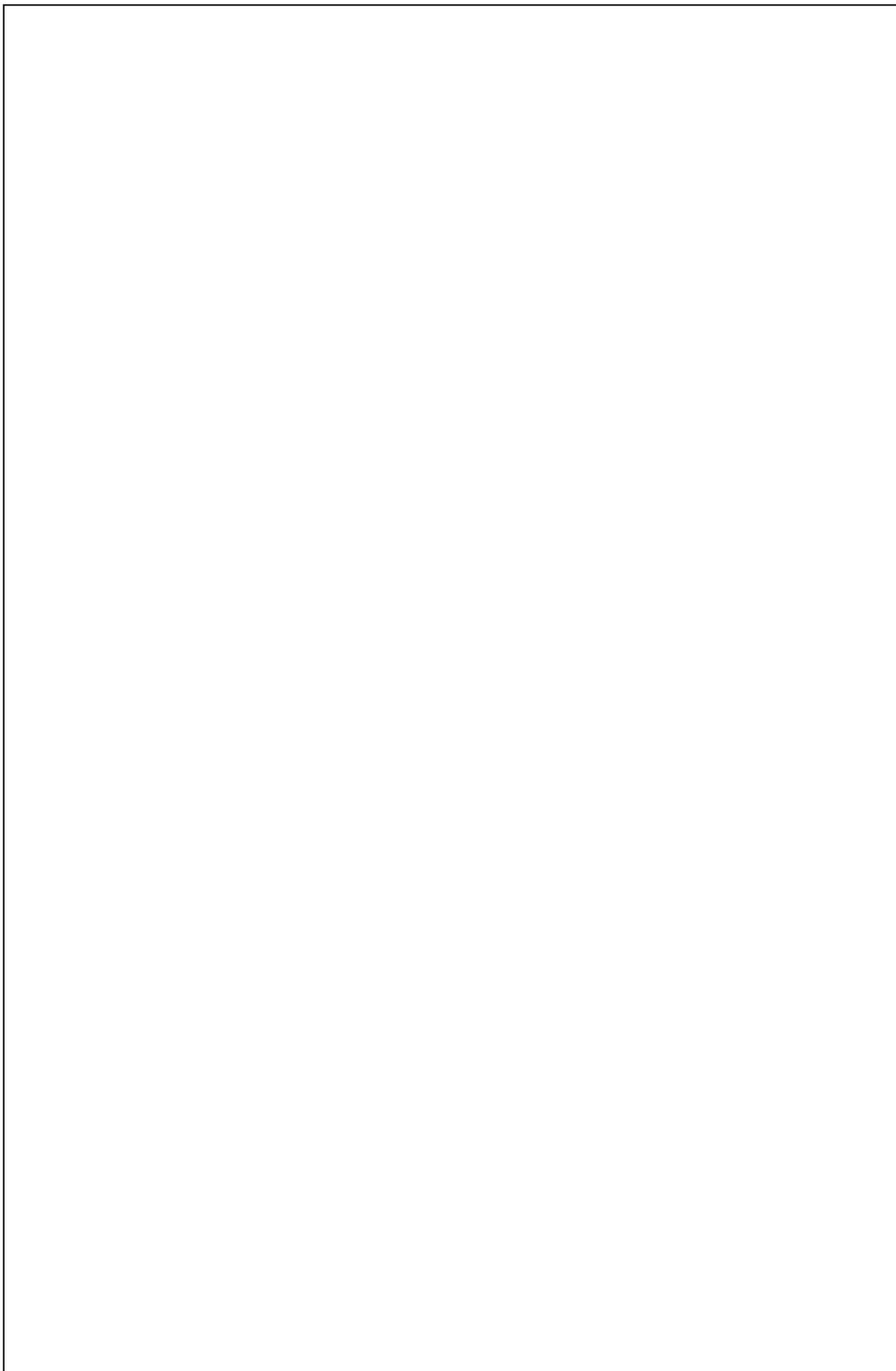


Figura 21 – Perfil Longitudinal A-A'.

Este perfil está encaixado nos sistemas deposicionais do tipo Laguna-Barreira III e IV. O mesmo inicia nos depósitos de planícies de inundação do Sistema IV junto ao arroio Chuí passando pelos depósitos lagunares e praias do Sistema III, finalizando nos depósitos de planícies lagunares e paludais do Sistema IV na Foz do arroio Chuí.

A primeira seção mostra claramente a inserção de um sistema de drenagem moderno (Arroio Chuí), construído no âmbito do sistema Barreira II-III o qual corta os depósitos lagunares de ambientes transicionais costeiros lagunares do Sistema Laguna-Barreira III. Posteriormente observa-se claramente o processo regressivo com a estabilização, pela presença dos depósitos praias inter-marés do Sistema Laguna-Barreira III, representados por ambientes transicionais de barreiras classificados em praias e crista arenosas. Finalmente os depósitos lagunares e paludais do Sistema Laguna-Barreira III, caracterizados pela presença de turfas heterogêneas intercaladas ou misturadas com areias, siltes e argilas plásticas ao ambiente inter-digitados com os depósitos de planícies e canal fluviais do Sistema Laguna-Barreira IV. Esses canais fluviais variam de sub-atuais a atuais, indiferenciados, de ambientes continentais fluviais, separados pela faixa litorânea atual, com dunas frontais pioneras que avançam sobre os ambientes de margem lagunar e a faixa de praia.

#### 4.1.2 – Perfil Porto Getulio Vargas – Praia de Hermenegildo

O perfil transversal à linha de costa entre a localidade do Porto Getulio Vargas (cidade de Santa Vitória do Palmar) e o Balneário de Hermenegildo é representado na seção esquemática B-B' na Figura 22. Podemos observar no segmento inicial do perfil, o ponto de controle denominado como GPS5-SVP de coordenadas N= 6.290.784,712 e E= 273.905,791, antigo porto da cidade de Santa Vitória do Palmar, junto a margem leste da Lagoa Mirim (Fig. 23a), seguindo por 13.500,00 m passando pelo ponto de controle GPS4-ACHE, ponto no arroio Chuí de coordenadas N= 6.280.656,121 e E= 282.768,576 (Fig. 23b), com término no ponto de controle denominado GPS3-HE de coordenadas N= 6.272.487,567 e E=290.400,855, ponto este na cidade de Hermenegildo, próximo ao acesso a praia (Fig. 23c), finalizando um total de 24.700,00 m, o Perfil está mais detalhado na Figura 24, todas as altitudes deste Perfil estão referidos ao nível médio do mar.

Os 1.649,59 m iniciais do perfil correspondem ao ambiente deposicional QP4, representando os depósitos lagunares, no ambiente transicionais costeiros lagunares do Sistema Laguna-Barreira IV, com altitude média de 1,65 m.

Seguindo em direção ao mar, por mais 3.600,73 m, no ambiente deposicional classificado por Tomazalli & Vilwoc (1991) como QP3, constituído por depósitos lagunares do Sistema Laguna-Barreira III. Este segmento do perfil inicia com altitude em torno de 4,40 m, com media de 7,56 m e finalizando a sessão em torno dos 9,50 m. Associados aos depósitos QBC2+QBD2.

Avançando mais 4.645,59 m em direção ao mar, observamos o domínio neste segmento do ambiente deposicional QBC2+QBD2, definido pelos depósitos praias de inter-marés e os depósitos eólicos de dunas

litorâneas do Sistema Laguna-Barreira II, estando em ambientes transicionais costeiros de barreiras conforme Tomazalli & Vilwoc (1991). Este segmento inicialmente com cota de 9,50 m, apresenta quatro picos destacados de mais de 24 m de altura m, três deles chegam a atingir 26 m de altura, sendo que na sessão final do segmento a cota mínima é de 15,75 m. Todo segmento tem altitude media de 20,23 m.

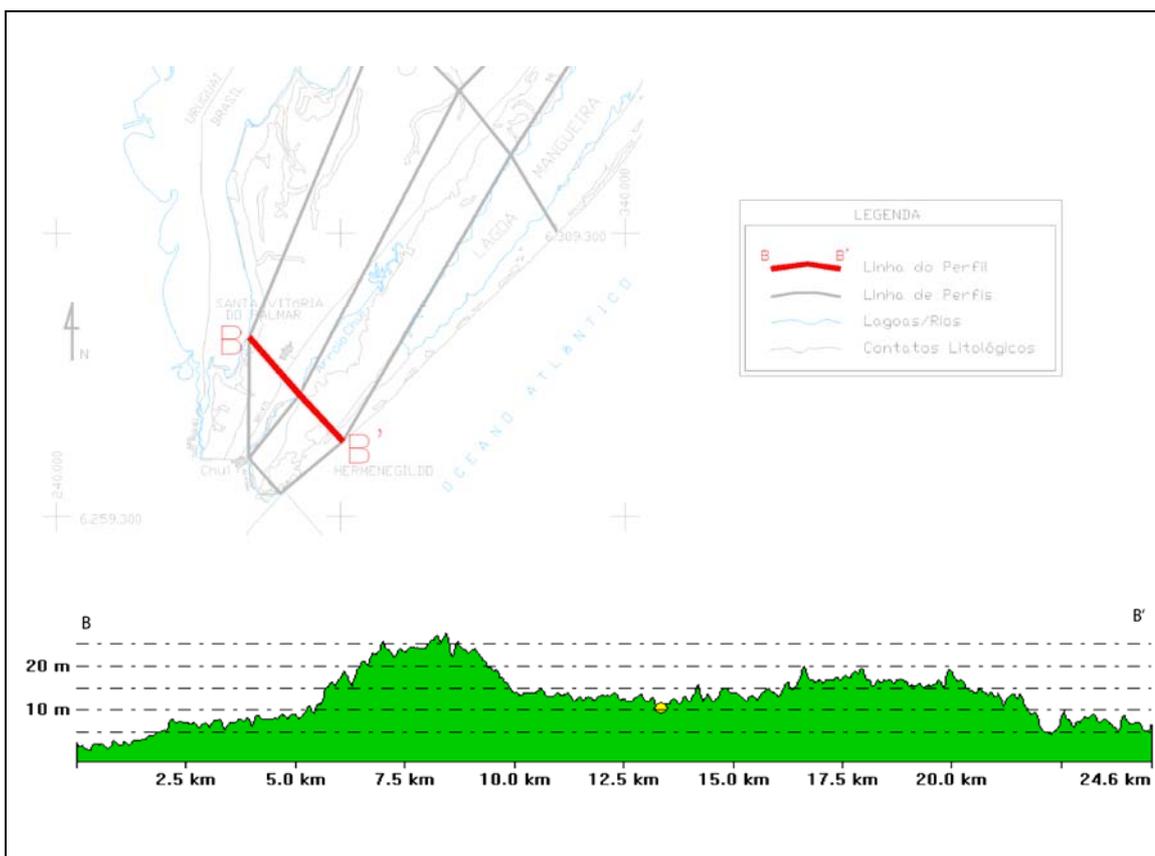


Figura 22 – Esquema do perfil B-B', disposto na posição NW-SE, perpendicular à linha de costa.



Figura 23 – Fotos da localização do perfil B-B'. a) Ponto de controle GPS5-SVP; b) Ponto de controle GPS4-ACHE; c) Ponto de Controle GPS3-HE.

Adjacente ao segmento anterior por um intervalo de 4.638,10 m no perfil, esta representado o ambiente deposicional QP3, correspondente aos depósitos lagunares do Sistema Laguna-Barreira III conforme Tomazelli & Vilwock (1991). Observamos que nesta sessão encontra-se situado a planície de inundação e o curso fluvial do arroio Chuí. Este segmento inicia em cota 15,75 m e mergulha até a cota de 12,5 m. O arroio Chuí esta situado neste perfil a uma altitude de 6,76 m.

O ambiente deposicional QBC3 ocupa os 7.475,93 m seguintes, constituído segundo Tomazelli e Vilwock (1991) por depósitos praias inter-marés em ambientes transacionais costeiros de barreira, praias e cristas arenosas do Sistema Laguna-Barreira III. A altitude media deste segmento é de 15,00 m, com a presença de 3 picos com aproximadamente de 19 m de altitude e terminando a sessão com cota de 7,44 m.

O setor seguinte com 426,31 m está ocupado por depósitos lagunares e paludais representado pelo ambiente deposicional QT, o qual caracteriza ambientes transacionais costeiros lagunares de turfeiras, com cota media de 5,58 m.

Finalizando esta sessão observamos o segmento com 2.263,74 m, no qual é dominante o ambiente deposicional QBD4, do Sistema Laguna-Barreira IV, constituído por ambientes transacionais costeiros de barreira conforme fora descrito por Tomazelli e Vilwock (1991).

A Figura 24 mostra o perfil B-B' com a interpretação do mapeamento Geológico da PCRS, de 1990 e 2000. E apresenta mapeamento sugerido para 2008. A figura apresenta um exagero vertical de 100 vezes.

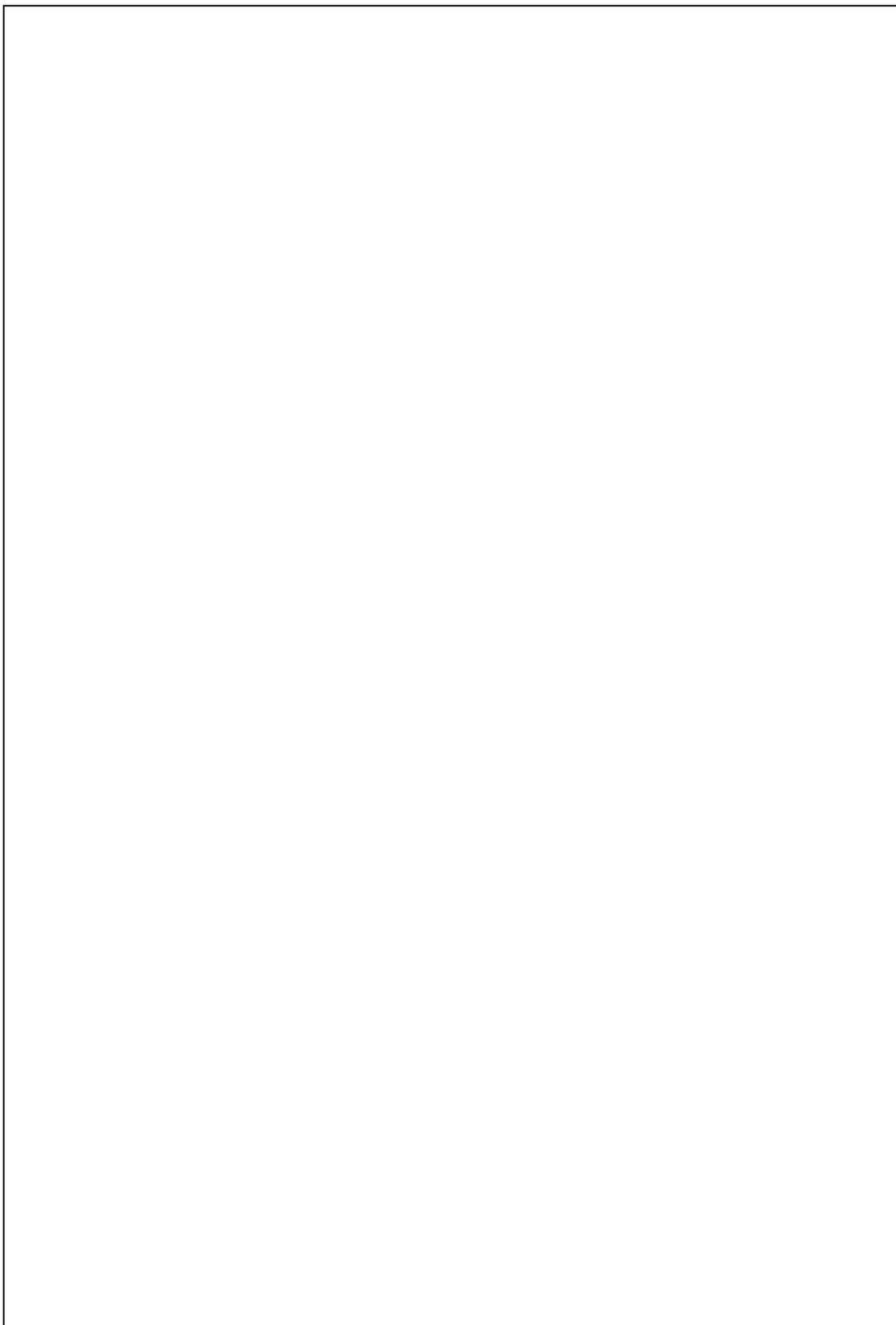


Figura 24 – Perfil Longitudinal B-B'.

Este perfil sumariamente se encaixa nos Sistemas Laguna-Barreira II, III e IV com início nos depósitos lagunares do Sistema IV, junto a Lagoa Mirim, passando pelos depósitos lagunares do Sistema III, nos depósitos eólicos de dunas litorâneas e depósitos praias inter-marés do Sistema II, passando novamente nos depósitos lagunares do Sistema III, nos depósitos praias inter-marés do Sistema III, e finalizando nos depósitos lagunares e paludais, nos depósitos eólicos de dunas litorâneas do Sistema IV, junto à praia de Hermenegildo.

### 4.1.3 – Perfil Mirim – Albardão

Este perfil transversal à linha de costa com 50.057,01 m de extensão localiza-se entre as margens da Lagoa Mirim e o Farol Albardão (junto à margem do Oceano Atlântico) é representado na seção esquemática C-C' na Figura 25.

O perfil C-C' iniciando na margem oeste da Lagoa Mirim no ponto de controle GPS8-LMI com coordenadas N= 6.347.623,792 e E= 297.533,908 (Fig. 26a) seguindo por 19.700 m até cruzar com o Perfil G-G' nas coordenadas N= 6.334.336,084 e E= 310.837,263 seguindo por mais 14.661,32 m junto a margem oeste da Lagoa Mangueira no ponto de controle GPS10-LMA (Fig. 26b) com coordenadas N= 6.322.943,137 e E= 319.871,230, passando pela lagoa com mais 15.695,69 m, finalizando as margem do Oceano Atlântico (Fig. 26c) totalizando 50.057,01 m, no ponto de apoio com coordenadas de N= 6.309.507,080 e E= 328.020,530, com todos os pontos referidos ao nível médio do mar, mais detalhe do perfil C-C' está mais bem detalhado na Figura 27.

O primeiro segmento do perfil está ocupado morfologicamente pelo o ambiente deposicional QC4, por 992,49 m, referente aos depósitos de cristas de praias lagunares do Sistema Laguna-Barreira IV, com altitude media em torno de 2,71 m.

Em direção ao mar por 12.637,54 m do perfil, é possível constatar a presença do ambiente correspondente ao sistema QP3, caracterizados por depósitos lagunares do Sistema Laguna-Barreira III de acordo com Tomazelli & Vilwock (1991). A altitude média deste segmento é de 7,04 m, com cota máxima de 11,83 m, e mínima de 2,63 m.

Adjacente a este último sistema deposicional observamos que nos próximos 2.921,42 m a presença do ambiente deposicional QP4 do Sistema Laguna-Barreira IV, esse depósito lagunar de ambientes transacionais costeiros os quais estão situados com cota de altitude média de 2,82 m.

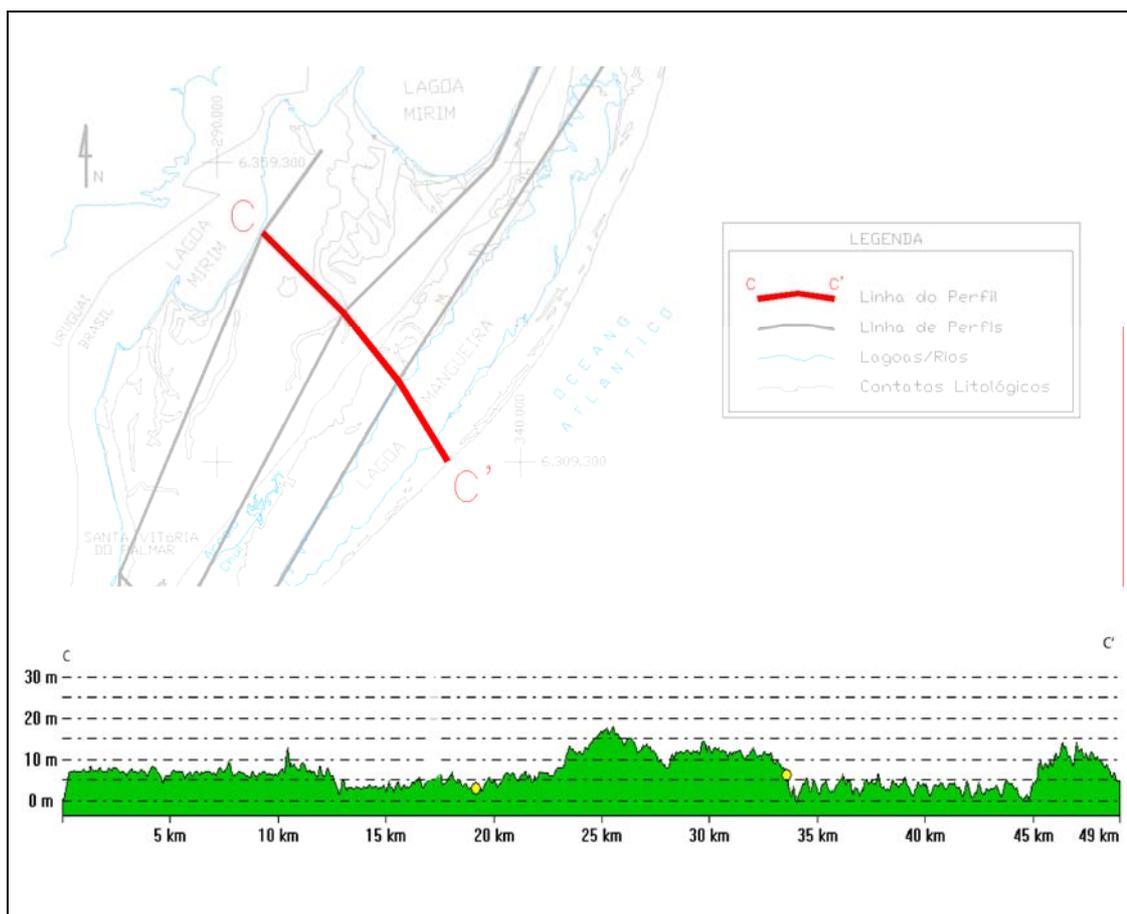


Figura 25 – Esquema do perfil C-C', disposto na posição NNW-SSE, perpendicular à linha de costa.

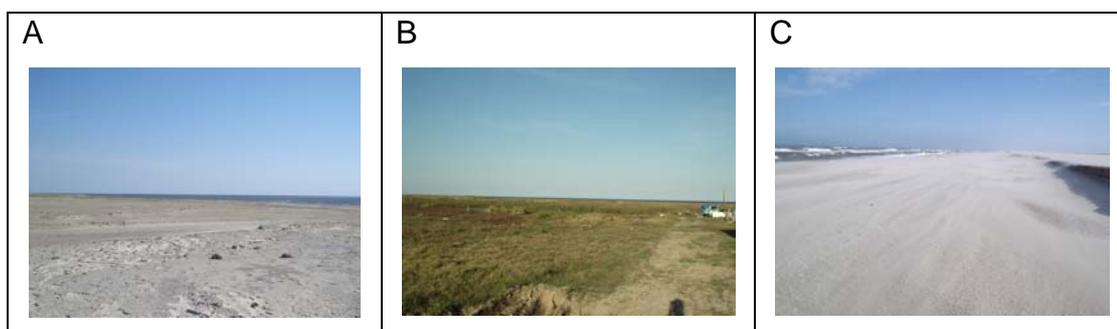


Figura 26 – Fotos da localização do perfil C-C'. a) Ponto de controle GPS8-LMI; b) Ponto de controle GPS10-LMA; c) Ponto de Apoio na margem do Oceano Atlântico.

Adjacente ao ambiente anterior na direção ao mar por 2.921,42 m constatamos que esta feição está representada pelo ambiente deposicional QP3 novamente, com altitude média de 4,83 m.

Representando o ambiente deposicional QF4 pelos próximos 2.073,06 m, sendo os depósitos de planície e canais fluviais sub-atuais a atuais indiferenciados do Sistema Laguna-Barreira IV sendo ambientes continentais, com media de altitude de 3.90 m.

O sexto segmento, com 2.724,05 m e de facies QP3 depósitos lagunares do Sistema Laguna-Barreira III, com media das altitudes em 6,25 m, iniciando a sessão com 6,37 m e finalizando em 8,12 m.

Continuando na direção da margem lagunar oeste da lagoa Mangueira por mais 4.284,97 m podemos observar a presença do ambiente deposicional QBC2+QBD2 do Sistema Laguna-Barreira II, representado por depósitos praias inter-marés mais depósitos eólicos de dunas litorâneas em ambientes transacionais costeiros de barreiras conforme Tomazelli & Vilwoc (1991). A altitude média de 15,09 m, iniciando em 8,77 m com pico em torno 16.74 m e finalizando em 10,80 m.

Entre a feição anteriormente descrita e a subsequente e observada uma estreita faixa de aproximadamente 706,06m de comprimento a qual corresponde ao ambiente deposicional QF4 que foi descrito conforme Tomazelli & Vilwoc (1991). A altitude media é de 8,99 m.

Adjacente a esta ultima feição o segmento de 5410,33 m corresponde ao ambiente deposicional QBC3, o qual este representado pelos depósitos praias inter-marés do Sistema Laguna-Barreira III. Com media de altitude neste segmento de 11,59 m, com uma cota original de 10,12 m e mergulhando em direção a Lagoa Mangueira com cota de 3,28 m mínima.

Seguindo mais 314,03 m nos depósitos lagunares do ambiente deposicional QP4 do Sistema Laguna-Barreira IV, com altitude de 2,99 m de media.

A Lagoa Mangueira ocupa neste perfil uma distância entre margens de 11.924,64 m do espelho de água. Destacamos que neste segmento não foram incluídos dados correspondentes a batimetria constando exclusivamente a cota que define o nível superficial da lamina de água, ficando em 2,01 m.

Continuando em direção ao oceano por 2.513,66 m no ambiente deposicional QBD4 referente aos depósitos eólicos de dunas litorâneas em ambiente transacionais costeiros de barreiras pertencentes ao Sistema Laguna-Barreira IV, com media de altitude em 9,87 m.

O ambiente deposicional QBC4 segue nos próximos 213,86 m seguinte com seus depósitos praias inter-mares do Sistema Laguna-Barreira IV, com 8,53 m de altitude média.

Finalizando o perfil, com mais 729,47 m com a presença de areais finas a medias, bem selecionadas no ambiente deposicional QBD4 do Sistema Laguna-Barreira IV com altitude inicial de 8,49 m, media de 4,32 m e finalizando as margens do oceano com altitude de -0,22 m.

A Figura 27 mostra o perfil C-C' com a interpretação do mapeamento Geológico da PCRS, de 1990 e 2000. E apresenta mapeamento sugerido para 2008. A figura apresenta um exagero vertical de 100 vezes.

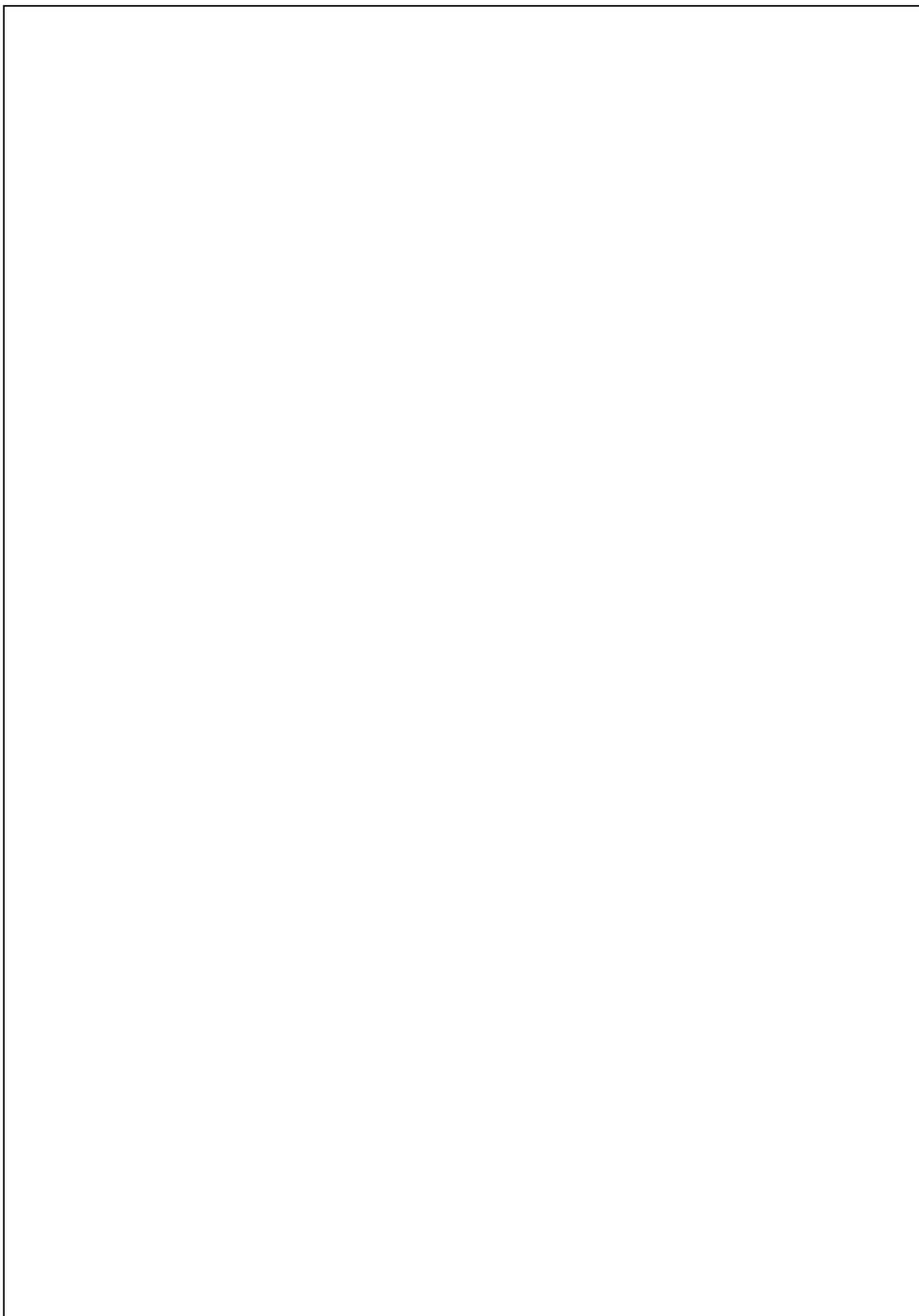


Figura 27 – Perfil Longitudinal C-C'.

O perfil mostrado, se encaixa nos Sistemas Laguna-Barreira II, III e IV com início nos depósitos de cristas de praias lagunares do Sistema IV, junto a Lagoa Mirim, passando pelos depósitos lagunares do Sistema III, nos depósitos lagunares do Sistema IV, voltando para os depósitos lagunares do Sistema III, passando pelos depósitos de planície e canais fluviais sub-atuais a atuais indiferenciados do Sistema IV, passando novamente pelos depósitos lagunares do Sistema III, nos depósitos eólicos de dunas litorâneas e depósitos praias inter-marés do Sistema II, indo para os depósitos de planície e canais fluviais sub-atuais a atuais indiferenciados do Sistema IV, voltando para os depósitos praias inter-marés do Sistema III, novamente pelos depósitos lagunares do Sistema IV, passando pela atual Lagoa Mangueira, pelos depósitos eólicos de dunas litorâneas do Sistema IV, os depósitos praias inter-marés do Sistema IV e finalizando nos depósitos eólicos de dunas litorâneas do Sistema IV.

#### 4.1.4 – Perfil Taím – Farol Sarita

O perfil D-D' transversal à linha de costa localiza-se entre o Taím e o Farol Sarita, representado no desenho esquemático na Figura 28, com início na margem oeste da Lagoa Mirim junto a Estação Ecológica do Taím (Fig. 29 a, b, c) com coordenadas N= 6.401.674,996 e E= 351.198,395, seguindo por 18.533,85 m chegando a margem do Oceano Atlântico, próximo ao Farol Sarita (Fig. 29 d, e) nas coordenadas N= 6.400.188,560 e E= 369.646,980, o perfil está referido ao nível médio do mar, sendo mais detalhado na Figura 30.

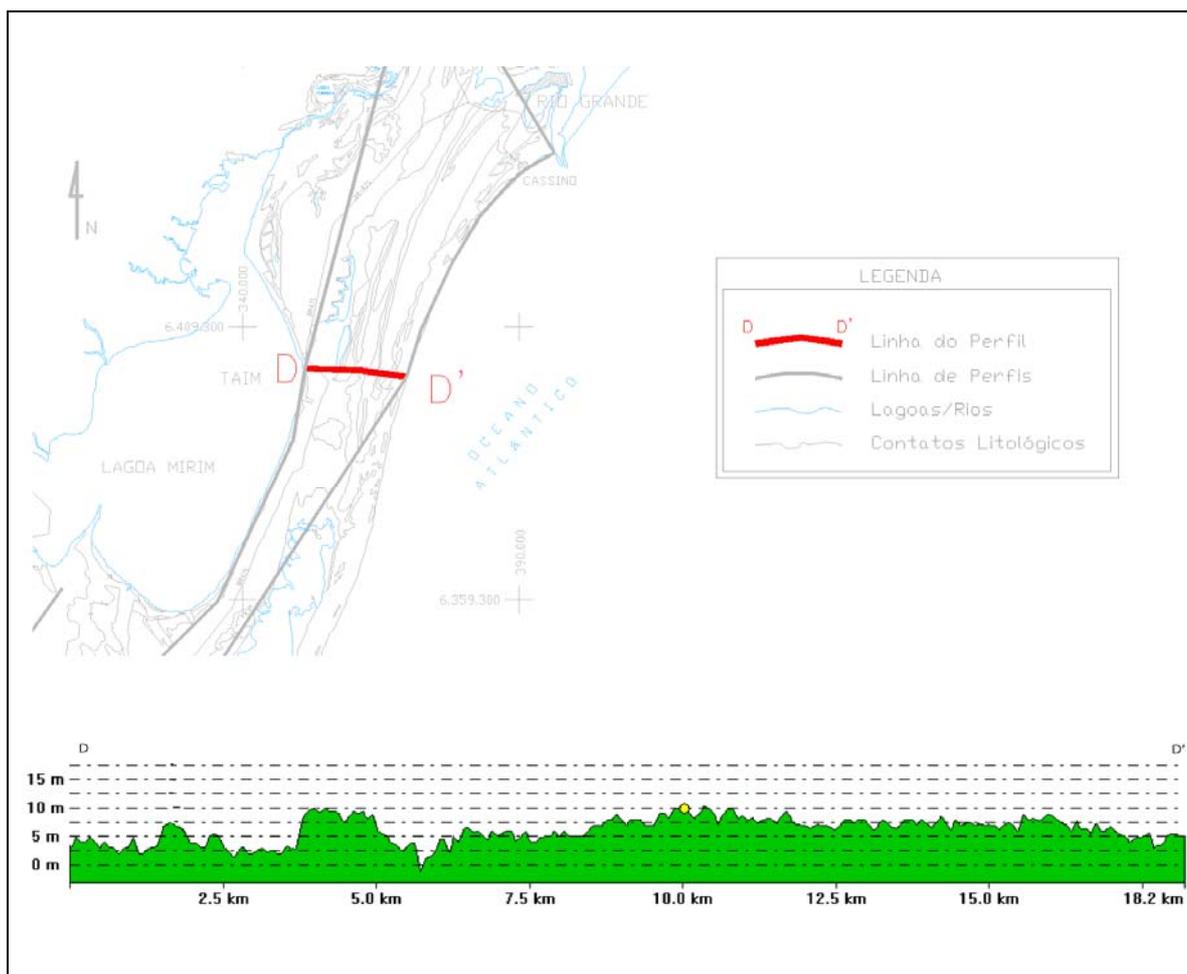


Figura 28 – Esquema do perfil D-D', disposto na posição NNW-SSE, perpendicular à linha de costa.

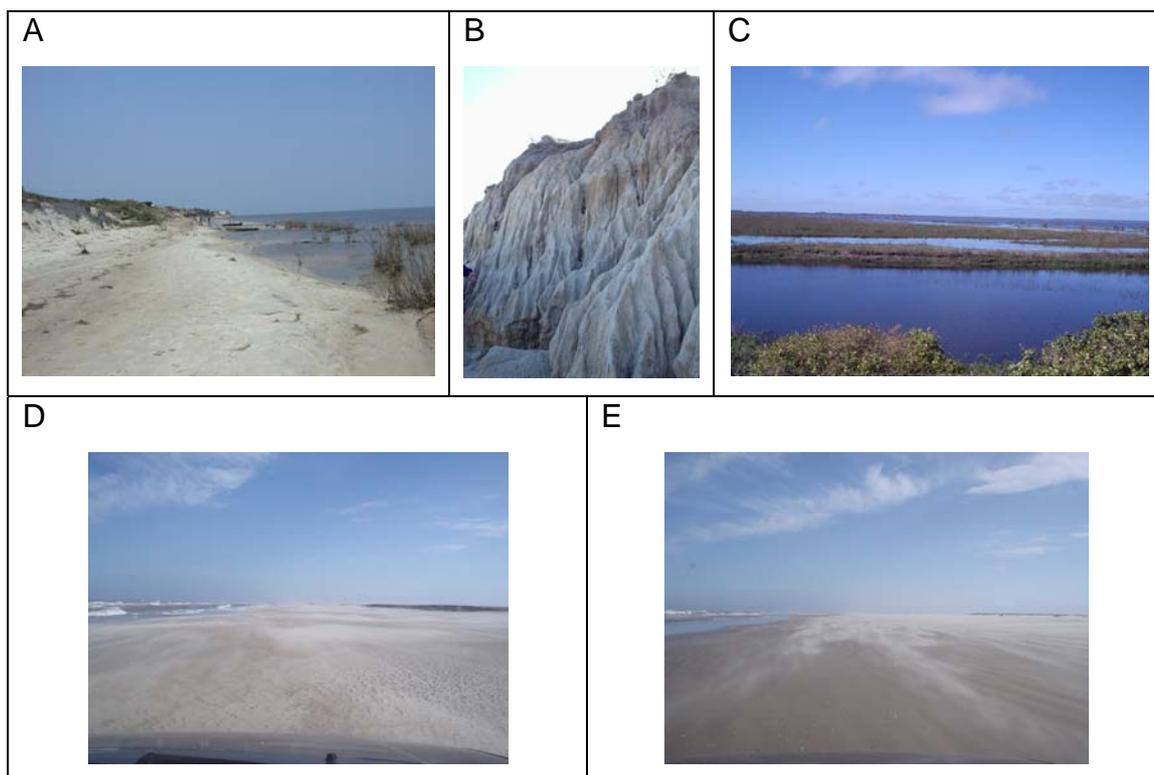


Figura 29 – Fotos da localização do perfil D-D'. a, b, c) Ponto de Apoio no Taim; d, e) Ponto de Apoio na Margem do Oceano Atlântico.

Nos primeiros 390,38 m deste perfil, observamos a presença do ambiente deposicional QBC2+QBD2 pertencendo aos depósitos praias inter-marés e aos depósitos eólicos de dunas, nos ambientes transacionais costeiros de barreiras no Sistema Laguna-Barreira II conforme Tomazelli & Vilcock (1991). A cota inicial do perfil é de 9,38m, esta cota foi coletada na parte mais alta (Fig. 29 b), e com altitude media de 5,93 m (Fig. 29 a, b).

A continuação nos 747,98 m seguintes são depósitos lagunares representado pela facie QP4 correspondente ao Sistema Laguna-Barreira IV, com altitude média de 3,41 m.

Adjacente a este último, nos próximos 1.397,75 m novamente se observa a presença do ambiente deposicional QBC2+QBD2, com altitude inicial de 3,85 m, com media de 6,85 m e finalizando com 3,70 m.

Com mais 1.440,95 m seguintes novamente depósitos lagunares representado pela fácies QP4 correspondente ao Sistema Laguna-Barreira IV, com altitude média de 2,35 m.

Adjacente aos depósitos lagunares anteriores, pelos próximos 1.722,42 m novamente se observa a presença do ambiente deposicional QBC2+QBD2, com altitude inicial de 4,56 m, com media de 8,30 m e finalizando com 2,39 m.

A Lagoa das Flores ocupa 602,12 m inserir a cota da lamina d' água de -0,19 m (Fig. 29 c).

O Sistema Laguna-Barreira IV representado pelo ambiente deposicional QBD4, é a borda leste da Lagoa das Flores, ocupando uma superfície de 998,41 m de longitude, caracterizado por depósitos eólicos de dunas, com altitude media de 6,07 m.

Adjacente aos depósitos eólicos, ocupando 1.127,07 m na direção ao mar, constatamos a presença de depósitos correspondentes a ambientes de praias inter-marés, classificados como facie QBC4 do Sistema Laguna-Barreira IV por Tomazelli e Villwocki (1991) com altitude média de 5,07 m.

Continuando em direção da praia, novamente observamos depósitos eólicos da facie QBD4 por uma extensão de 956,12 m.

A facie QP4 do Sistema Laguna-Barreira IV representa o ambiente deposicional lagunar, e ocupa os 346,92 m seguintes na direção do mar, com media de altitude em 4,86 m.

Adjacente a esta seção, por uma extensão de 4.639,98 m em direção ao oceano constatamos a presença de fácies QBD4 e QBC4, com altitude média em 7,98 m.

---

Adjacente as fácies QBD4 e QBC4, por uma extensão de 105,66 m está a facie deposicional QT representando depósitos lagunares paludais, e que são conseqüências dos ambientes transacionais costeiros lagunares.

Finalmente no ultimo segmento de 4.158,08 m, são observados variações da fácies QBD4 e QT. A cota altimétrica inicial da sessão é de 8,35m, a media do segmento é de 6,2 m e finaliza a sessão em -0,84m na linha da costa da praia atual (Fig. 29 d, e).

A Figura 30 mostra o perfil D-D' com a interpretação dos mapeamentos Geológicos da PCRS, de 1990 e 2000. E apresenta mapeamento sugerido para 2008. A figura apresenta um exagero vertical de 100 vezes.

Sumariamente podemos definir que este perfil está localizado nos Sistemas Laguna-Barreira II e IV com inicio nos depósitos de cristas de praias lagunares do Sistema IV, junto a Lagoa Mirim, passando pelos depósitos eólicos de dunas litorâneas e os depósitos praias inter-marés do Sistema II, pelos depósitos lagunares do Sistema IV, voltando para os depósitos eólicos de dunas litorâneas e os depósitos praias inter-marés do Sistema II, e finalizando nos depósitos eólicos de dunas litorâneas e os depósitos praias inter-marés do Sistema IV junto ao Oceano Atlântico.

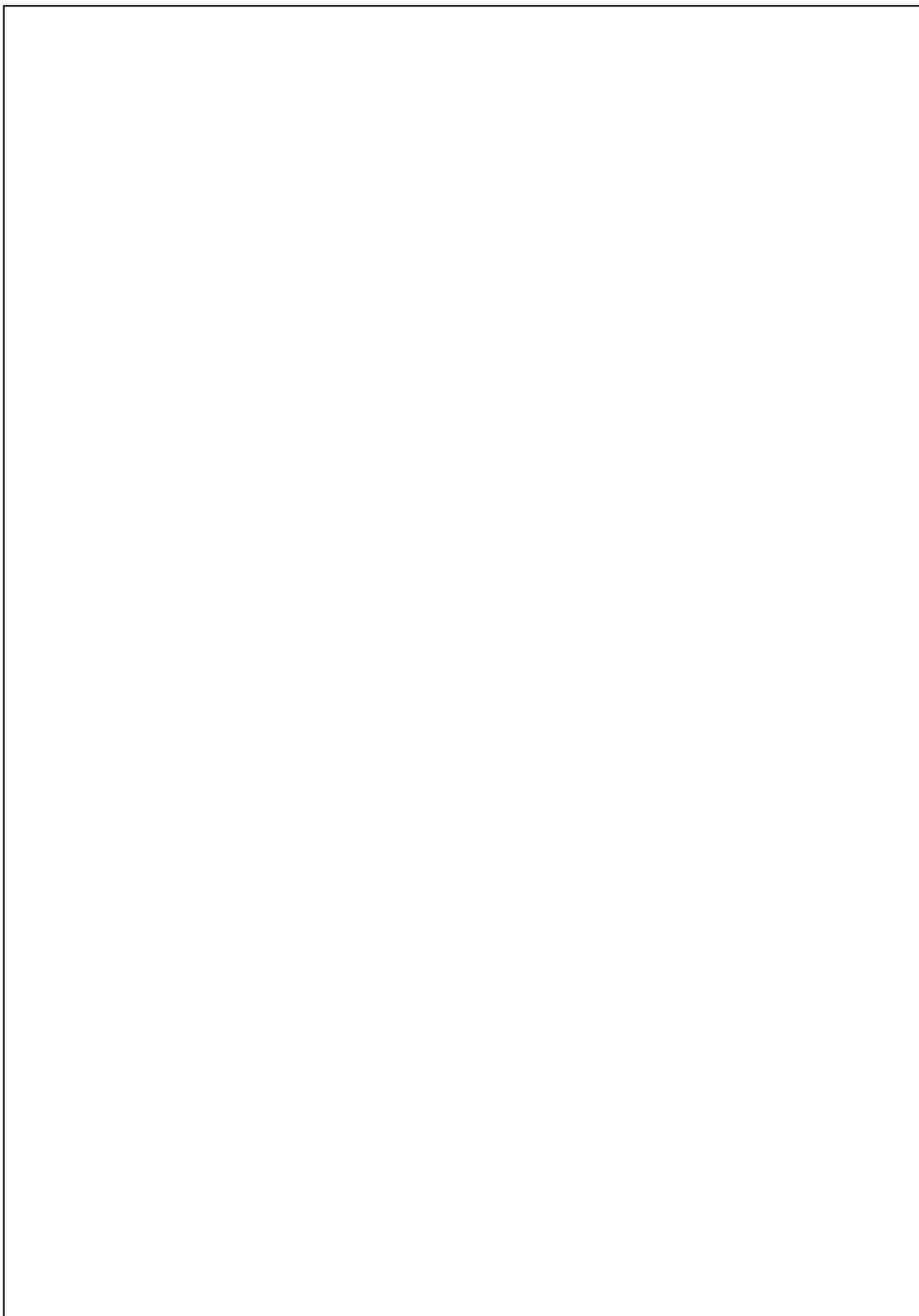


Figura 30 – Perfil Longitudinal D-D'.

#### 4.1.5 – Perfil Canal São Gonçalo – Canal Rio Grande

Localizado entre o Canal de São Gonçalo e o Canal de Rio Grande, representado na seção esquemática E-E' na Figura 31, sendo transversal à linha de costa, com 47.539,68 m de extensão, com ponto inicial no Canal de São Gonçalo junto à ponte mais antiga sobre o canal no ponto de controle GPS1-SG (Fig. 32 a) com coordenadas N=6.482.082,337 e E=372.215,072 e finalizando as margens do Oceano atlântico junto ao molhes de Rio Grande no ponto de controle GPS2-RG (Fig. 32 b) com coordenadas N= 6.441.174,772 e E= 396.436.990, todas as altitudes deste perfil estão referidos ao nível médio do mar, sendo mais detalhado na Figura 33.

O perfil E-E' inicia no Canal de São Gonçalo, com altitude inicial de 1,08 m, seguindo por 265,63 m, e com lamina d'água em -0,55m.

Seguindo por 479,18 m no ambiente deposicional QF4, representa os depósitos de planície e canais fluviais de sub-atuais a atuais do Canal de São Gonçalo no Sistema Laguna-Barreira IV, com altitude media de 1,60 m.

Adjacente aos depósitos do canal, numa extensão de 229,13 m sobre o ambiente deposicional QC4 correspondentes a depósitos mapeados como cristas de praias lagunares no Sistema Laguna-Barreira IV, com media de altitude em 2,24 m.

O ambiente deposicional QP4 representa os depósitos de origem lagunar por uma extensão de 5.470,82 m, e que formam parte do Sistema Laguna-Barreira IV, com altitude media de 1,62 m.

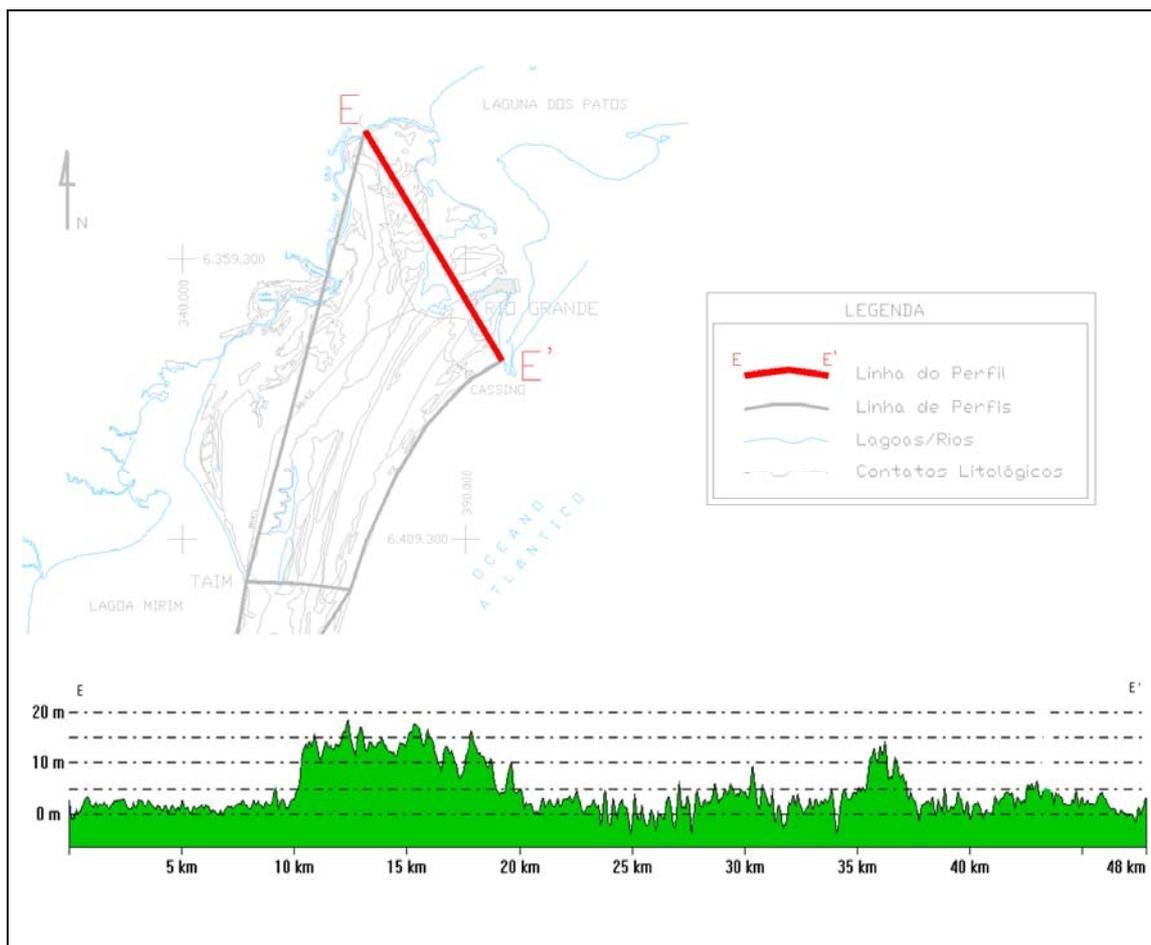


Figura 31 – Esquema do perfil E-E', disposto na posição NNW-SSE, perpendicular à linha de costa.

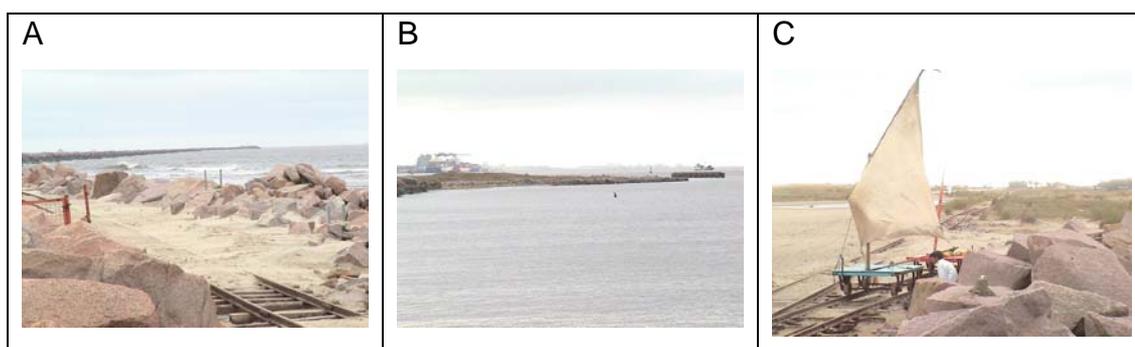


Figura 32 – Fotos da localização do perfil E-E'. a, b, c) Ponto de Controle GPS2-RG.

A Lagoa do Peixe ocupa os 355,24 m seguintes. Está Lagoa está localizada a sudeste do município de Pelotas.

Adjacente à Lagoa do Peixe encontramos os depósitos de planícies e canais fluviais correspondente ao ambiente deposicional QF4

---

pelos 2.676,17 m, depósitos esses isolados do Sistema Laguna-Barreira IV, com altitude média em 2,03 m.

Por mais 312,08 m representando o ambiente deposicional QP4 dos depósitos lagunares dos ambientes transacionais costeiros lagunares, do Sistema Laguna-Barreira IV, com media de 2,96 m.

Adjacente a este ultimo, o Sistema Laguna-Barreira II correspondente ao ambiente QBC2+QBD2 caracterizado por depósitos eólicos de dunas litorâneas e de praias inter-marés, ao longo de 2.593,02 m com altitude inicial de 2,63 m e media de 12.62 m.

Associada a este ultimo segmento descrito observamos o ambiente deposicional QP3 do Sistema Laguna-Barreira III, representando pelos depósitos de origem lagunar, por uma extensão de 428,08 m com media de 14,46 m.

Obviamente que o sistema anterior esta inserido entre duas feições semelhantes, conseqüentemente nos 4.236,14 m subseqüentes, novamente esta representado o ambiente deposicional QBC2+QBD2 do Sistema Laguna-Barreira II com media de altitude em 13,73 m.

Adjacente ao ambiente eólico e de praia nos 508,03 m seguintes, o ambiente deposicional QT representa os depósitos lagunares e paludais com media de altitude 8,91 m.

Novamente o ambiente deposicional QBC2+QBD2, encontra-se adjacente a um ambiente lagunar, e ocupa uma extensão de 2.512,04 m iniciando com 10,06 m e finalizando em 3,43 m.

Continuando na direção do Canal de Rio Grande, mais uma vez observamos os depósitos lagunares e paludais nos próximos 817,27 m com média de 1,77 m de altitude.

Adjacente a estes depósitos lagunares, por mais 2.511,28 m o ambiente deposicional QP4 representando os depósitos lagunares do Sistema Laguna-Barreira IV, com media de altitude em 2,33 m.

Passando pela Laguna dos Patos nos 4.192,46 m, com lamina d'água em 0,24 m.

Com mais 2.919,89 m passando pela Ilha dos Marinheiros no ambiente deposicional QP4 dos depósitos lagunares do Sistema Laguna-Barreira IV, com media de 3,44 m.

Seguindo novamente pela Laguna dos Patos por mais 3.180,43 m, com lamina d'água em 0,24 m.

Adjacente a Laguna, e por uma extensão de 3.289,17 m observamos o ambiente deposicional QBD4+QBC4 representando os depósitos eólicos de dunas litorâneas e depósitos de praias inter-marés do Sistema Laguna-Barreira IV, com altitude inicial em 1,89 m, pico em 14,03 m e finalizando em 3,38 m.

O Saco da Mangueira ocupa os 3.420,43 m seguintes do perfil, com lamina d'água em 1,80 m.

Adjacente ao Saco da Mangueira e por uma extensão de 749,85 m está o ambiente deposicional QP4, representando depósitos lagunares do Sistema Laguna-Barreira IV com media 3,46 m.

A continuação em direção ao oceano, novamente observamos a recorrência do ambiente deposicional QBD4+QBC4 representado pelos depósitos eólicos de dunas litorâneas e depósitos praias inter-marés do Sistema Laguna-Barreira IV nos 1.108,11 m seguintes, com altitude média em 3,41 m.

Com mais 465,73 m só no ambiente deposicional QBC4 representando os depósitos praias inter-marés do Sistema Laguna-Barreira IV, com altitude média em 5,67 m e pico final em 16,5 m.

Finalizando o perfil com mais 4.279,46 m na QBD4+QBC4 representando os depósitos eólicos de dunas litorâneas e depósitos praias inter-marés do Sistema Laguna-Barreira IV com presença de areias quartzosas de finas a médias, com altitude inicial em 20,38 m e depois de 350,0 m passando a altitude media de 2,75 m e finalizando a sessão em 0,426m negativos.

A Figura 33 mostra o perfil E-E' com a interpretação dos mapeamentos Geológico da PCRS, de 1990 e 2000. E apresenta mapeamento sugerido para 2008. A figura apresenta um exagero vertical de 100 vezes.

Sumariamente podemos determinar que o perfil se localiza nos Sistemas Laguna-Barreira II, III e IV com inicio nos depósitos de planície e canais fluviais de sub-atuais a atuais indiferenciados, passando pelos depósitos de cristas de praias lagunares, pela Lagoa do Peixe, novamente pelos depósitos de planície e canais fluviais e os depósitos lagunares do Sistema IV, agora os depósitos praias inter-marés mais os depósitos eólicos de dunas litorâneas do Sistema II, pelos depósitos lagunares do Sistema III, intercalando entre aos depósitos praias inter-marés mais os depósitos eólicos de dunas litorâneas e os depósitos lagunares e paludais do Sistema II, pelos depósitos lagunares, Laguna dos Patos, novamente os depósitos lagunares e Laguna dos Patos, depois pelos depósitos eólicos de dunas litorâneas mais depósitos praias inter-marés, pelo Saco da Mangueira, os depósitos lagunares, os depósitos eólicos de dunas litorâneas e praias inter-marés do Sistema IV.

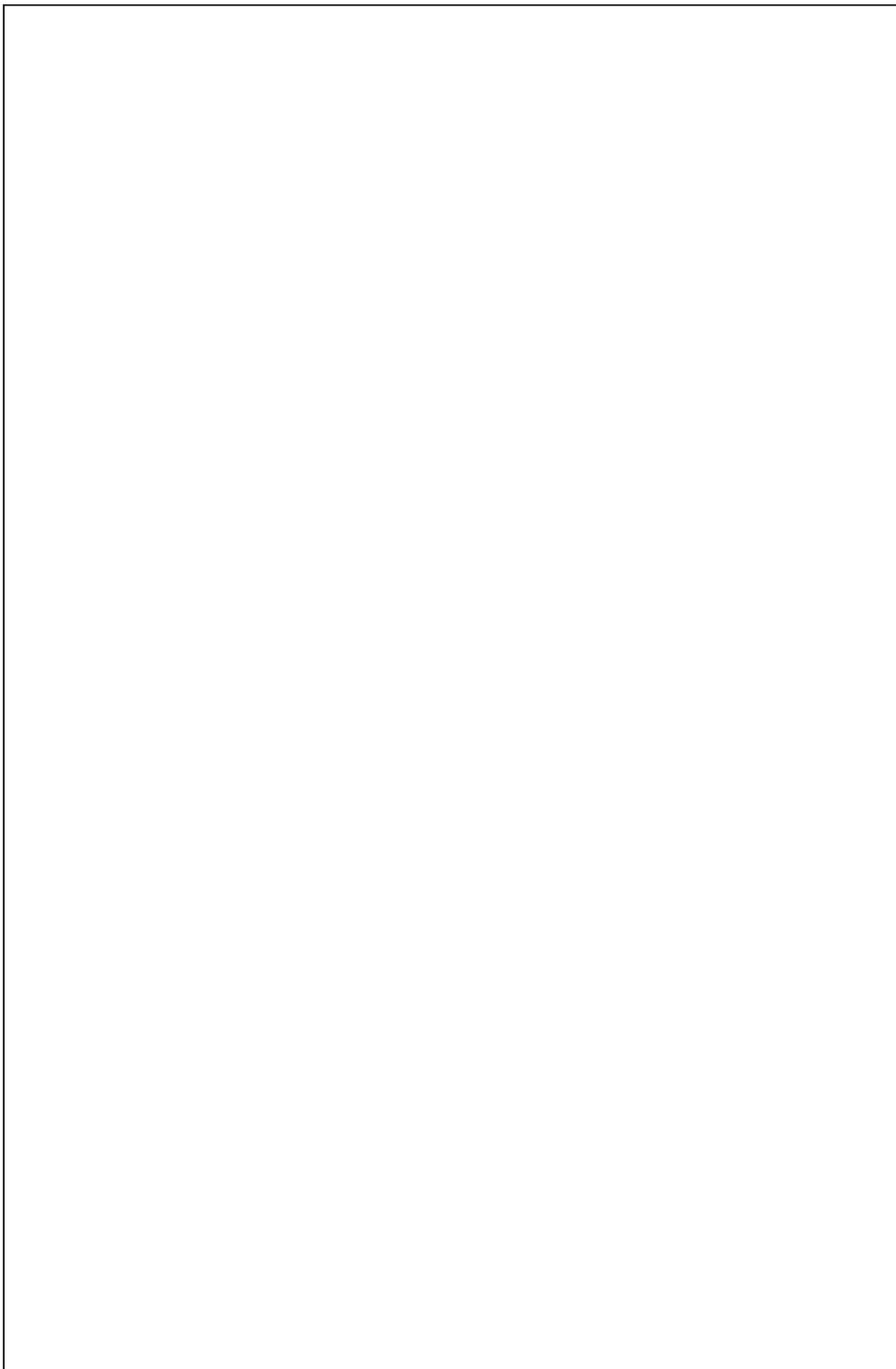


Figura 33 – Perfil Longitudinal E-E'.

#### 4.1.6 – Perfil Chuí – Banhado Mirim

A Figura 34 mostra o desenho esquemático do perfil F-F' paralelo à linha de costa, localizado entre a localidade do Chuí e a margem oeste da Lagoa Mirim. Iniciando no ponto de controle denominado como GPS6-ACMA de coordenadas N= 6.269.584,681 e E= 273.832,319, ponto este junto ao arroio Chuí próximo ao marco de divisa do Brasil com o Uruguai, seguindo por 21.200,36 m chegando ao ponto de controle GPS5-SVP com coordenadas N= 6.290.784,712 e E= 273.905,791, ponto no antigo porto da cidade de Santa Vitória do Palmar, junto à margem leste da Lagoa Mirim, com mais 61.554,71 m e finalizando o Perfil seguindo mais 16.839,19 m chegando ao ponto de apoio com coordenadas N= 6.361.363,583 e E= 307.269,237, com todas as medidas do perfil referidas ao nível médio do mar, mas detalhado na Figura 35.

O perfil é uma transição de eventos nos Sistemas Laguna-Barreira II, III e IV.

Inicia com depósitos de planície e canais fluviais sub-atuais a atuais indiferenciados do Sistema IV, nos primeiros 1.375,61 m.

Sua evolução seqüencial é a partir dos depósitos lagunares do Sistema III, nos 1.191,65 m seguintes.

Adjacente a este último por mais 7.766,69 m, com depósitos praias inter-marés e depósitos eólicos de dunas litorâneas do Sistema II.

Retornando aos depósitos lagunares do Sistema III, nos 710,15 m.



E seguindo pelos depósitos de cristas de praias lagunares do Sistema IV, nos 2.757,54 m seguintes.

Finalizando nos depósitos lagunares do Sistema III, nos 16.061,84 m finais deste perfil.

A Figura 35 mostra o perfil F-F' com a interpretação dos mapeamentos Geológico da PCRS, de 1990 e 2000.

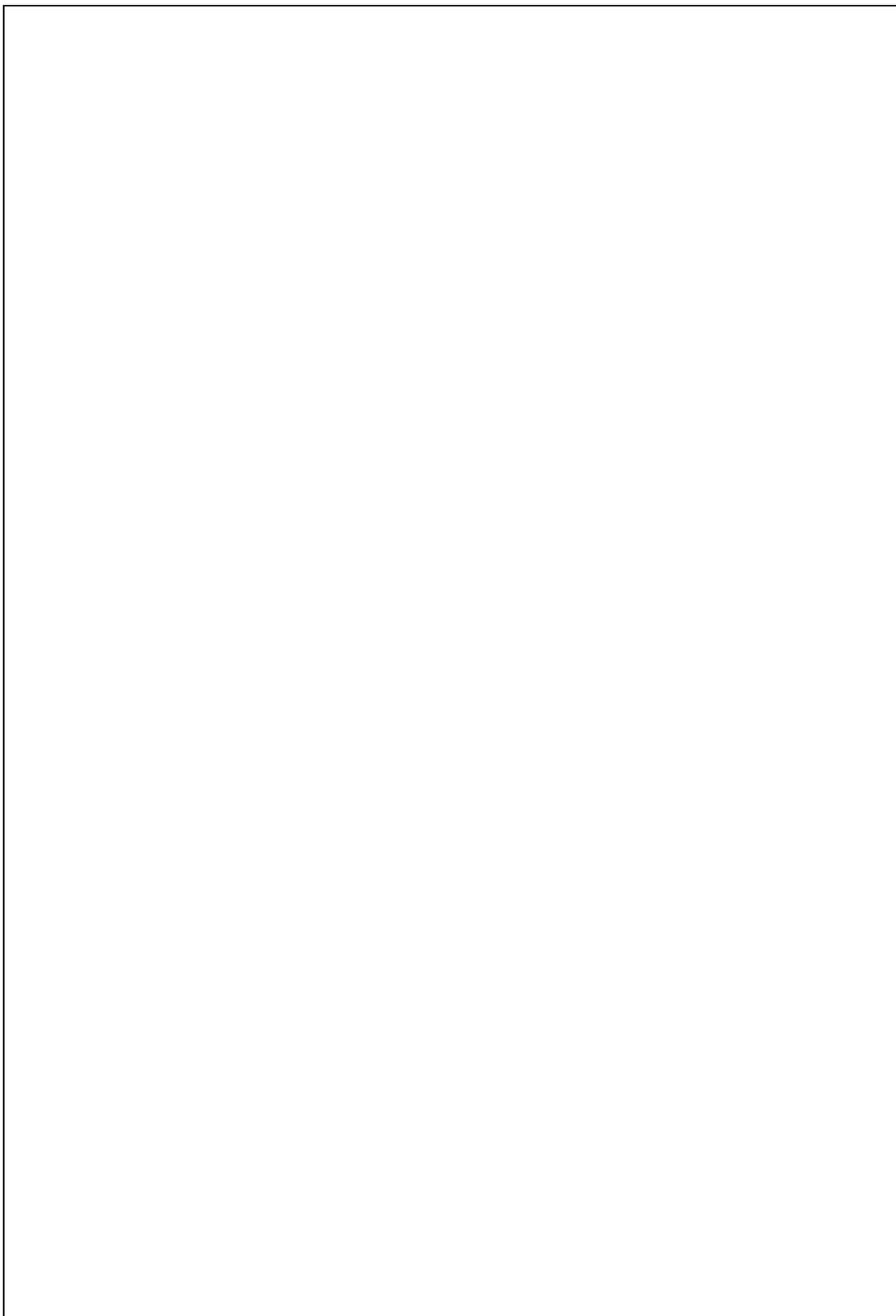


Figura 35 – Perfil Longitudinal F-F'.

#### 4.1.7 – Perfil Chuí – Canal São Gonçalo

A Figura 36 mostra o perfil G-G' no desenho esquemático, sendo paralelo a linha de costa com início no ponto de controle denominado como GPS6-ACMA de coordenadas N= 6.269.584,681 e E= 273.832,319, ponto junto ao arroio Chuí próximo ao marco de divisa do Brasil com o Uruguai, seguindo por 14.300,00 m chegando ao ponto de controle GPS4-ACHE com coordenadas N= 6.280.655,671 e E= 282.768,289, ponto junto as margens do arroio Chuí próximo a cidade de Hermenegildo, seguindo mais 60.500,00 m chegando ao ponto de controle GPD9-BA com coordenadas N= 6.334.336,084 e E= 310.837,263, com mais 95.100,00 m chegando ao ponto de apoio no Taim com coordenadas N= 6.401.674,996 e E= 351.198,395, finalizando o Perfil com mais 83.085,00 m no ponto de controle GPS1-SG com coordenadas N= 6.482.082,337 e E= 372.215,072, ponto sob a ponte antiga do Canal de São Gonçalo, estando melhor detalhado na Figura 37.

Este perfil se localiza nos Sistemas Laguna-Barreira II, III e IV.

Com início nos depósitos de planície e canais fluviais de sub-atuais a atuais indiferenciados do Sistema IV, por 1.261,82 m.

Intercalando com os depósitos lagunares do Sistema III, por 34.750,78 m.

Na continuação são observados os depósitos praias inter-marés mais os depósitos eólicos de dunas litorâneas do Sistema II, nos 16.121,77 m.

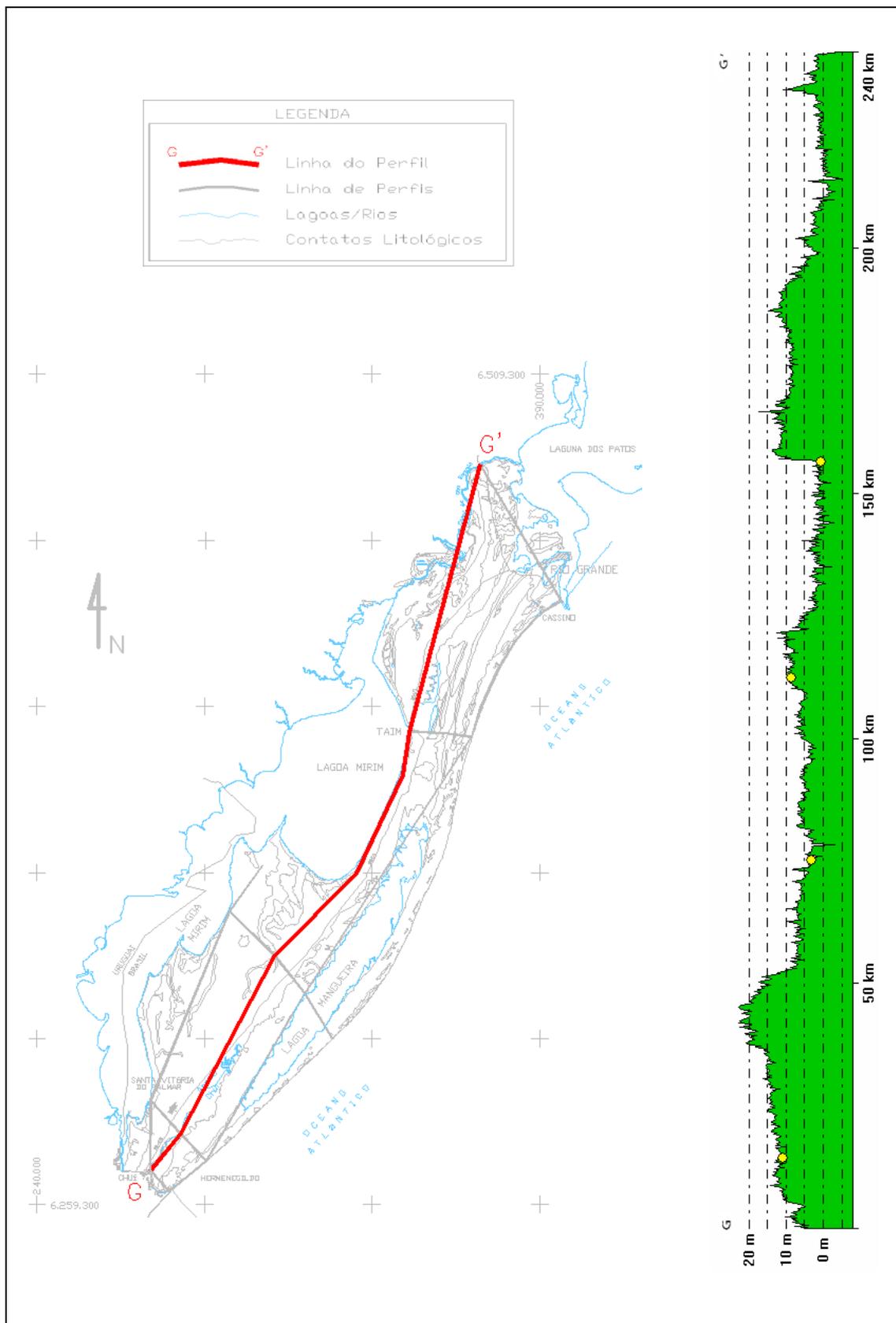


Figura 36 – Esquema do perfil G-G', disposto na posição SW-NE, paralelo à linha de costa.

---

Com mais 15.427,02 m, voltando aos depósitos lagunares do Sistema III.

Retornando os depósitos lagunares paludais, por 2.219,78 m.

Novamente por mais 3.595,58 m, nos depósitos lagunares do Sistema III.

Intercalando com depósitos de planície e canais fluviais de sub-atuais a atuais indiferenciados do Sistema IV, por 2.317,12 m.

Adjacente a este último, por 2.019,66 m, nos depósitos lagunares do Sistema III e mais 588,66 m nos depósitos lagunares do Sistema IV.

Novamente por mais 31.311,53 m, nos depósitos lagunares do Sistema III e mais 8.785,02 m nos depósitos lagunares do Sistema IV.

Seguindo nos depósitos praias inter-marés mais os depósitos eólicos de dunas litorâneas do Sistema II, nos próximos 1.393,33 m.

Voltando ao Sistema IV nos depósitos de cristas de praias lagunares, pelos 11.863,02 m, e pelos próximos 2.021,53 m, nos depósitos lagunares.

Adjacente a estes últimos por mais 2.014,35 m, nos depósitos praias inter-marés e depósitos eólicos de dunas litorâneas do Sistema II.

Intercalando com os depósitos lagunares e depósitos de cristas de praias lagunares do Sistema IV, nos próximos 20.220,44 m.

Voltando por mais 3.151,50 m aos depósitos praias inter-marés com depósitos eólicos de dunas litorâneas do Sistema II.

---

Passando pelos depósitos lagunares do Sistema III, nos 2.484,26 m seguintes.

Voltando aos depósitos praias inter-marés com depósitos eólicos de dunas litorâneas do Sistema II, por mais 2.543,13 m.

Por mais 33.718,54 m nos depósitos lagunares do Sistema III.

Intercalando posteriormente com depósitos de planície e canal fluvial, depósitos lagunares, depósitos lagunares e paludais do Sistema IV por 9.453,36 m, até chegar ao canal de São Gonçalo passando por 1.890,89 m.

Voltando aos depósitos lagunares, depósitos lagunares e paludais e os depósitos de cristas de praias lagunares por mais 9.803,62 m e novamente por mais 586,17 m pelo Canal de São Gonçalo.

Adjacente ao Canal por 6.646,79 m nos depósitos lagunares e paludais.

Novamente ao Canal de São Gonçalo por 593,80 m.

Agora por 10.866,83m intercalando nos depósitos lagunares, de planície e canais fluviais e depósitos de cristas de praias do Sistema IV.

Finalizando no Canal de São Gonçalo com mais 934,87 m.

A Figura 37 mostra o perfil G-G' com a interpretação dos mapeamentos Geológico da PCRS, de 1990 e 2000.

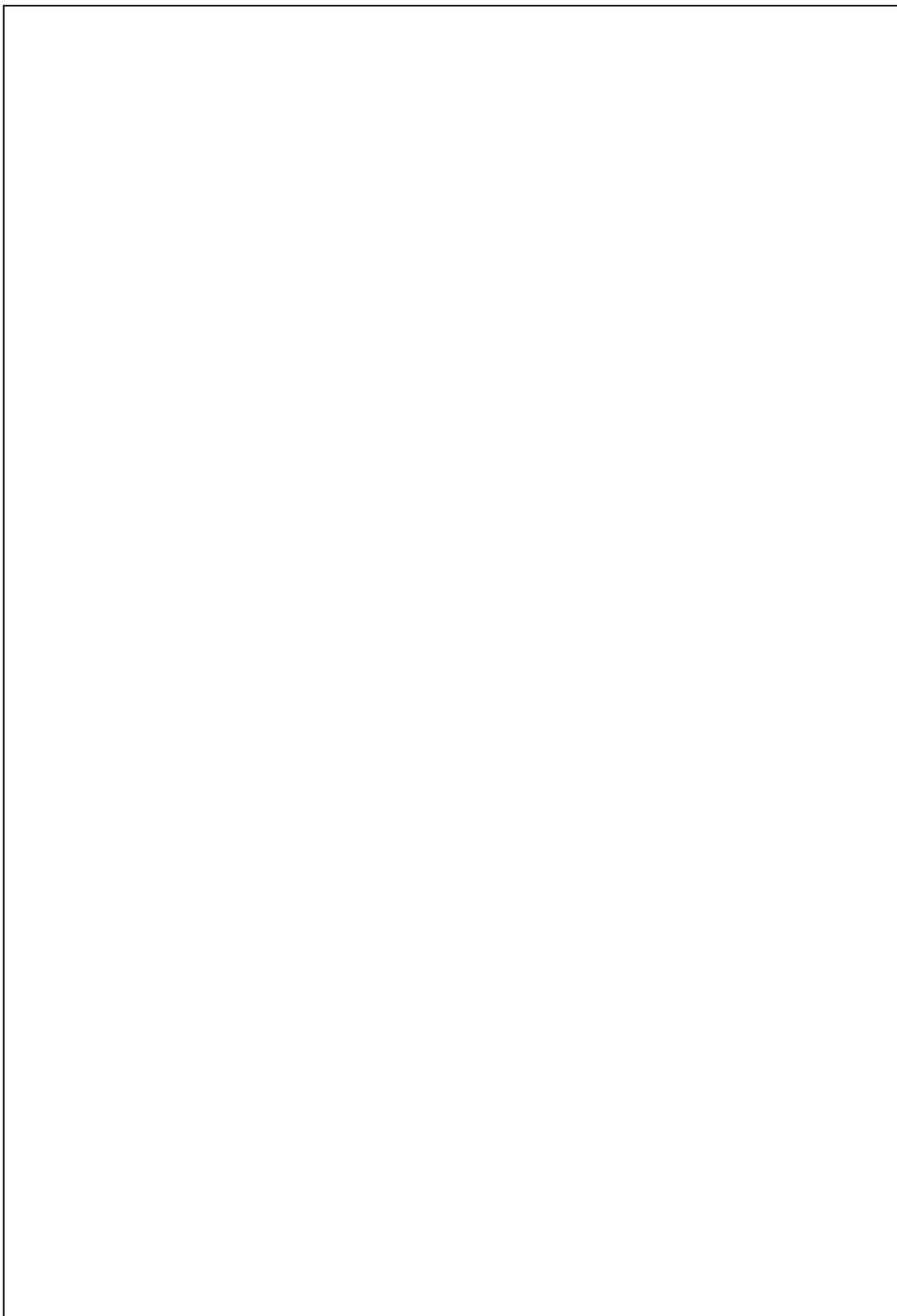


Figura 37 – Perfil Longitudinal G-G'.

#### 4.1.8 – Perfil Barra do Chuí – Canal de Rio Grande

A Figura 38 mostra o desenho esquemático do perfil H-H' paralelo a linha de costa, com início na Barra do Chuí, junto à ponte de divisa do Brasil com o Uruguai, no ponto de controle GPS7-ACPT com coordenadas N= 6.263.318,568 e E= 279.390,173 seguindo por 14.328,00 m chegando ao ponto de controle GPS3-HE com coordenadas N= 6.272.487,567 e E= 290.400,855 ponto na praia de Hermenegildo, com mais 58.431,35 m chega-se ao ponto de controle GPS10-LMA a margem oeste da Lagoa Mangueira com coordenadas N= 6.322.943,137 e E= 319.871,230, seguindo por mais 91.417,38 m chegando ao ponto de apoio junto à margem do Oceano Atlântico com coordenadas N= 6.399.677,743 e E= 369.562,107, seguindo pela margem do Oceano Atlântico por mais 50.828,71 m chegando ao ponto de controle GPS2-RG com coordenadas N= 6.441.174,990 e E= 396.436,990, ponto nos molhes de Rio Grande, estando melhor detalhado na Figura 39.

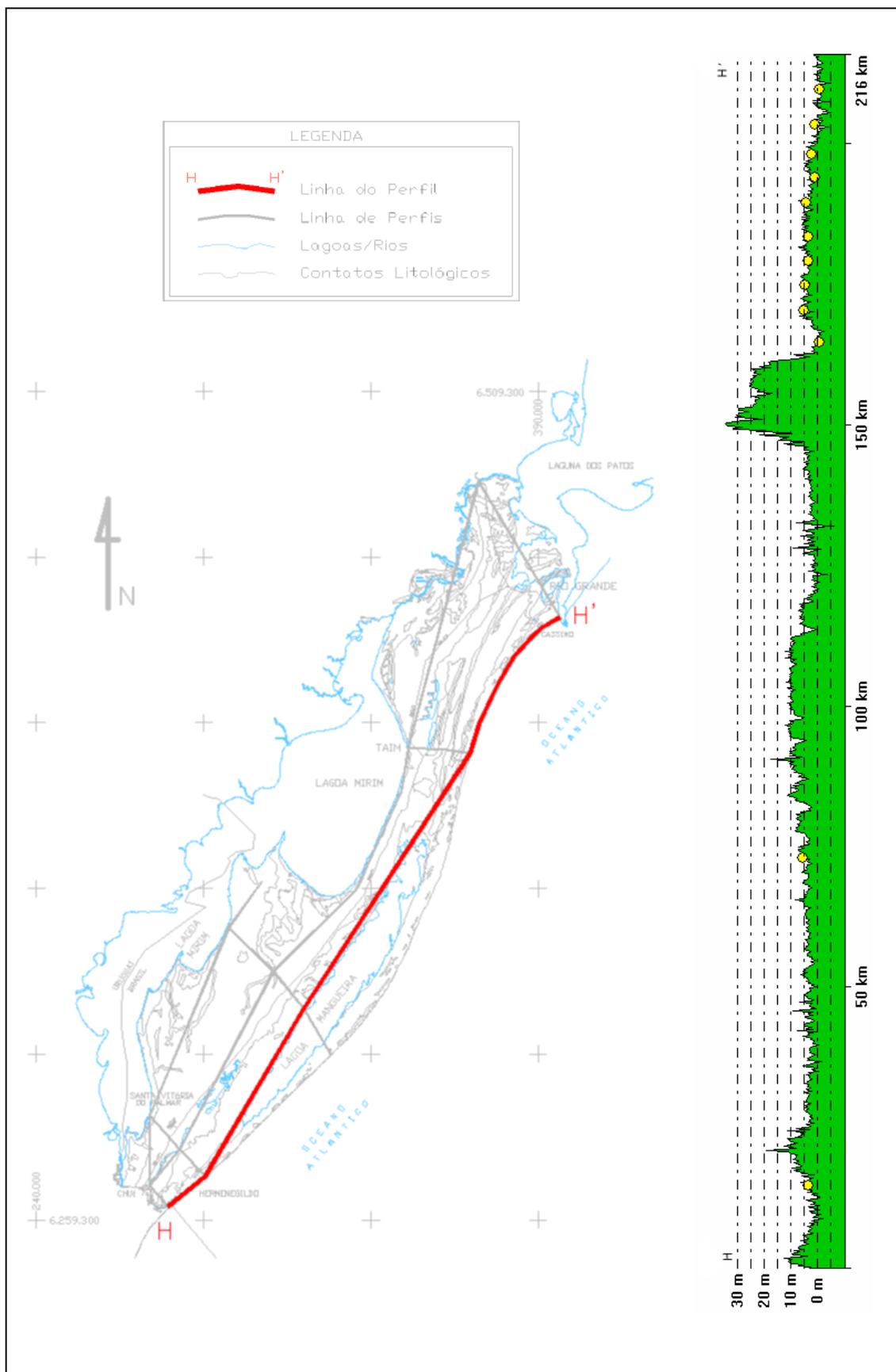
O perfil H-H' se localiza nos Sistemas Laguna-Barreira III e IV.

Inicia nos depósitos de planície arenosa e canais fluviais sub-atuais a atuais indiferenciados do Sistema IV, pelos 1.247,72 m.

Adjacente a este com 23.137,78 m, também no sistema IV nos depósitos eólicos de dunas litorâneas.

Com mais 10.507,37 m, depósitos lagunares e paludais do Sistema IV.

Intercalando com os depósitos lagunares do Sistema IV, com os depósitos praias inter-marés do Sistema III, pelos próximos 52.782,94 m.



---

Agora por mais 9.702,72 m, nos depósitos eólicos de dunas litorâneas com os depósitos praias inter-mares do Sistema III.

Passando pelos depósitos de planície e canais fluviais do Sistema IV, por 676,59 m.

Adjacente a este último nos próximos 14.682,64 m, nos depósitos praias inter-marés e os depósitos eólicos de dunas litorâneas do Sistema III.

Com mais 749,42 m, indo pelos depósitos de planície e canal fluvial do Sistema IV.

Agora passando pelo Sistema II nos depósitos praias inter-marés mais os depósitos eólicos de dunas litorâneas, pelos 5.914,32m seguintes.

Indo pelos depósitos lagunares do Sistema IV nos próximos 1.259,61 m.

Passando pela Lagoa Mangueira nos próximos 9.483,53 m.

Por mais 5.538,56 m, nos depósitos lagunares e paludais.

Voltando aos depósitos lagunares do Sistema IV, por mais 7.701,77 m.

E finalizando agora com mais 69.472,75 m, intercalando com os depósitos eólicos de dunas litorâneas e os depósitos praias inter-marés.

A Figura 39 mostra o perfil H-H' com a interpretação dos mapeamentos Geológico da PCRS, de 1990 e 2000.

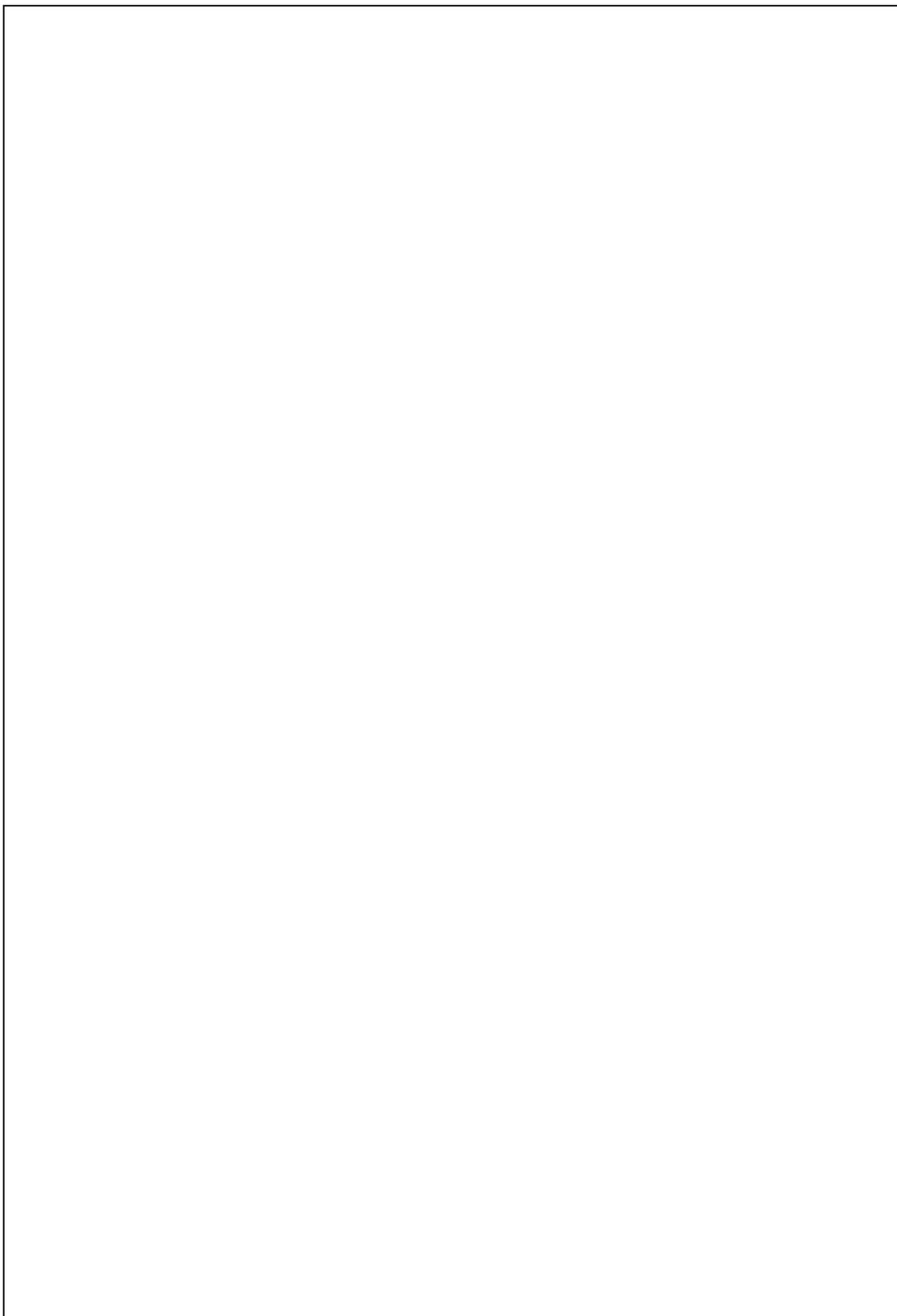


Figura 39– Perfil Longitudinal H-H'.

## 4.2. – ANÁLISE COMPARATIVA

### 4.2.1 – MDT SRTM/NASA x Pontos GPS

Uma comparação dos dados coletados com o GPS e os dados adquiridos com o sensor da SRTM (NASA/JPL), figura 40, com resolução de 90 m e reamostrado para 30 m, se faz necessária para a averiguação dos dados trabalhados, analisando e comparando a geomorfologia do terreno, considerando que o Sensor da SRTM (NASA/JPL) faz uma varredura global na superfície da Terra, e nem sempre conseguindo verificar por entre árvores e rios e nem mesmo distinguir casos isolados de posicionamento, que para uma coleta pontual já são considerados esses casos específicos.

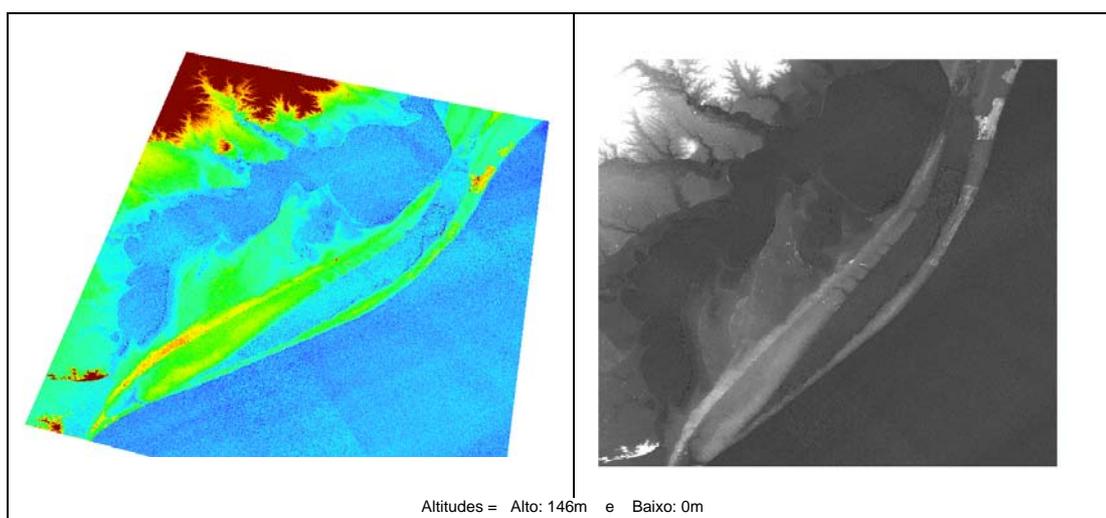


Figura 40 – Modelo de Elevação SRTM (NASA/JPL,2000) da área de estudo.

Analisando pontualmente a área de estudo nos pontos de controle capturados para a geração dos perfis. Para uma melhor averiguação dos dados e então considerar se os dados estudados são possíveis de trabalhar e considerar validos para áreas globais ou localizadas.

O Perfil A-A', tem uma diferença de 4,83 m no ponto GPS6-ACMA e de 6,64 m no ponto GPS7-ACPT, essas variações nos níveis dos pontos que foram coletados com o Sistema de Posicionamento e as informações capturadas e fornecidos pelo STRM/Nasa se dão pelo fato da localização dos pontos, considerando no primeiro ponto uma área cheia de árvores e o próprio desnível da rua em relação ao leito do rio Chuí, e no segundo ponto o desnível é considerado pela variação da altitude da ponte e das árvores ao redor, que no levantamento localizado são possíveis de serem considerados, conforme visto na figura 41.



Figura 41 – Foto dos Pontos. A e B referem-se ao ponto GPS6-ACMA; C e D referem-se ao ponto GPS7-ACPT.

O Perfil B-B' tem uma diferença de 1,26 m no ponto GPS5-SVP, de 4,69 m no ponto GPS4-ACHE e de 3,66 m no ponto GPS3-HE, essas variações nos níveis dos pontos são verificados, no primeiro ponto a área do antigo porto da cidade de Santa Vitória do Palmar com de árvores e edificações, no segundo ponto o desnível é considerado pela variação da altitude em relação ao nível do leito do arroio Chuí e a rua, e no terceiro ponto a diferença entre a margem do oceano Atlântico e o final da rua e das árvores ao redor, figura 42.



Figura 42 – Foto dos Pontos. A, B e C referem-se ao ponto GPS5-SVP; D e E referem-se ao ponto GPS4-ACHE e F, G e H referem-se ao ponto GPS3-HE.

A figura 43 mostra fotos do Perfil C-C', que tem uma diferença de 3,93 m no ponto GPS8-LMI, de 0,874m no ponto GPS9-BA e de 0,48 m no ponto GPS10-LMA, sendo essas diferenças no primeiro ponto considerado por ser uma área de areia lagunar com morros à volta, no segundo e terceiro pontos o desníveis são considerados variações irrelevantes para a área por estarem próximos a áreas com árvores ao redor nas margens lagunares.

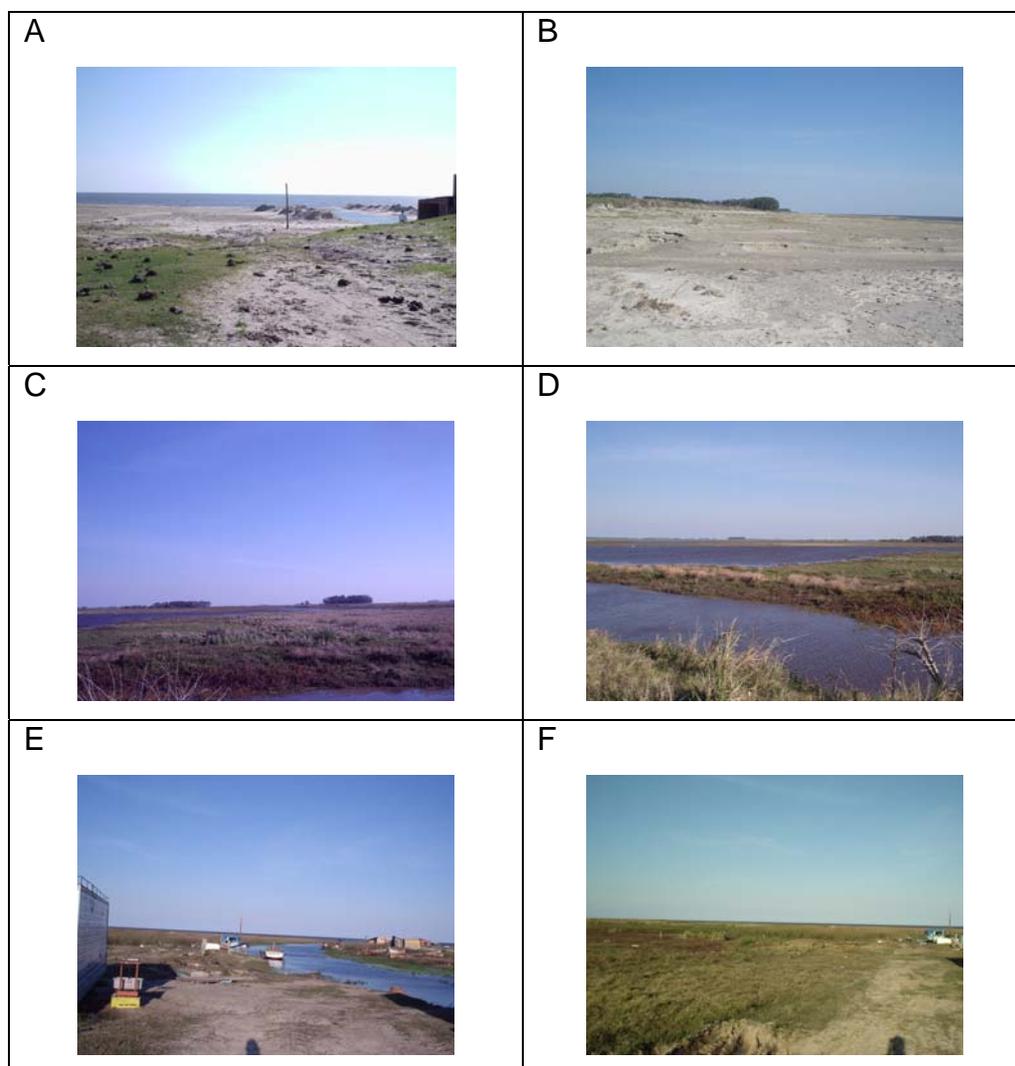


Figura 43 – Foto dos Pontos. A e B referem-se ao ponto GPS8-LMI; C e D referem-se ao ponto GPS9-BA e E e F referem-se ao ponto GPS10-LMA.

O Perfil E-E', mostra uma diferença de níveis nos pontos GPS1-SG e GPS2-RG, com valores de 1,73 m e 1,39 m respectivamente, sendo o primeiro ponto com próximo a área com varias edificações próximo a margem do Canal de São Gonçalo, e o segundo junto as molhes de Rio Grande, este podendo também interferir nos resultados.

#### 4.2.2 – Diferenças de Níveis

a) Diferença de nível entre o Canal de São Gonçalo e o bordo W da Lagoa Mirim

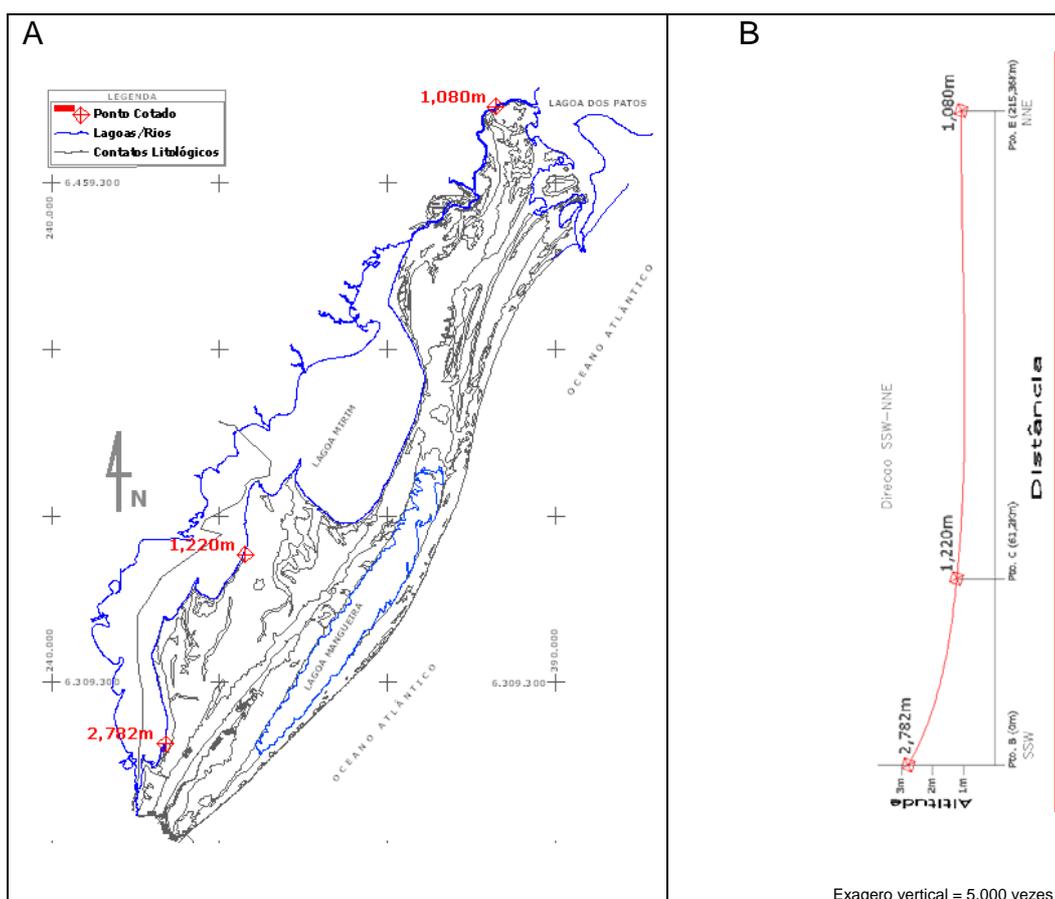


Figura 44 – (A) Imagem da área de trabalho com os pontos no bordo Oeste da Lagoa Mirim e no Canal de São Gonçalo. (B) Perfil esquemático dos pontos da figura 43A.

Na figura 44 podemos constatar a diferença de nível marcante do bordo Oeste da Lagoa Mirim de 1,702 m da área mais a SSW próximo a Santa Vitoria do Palmar para a região do Canal de São Gonçalo ao NNE da linha.

Este desnível é importante para que o fluxo de descarga fluvial dos afluentes do sistema de drenagem da Lagoa Mirim siga em direção ao oceano. A saída do fluxo de drenagem depende também do volume de água na desembocadura Pato-Mirim, pois, quando o volume de água é maior na Laguna dos Patos o fluxo fica represado na Lagoa Mirim até que o volume baixe.

- b) Diferença planoaltimétricas entre a Lagoa Mirim – Mangueira e o oceano.

A Lagoa Mirim conforme observamos na figura 45, encontra-se num desnível de -2,066 m em relação à Lagoa Mangueira. Este desnível é consequência da existência de uma depressão, favorecida pelo fechamento da Lagoa Mirim, amparado pelo campo de dunas QP3 e posterior processo de fechamento da lagoa Mangueira, em consequência de eventos de interação dinâmica mais moderna. Obviamente que é possível constatar uma interligação entre ambos os corpos lagunares em outros segmentos da região costeira.

O desnível da Lagoa Mangueira em relação ao Oceano é de +3,062 m. O qual também mostra neste caso a posição da referida lagoa numa situação de posicionamento planoaltimétrico diferenciado entre a Lagoa Mirim e o nível atual do mar. Ou seja, as margens da referida lagoa, hoje estão a uma cota de + 3,3 m sobre o nmm, o qual coincide com o ultimo nível transgressivo há aproximadamente 5,1 Ka.

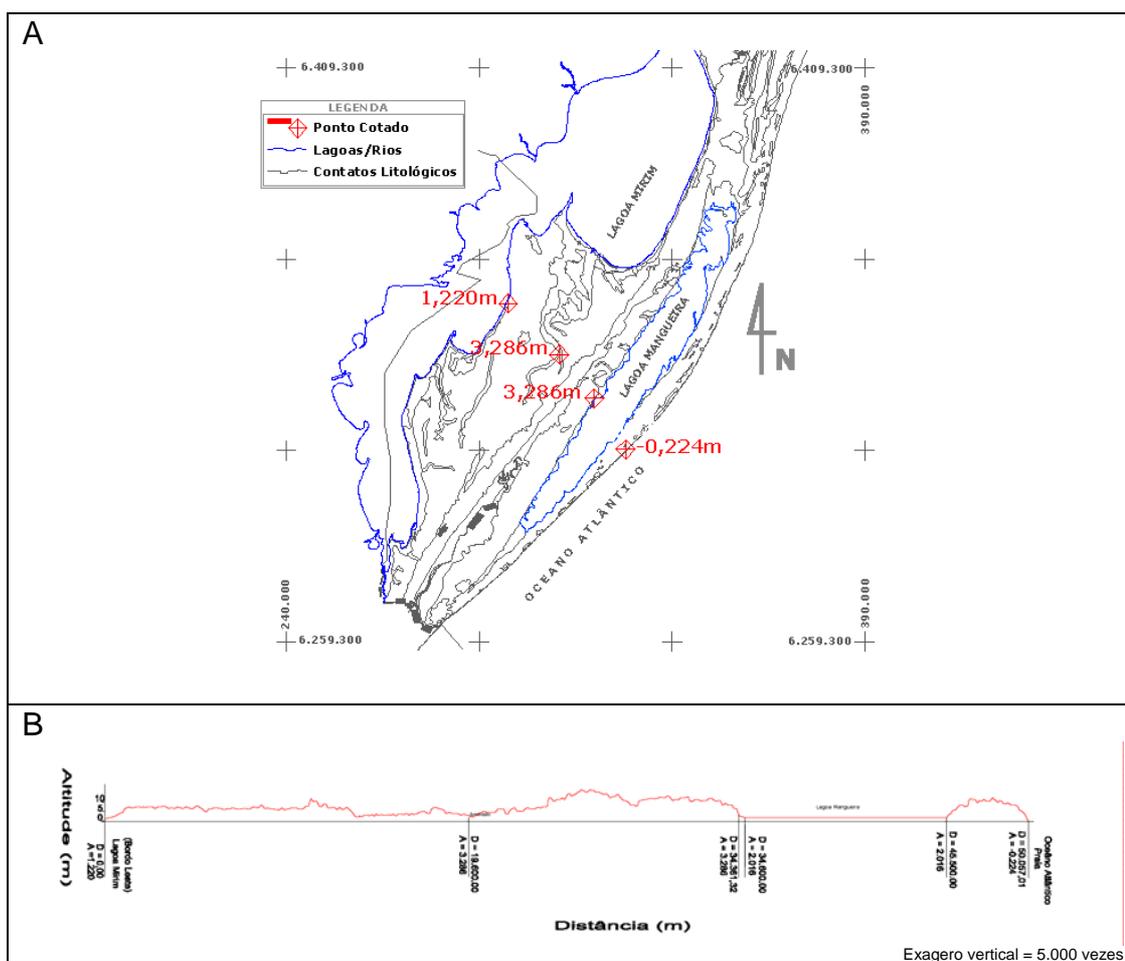


Figura 45 – (A) Imagem da área de trabalho com os pontos da Lagoa Mirim ao Oceano Atlântico. (B) Perfil esquemático dos pontos da figura 44A.

- c) Diferença de Cota entre Praia do Chuí e o Canal de Rio Grande.

Diferença de cota entre a praia no Chuí e o Canal de Rio Grande. Observando a figura 46, observamos que o canal de Rio Grande encontra-se numa cota de desnível de  $-0,401\text{m}$  em relação á desembocadura do arroio Chuí. A pesar de serem ambos dois sistemas de escoamento de drenagem, de ordem diferenciada, devemos considerar que o canal de Rio Grande, forma um sistema depressivo, o qual possivelmente esteja controlado de forma estrutural e vinculados a

processos de sedimentação intensa. Ao sul, os terrenos geológicos, encontram-se localizados próximos das terras altas, as quais têm apresentado nessa região, uma forte reativação do relevo e o rejuvenescimento das mesmas, bem como um forte soerguimento.

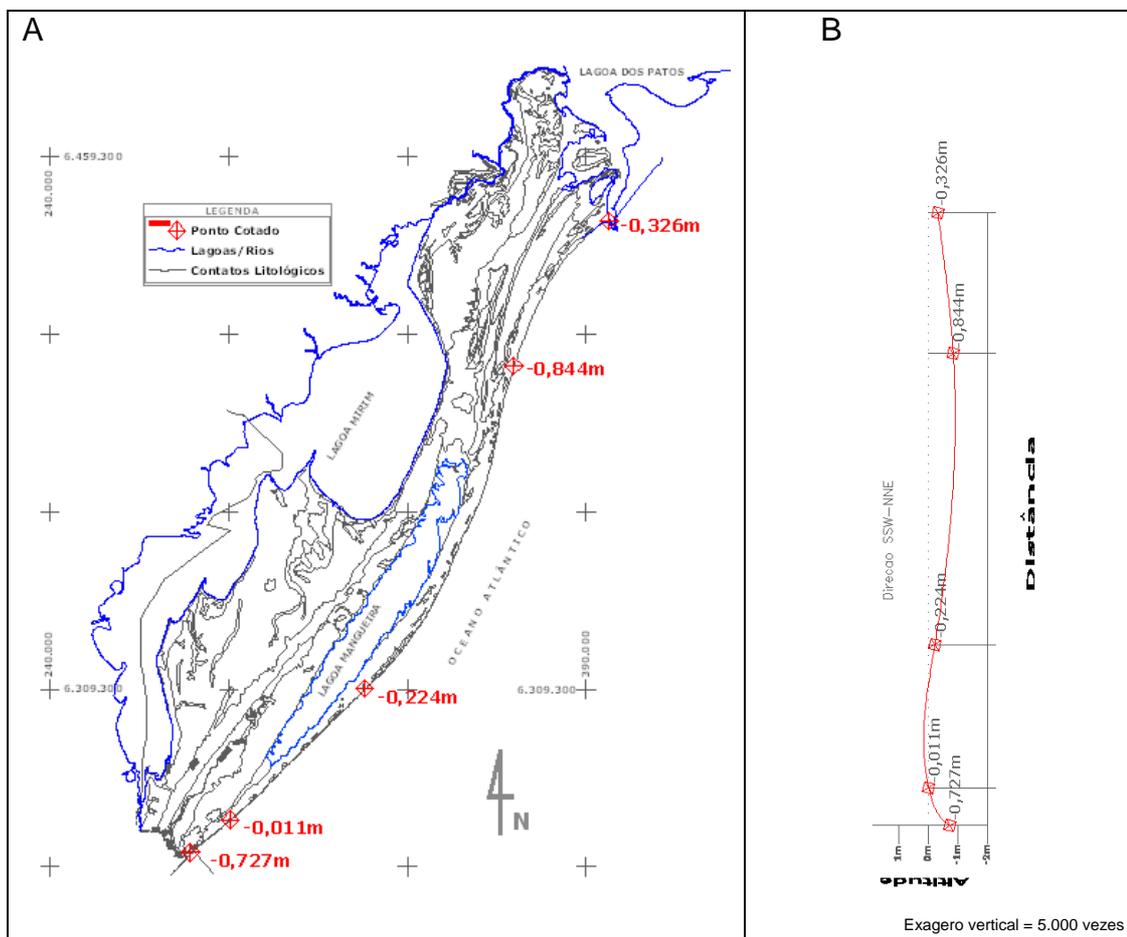


Figura 46 – (A) Imagem da área de trabalho com os pontos do Rio Chuí ao Canal de Rio Grande. (B) Perfil esquemático dos pontos da figura 45A.

d) Separador de eventos nos tempos geológicos.

Observando os perfis que foram gerados ao longo dos campos de dunas e/ou depósitos eólicos, podemos evidenciar a formação das barreiras ao longo do tempo com eventos transgressivo-regressivo bem

---

marcados, segundo ainda Villwock, et al (1995), variações paleoclimáticas e mudanças do nível do mar ao longo do tempo, desempenharam um papel muito importante na evolução das áreas costeiras, existindo muitas evidências de que o clima tem variado ao longo da história do planeta.

Podemos analisar também a figura 6 do capítulo 2, onde mostra o Perfil esquemático transversal aos sistemas deposicionais da Planície Costeira do Rio Grande do Sul na latitude de Porto Alegre. As barreiras são correlacionadas aos últimos maiores picos da curva isotópica de oxigênio (Tomazelli & Villwock, 2000). Mostrando assim na formação das lagoas da área de estudo.

A importância destes eventos é como separadores no tempo geológico, onde permite explicar a presença dos sistemas deposicionais tipo laguna-barreira que foram construídos ao longo do tempo.

Os perfis deixam bem evidentes a criação dessas barreiras, ficando muito clara em sua deposição espacial, podemos analisar as distâncias envolvidas na geração das barreiras com relação ao tempo geológico. A cada evento bem marcado no tempo com a subida do nível do mar, ao baixar seu nível deixando uma crista de duna e/ou depósitos eólicos que ao longo do tempo fizeram a formação das lagoas Mirim e Mangueira.

---

# **Referências Bibliográfica**

---

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, V.S.; MADEIRA-FALCETTA, M. & THIESEN, Z.V. 1983. Estudo preliminar da Geologia, Geomorfologia e Paleontologia da Região de Ponta dos Latinos-Lagoa Mirim-RS. VIII Congresso Brasileiro de Paleontologia. Coletânea de Trabalhos Paleontológicos. Paleontologia e Estratigrafia, N° 2 - Série Geologia, n° 27. Ministério de Minas de Energia-Departamento Nacional de Produção Mineral, Brasília, 1985. p.187-193.
- AYUP-ZOUAIN R.N, FERREIRA H.P.L, BARBOZA E.G & TOMAZELLI L.J. 2003. Evidencia morfológica de um paleocanal holocênico da Laguna Mirim nas adjacências do Banhado Taim. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 9, Recife, 1999. Anais... Recife: ABEQUA. (CD-ROM).
- ASMUS, H.E. & PORTO, R. 1972. Classificação das bacias sedimentares brasileiras segundo a tectônica de placas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 26, Belém, 1972. Anais. Belém: SBG, v.2, p. 67-90.
- ASMUS, H.E. 1981. Geologia das bacias marginais atlânticas mesozóicas-cenozóicas do Brasil. In: VOLKHEIMER, W. (ed.). Cuencas sedimentares del Jurássico y Cretácico de América del Sur. Buenos Aires: v.1, p. 127-155.
- ASMUS, H.E. & GUAZELLI, W. 1981. Descrição sumária das estruturas da margem continental brasileira e áreas adjacentes: hipótese sobre o tectonismo causador e implicações para os prognósticos do potencial de recursos minerais. In: ASMUS, H.E. (ed.). Estrutura e tectonismo da margem continental brasileira e suas implicações nos processos sedimentares e na avaliação do potencial de recursos minerais. Série

- Projeto Remac, 9. Rio de Janeiro: PETROBRÁS/CENPES/DINTEP, p. 187-269.
- BARBOZA, E.G.; AYUP-ZOUAIN, R.N.; TOMAZELLI, L.J.; ROSA, M.L.C.C.; FERREIRA, H.P.L. 2005. Paleocanal Pleistocênico na Barreira III entre o Chuí e o Balneário Hermenegildo - Rio Grande do Sul. In: X Congresso da ABEQUA, 2005, Guarapari-ES. Resumos Expandidos, PDF 0200, 06 f., il.
- BITTENCOURT, A.C.S.P.; MARTIN, L.; VILASBOAS, G.S. & FLEXOR, J.M. 1979. The marine formation of the coast of the state of Bahia. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON COASTAL EVOLUTION IN THE QUATERNARY. São Paulo, 1978. Proceedings... São Paulo, IGCP, p. 232-253.
- BORGES, A.C. 1999 Livro: Topografia volume I. São Paulo-SP, Edgard Blucher: p. 136-144.
- BUCHMANN, F.S.C. 1997. Banhado do Taim e Lagoa Mangueira: Evolução Holocênica da Paleoembocadura da Lagoa Mirim. Porto Alegre. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado em Geografia. Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 155p.
- BUCHMANN, F.S.C.; BARBOSA, V.P.; VILLWOCK, J.A. 1997. Sedimentologia e Paleoecologia durante o máximo transgressivo holocênico na Lagoa Mirim, Brasil. In: 15 Congresso Brasileiro de Paleontologia, São Pedro. Boletim de Resumos, 1997. p. 23.
- CPRM/UFRGS/CECO. 2000. Folha Santa Vitória do Palmar SI.22-V-C, Escala 1:250.000. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB. Subprograma de Integração Geológica - Metalogenética.
- CALLIARI L.J. & KLEIN A.H.F. 1993. Características Morfodinâmicas e Sedimentológicas das Praias Oceânicas entre Rio Grande e o Chuí. Pesquisas, 20 (1): 48-56.
- CALLIARI, L.J.; TOZZI, H.A.M. & KLEIN, A.H.F. 1997. Beach Response and Coastline Erosion associated with Storm Surges in Southern Brazil. Rio Grande to Chuí, RS. BORDOMER. Actes du Colloque 2: p. 56-64.
- CALLIARI, L.J.; SPERANSKI, N. & BOUKAREVA, I. 1998. Stable Focus of Wave Rays as a Reason of Local Erosion at Southern Brazilian Coast. Journal of Coastal Research 26(2): p. 19-23.
- DELANEY, P. 1965. Fisiografia e Geologia da Subsuperfície da Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Publicação Especial da Escola de Geologia, UFRGS. Porto Alegre, v.6, p. 1-195.

- DILLENBURG, S.R. 1988. Contribuição à Evolução Paleogeográfica Quaternária da Plataforma Continental do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 77 p. Dissertação de Mestrado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- DILLENBURG, S.R.; TOMAZELLI, L.J.; LUMMERTZ, C.N. 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. 2000. Influence of antecedent topography on coastal evolution as tested by the shoreface translation-barrier model (STM). *Journal of Coastal Research*, 16 (1):71-81.
- FONTANA, R.L. 1989. Investigações geofísicas sobre o cone de Rio Grande, Bacia de Pelotas, Brasil. In: SIMPÓSIO SULBRASILEIRO DE GEOLOGIA, 4. Porto Alegre, 1989. Atas... 2: XIII. Porto Alegre: SBG, p. 161-170.
- FONTANA, R.L. 1990. Desenvolvimento termomecânico da Bacia de Pelotas e parte sul da Plataforma de Florianópolis. In: GABAGLIA, G.P.R. & MILANI, E.J. (eds.). Origem e evolução de bacias sedimentares. Rio de Janeiro: PETROBRÁS, p. 377-400.
- GHIGNONE, J.I. 1960. Reconhecimento Gravi-magnético na Bacia de Pelotas. *Boletim Técnico da Petrobrás*. Rio de Janeiro: PETROBRÁS, v.3, n.2 p. 73-79.
- GOMES, L.; TRICART, J. & TRAUTMANN, J. 1987. Estudo ecodinâmico da Estação Ecológica do Taim e seus arredores. Porto Alegre. Editora da Universidade, UFRGS, 84 p.
- GONÇALVES, A.; OLIVEIRA, M.A.M. & MOTTA, S.O. 1979. Geologia da Bacia de Pelotas e da Plataforma de Florianópolis. *Boletim Técnico da Petrobrás*. Rio de Janeiro: PETROBRÁS, v.22, n.3, p. 157-174.
- HARTMANN, C. 1996. Dinâmica, distribuição e composição do material em suspensão na região sul da Laguna dos Patos, RS. Porto Alegre. 363p. Tese de Doutorado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- HORN FILHO, N.O.; BACHI, F.A. & VOLKMER, S. (1988). Aspectos geológicos da Estação Ecológica do Taim e arredores, RS. *Anais... XXXV Congresso Brasileiro de Geologia*. Belém. V. 2.: 537-552.
- IPH-UFRGS, 1988. Estudo para Avaliação e Gerenciamento da Disponibilidade Hídrica da Bacia da Lagoa Mirim. Relatório. Porto Alegre.

- KLEMME, H.D. 1980. Types of petroliferous basins. In: FOSTER, N. H. & BEAUMONT, E. A. 1987 – Geologic Basins, I: Classification, modelling and predictive stratigraphy. Treatise of Petroleum Geology, Reprint Series, 1. Tulsa, Ok, AAPG, p. 87-101.
- KÖPPEN, H.D. 1948. Climatologia. México, Fundo de Cultura e Economia, 380 p.
- LONG, T. 1989. Le quaternaire litoral du Rio Grande do Sul. Témoin des quatre derniers épisodes eustatiques majeurs géologie e evolution. These de Doctorant, Université de Bordeaux I, no. 282, 183p.
- MARTIN, L.; BITTENCOURT, A.C.S.P. & VILASBOAS, G.S. 1982. Primeira ocorrência de corais pleistocênicos da costa brasileira: datação do máximo da penúltima transgressão. Ciência da Terra, v.1, p. 16-17.
- MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. EMPRESA BRASILEIRA DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES. GEIPOT. 1977. Plano Diretor de Navegação Interior do Rio Grande do Sul: Anexo F – Cadastros de Hidrovias. Porto Alegre, GEIPOT, 578 p.
- MONICO, J.F.G. 2000. Livro: Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS. São Paulo: Editora UNESP.
- NIMER, E. 1977. Clima. In: IBGE – Geografia do Brasil: Região Sul. Rio de Janeiro, IBGE, p. 35-79.
- NIMER, E. 1989. Climatologia do Brasil. Rio de Janeiro, IBGE.
- NORMA ISO DIN 18723. Procedimento do campo para testar da precisão de instrumentos examinando – Teodolitos. <http://www.iso.org/iso/home.htm>
- ROCHA, C.H.B. 2000. Livro: Geoprocessamento Tecnologia Transdisciplinar. Juiz de Fora-MG. Ed. do Autor. p.115-148
- ROSA, M.L.C.C.; BARBOZA, E.G.; AYUP-ZOUAIN, R.N.. 2005. Modelagem Tridimensional da Região Adjacente ao Cone de Rio Grande - RS. In: XVII Salão de Iniciação Científica, Porto Alegre. Livro de Resumos, p. 16.
- ROSA, M.L.C.C. 2007. Caracterização geofísica do embasamento da região sul da planície costeira do Rio Grande do Sul. Trabalho de Conclusão do Curso de Geologia, 93p.
- SOLIANI Jr., E. 1973. Geologia da região de Santa Vitória do Palmar, RS, e a posição estratigráfica dos fósseis de mamíferos pleistocênicos. Porto Alegre. 88 p. Dissertação de Mestrado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

- STRAHLER, A.N. 1977. Geografia Física, 2. ed. Barcelona: Omega. 767 p.
- SUGUIO, K. & MARTIN, L. 1978. Quaternary marine formations of São Paulo and Southern Rio de Janeiro. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON COASTAL EVOLUTION IN THE QUATERNARY, São Paulo, 1978. Special Publication, 1... São Paulo, IGP, Project 61, p. 55.
- TOLDO Jr., E.E. 1991. Morfodinâmica da Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul. Pesquisas, Porto Alegre, Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, v.18, n.1, p. 58-63.
- TOLDO Jr., E.E.; AYUP-ZOUAIN, R.N.; CORRÊA, I.C.S. & DILLENBURG, S.R. 1991. Barra Falsa: hipótese de um paleocanal holocênico de comunicação entre a Laguna dos Patos e o Oceano Atlântico. Pesquisas, Porto Alegre, Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, v.18, n.2, p. 99-103.
- TOLDO Jr. E.E, ALMEIDA LES, BARROS C AND MARTINS LR. 1999. Retreat of the Rio Grande do Sul Coastal Zone, Brazil. In: MARTINS LR AND SANTANA CI (Ed.), Non Living Resources of the Southern Brazilian Coastal Zone and Continental Margin. Porto Alegre, Brazil: Editora da UFRGS, p.62-68.
- TOMAZELLI, L.J. 1985. Contribuição ao Conhecimento das Fácies de Ambiente Praial a partir de Elementos do Pleistoceno Costeiro do Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 2, Florianópolis, 1985. SBG. Anais... Florianópolis: SBG, p. 325-338.
- TOMAZELLI, L.J. 1990. Contribuição ao Estudo dos Sistemas Depositionais Holocênicos do Nordeste da Província Costeira do Rio Grande do Sul – com ênfase no sistema eólico. Porto Alegre. 270 p.: il. Tese de Doutorado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- TOMAZELLI, L.J. 1994. Morfologia, Organização e Evolução do Campo de Eólico Costeiro do Litoral Norte do Rio Grande do Sul, Brasil. Pesquisas, vol. 21. P. 63-71
- TOMAZELLI L.J. & VILLWOCK J.A. 2000. O Cenozóico Costeiro do Rio Grande do Sul. In: HOLZ, M & DE ROS, L. F. (eds.). Geologia do Rio Grande do Sul. p. 375-406.
- TOMAZELLI, L.J. & VILLWOCK, J.A. 1991. Geologia do Sistema Lagunar Holocênico do Litoral Norte do Rio Grande do Sul, Brasil. Pesquisas, Porto Alegre, Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, v.18, n.1, p. 13-24.

- TOMAZELLI, L.J. & VILLWOCK, J.A. 1996. Quaternary Geological Evolution of Rio Grande do Sul Coastal Plain, Southern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro-RJ, 68(3):373-382.
- TOMAZELLI, L.J.; VILLWOCK, J.A.; LOSS, E.L. & DEHNHARDT, E.A. 1982. Caracterização de um depósito praial pleistocênico na Província Costeira do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32, Salvador, 1982. *Anais...* Salvador: SBG, v.4, p. 1514-1523.
- TOMAZELLI, L.J.; VILLWOCK, J.A.; DILLENBURG, S.R.; BACHI, F.A. & DEHNHARDT, B.A. 1998. Present-day coastal erosion and marine transgression in Rio Grande do Sul, Southern Brazil. In: *International Sedimentological Congress*, 15. Alicante, Espanha. Abstract, p. 764-765.
- TOZZI, H.A.M. 1999. Influência das tempestades extratropicais sobre o estoque subaéreo das praias entre Rio Grande e Chuí, RS: Campanha do outono e inverno de 1996. 115 p. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- TOZZI, H.A.M. & CALLIARI, L.J. 1999. Trajetórias e Distribuição das tempestades extratropicais e o impacto na costa do Rio Grande do Sul. In VII Congresso da ABEQUA, 1999, Porto Seguro. VII Congresso da Abequa. O Quaternário e o Meio Ambiente.
- TOZZI, H.A.M. & CALLIARI, L.J. 1997. Influências das Tempestades Extratropicais sobre o estoque de Sedimentos das Praias entre Rio Grande e Chuí, RS. Resumos, p:85-87, *Anais da Semana Nacional de Oceanografia*, UNIVALI, Itajaí, SC, Brasil.
- TOZZI, H.A.M. & CALLIARI, L.J. 2000. Morfodinâmica da praia do Cassino. *Pesquisas em Geociências*, 27 (1): 29-42 p.
- VIEIRA, H. 1995. Aspectos sedimentológicos da Lagoa Mirim. Porto Alegre, 383p. Tese de Doutorado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- VILLWOCK, J.A. 1972. Contribuição à Geologia do Holoceno da Província Costeira do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 113 p. Dissertação de Mestrado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- VILLWOCK, J.A. 1984. Geology of the Coastal Province of Rio Grande do Sul, Southern Brazil. A synthesis. *Pesquisas*, Porto Alegre, Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, v.16, p. 5-49.
- VILLWOCK, J.A. & TOMAZELLI, L.J. 1995. Geologia Costeira do Rio Grande do Sul. *Notas Técnicas*, vol 8: 45 p.

VILLWOCK, J.A.; TOMAZELLI, L.J.; LOSS, E.L.; DEHNHARDT, E.A.; HORN F<sup>o</sup>, N.O.; BACHI, F.A. & DENHARDT, B.A. 1986. Geology of the Rio Grande do Sul Coastal Province. In: RABASSA, J. (ed.). Quaternary of South America and Antarctic Peninsula. A.A. Balkema, Rotterdam: v.4, p. 79-97.

VILLWOCK, J.A.; TOMAZELLI, L.J.; BACHI, F.A.; LOSS, E.L.; DEHNHARDT, E.A.; EV, L.F.; STRIEDER, A.J. & GODOLPHIM, M.F. 1988. Mapa Geológico – Folhas Cristóvão Pereira e Mostardas. Porto Alegre. Escala 1:100.000. Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

VILLWOCK, J.A.; TOMAZELLI, L.J.; LOSS, E.L.; DEHNHARDT, E.A.; BACHI, F.A.; DENHARDT, B.A.; GODOLPHIM, M.F. & HORN F<sup>o</sup>, N.O. 1995. Mapa Geológico da Província Costeira do Rio Grande do Sul, In: Notas Técnicas, CECO/IG/UFRGS n.8, 1995, Anexo.

ZENKOVITCH, V.P. 1959. On the genesis of the cusped spits along lagoon shores. Journal of Geology, v.67, n.3, p. 269-277.

### **Páginas da Internet**

[http://www.fepam.rs.gov.br/programas/gerco\\_sul.asp](http://www.fepam.rs.gov.br/programas/gerco_sul.asp)  
Descrição das divisões do Litoral Gaúcho.

<http://www.iso.org/iso/home.htm>  
Descrição de Normas Técnicas

<http://www.santiagoocintra.com.br>  
Descrição de Produtos Topográficos e Geográficos

<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia>  
Descrição Cartográfica

[http://pt.wikipedia.org/wiki/Canal\\_Sao\\_Goncalo](http://pt.wikipedia.org/wiki/Canal_Sao_Goncalo)  
Descrição do Canal

<http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>  
Modelo de Elevação SRTM (NASA/JPL,2000)