

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL

CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS COM ÊNFASE EM  
GESTÃO AMBIENTAL MARINHA E COSTEIRA

**DEISE RODRIGUES BARCELLOS**

**CONTRIBUIÇÃO PARA O ESTUDO DO MANEJO DE DUNAS FRONTAIS: CASO  
DAS PRAIAS DE CIDREIRA E TRAMANDAÍ (JARDIM DO ÉDEN) – RS, BRASIL.**

Imbé  
2011

**DEISE RODRIGUES BARCELLOS**

**CONTRIBUIÇÃO PARA O ESTUDO DO MANEJO DE DUNAS FRONTAIS: CASO DAS PRAIAS DE CIDREIRA E TRAMANDAÍ (JARDIM DO ÉDEN) – RS, BRASIL.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas com ênfase em Gestão Ambiental Marinha e Costeira da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e Universidade Estadual do Rio Grande do Sul

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Guimarães Barboza

Co-orientadora: Maria Luiza Correa da Camara Rosa

Imbé

2011

D242c

Barcellos, Deise Rodrigues

Contribuição para o estudo do Manejo de Dunas Frontais: caso das praias de Cidreira e Tramandaí (Jardim do Éden) – RS, Brasil/ Deise Rodrigues Barcellos – Imbé, 2011.  
83 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado) – Universidade Estadual do rio Grande do Sul em parceria com Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Curso de Ciências Biológicas com ênfase em Gestão Ambiental Marinha e Costeira, Cidreira/Imbé, 2011.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Guimarães Barboza  
Co-orientadora: Maria Luiza Correa da Camara Rosa

1. Manejo de Dunas. 2. Cidreira, RS. 3. Tramandaí, RS. 4. Trabalho de Conclusão de Curso. I. Barboza, Eduardo Guimarães, orient. Rosa, Maria Luiza Correa da, co-orient. II. Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, curso de Ciências Biológicas, Pólo de Cidreira. III. Título.

Adaptado do Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

**DEISE RODRIGUES BARCELLOS**

**CONTRIBUIÇÃO PARA O ESTUDO DO MANEJO DE DUNAS FRONTAIS: CASO DAS PRAIAS DE CIDREIRA E TRAMANDAÍ (JARDIM DO ÉDEN) – RS, BRASIL.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas com ênfase em Gestão Ambiental Marinha e Costeira da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e Universidade Estadual do Rio Grande do Sul

Aprovado em ...../...../.....

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Nelson Luiz Sambaqui Gruber

---

Prof. Dr. Ricardo Norberto Ayup-Zouain

---

Prof. Dr. Eduardo Guimarães Barboza

Apenas uma singela homenagem, uma maneira que encontrei para poder agradecer por tudo que ele fez e faz por mim. Obrigada querido irmão, por tua atenção, dedicação, carinho e paciência. Cristiano, se hoje tenho amor pelos estudos e pela minha profissão devo a ti que me ensinou que somente através da educação e de nosso esforço podemos progredir e alcançar nossos objetivos.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, pela vida, por estar sempre no meu caminho, iluminando e guiando às escolhas certas.

Ao meu querido irmão Cristiano que mesmo distante se fez presente em todos os momentos da minha vida. Sem você este momento não teria sido possível, não pela ajuda financeira, mas sim por acreditares no meu potencial. Cris tu tens sido um pai, um amigo e um irmão maravilhoso. A lembrança afetuosa que tenho de ti e o abraço amoroso a cada reencontro fizeram com que eu chegasse até aqui. Eu te amo!

Agradeço a minha cunhada Ana Paula, que junto com meu irmão esteve sempre ao meu lado, me apoiando, me incentivando, me dando amor e carinho. Ana obrigada por me acolher como uma irmã, por me emprestar sua família e principalmente por fazer meu irmão feliz.

A minha mãe por me dar à vida, me ensinar os primeiros passos e me mostrar o mundo. Mãe, mesmo distante me ajudaste a concluir essa etapa da minha vida, essa vitória também é sua. Obrigada.

Ao meu querido pai Tadeu, falecido em 2001, por dedicar sua vida a trabalhar para nos dar uma vida melhor, por todo carinho e amor. Pai, tenho a certeza que aí de cima tu olhas e torce por mim. Sinto sua falta.

A uma segunda família, Nilda, Paulo e Leandra, agradeço por todo carinho e amor. Tia Nilda ou devo dizer a “sogra do meu irmão” serei eternamente grata por me acolheres como uma filha tenha a certeza que este momento só é especial porque posso compartilhar também contigo. Sinto-me feliz em dedicar o fim de mais uma etapa da minha vida a vocês, pessoas que me ajudam nos momentos de dificuldades. Obrigada.

Ao orientador Prof. Dr. Eduardo Guimarães Barboza, agradeço as cobranças, exigências, dinamismo, confiança, por acreditar em meu potencial e se dispor a me orientar.

A co-orientadora Me. Maria Luiza Correa da Camara Rosa, muito obrigada pelo apoio, paciência e incentivos.

Ao querido amigo Júlio Cesar Lavieja, pelos incansáveis momentos dedicados a me ajudar, por estar presente em distintos e importantes momentos da minha graduação e se tornar um irmão

As minhas amigas de graduação do curso em especial Luise Penz de Moraes e Emanuele Fontana Zanellato, pelo convívio e amizade, compreensão e estudos e pela ajuda na realização deste projeto.

A todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para eu estar aqui hoje.

## RESUMO

O litoral norte do Rio Grande do Sul concentra, ao longo de 123 km, quase toda a população costeira do estado. Os municípios de Cidreira e Tramandaí tiveram sua urbanização caracterizada pela falta de planejamento, ocupação de áreas de risco e destruição de Áreas de Preservação. A ocupação das cidades se processou por loteamentos com construções horizontais que em muitos lugares avançaram sobre o cordão de dunas frontais. Essa ocupação desordenada, juntamente com a substituição das dunas frontais por projetos urbanísticos, vem afetando o balanço sedimentar praia-duna, causando destruição em períodos de fenômenos meteorológicos extremos e acarretando problemas cíclicos de manutenção de retirada de areia das vias públicas e residências. Visando definir as potencialidades e restrições desse ambiente, bem como sua preservação, o plano de manejo de dunas junto com o controle do uso da área, é uma prática muito utilizada na solução dos problemas de erosão, pois preserva as características naturais desse ecossistema e sua biodiversidade, respeitando as necessidades dos municípios, porém sem afetar o ambiente. A proposta de soluções deve conciliar o desenvolvimento dos municípios com a preservação ambiental, e com isso facilitar o acesso à praia sem prejudicar as dunas frontais. Neste sentido, foi estabelecida uma sistemática de estudos para o diagnóstico ambiental e elaboração do Plano de Manejo de Dunas Frontais que visou conciliar o uso e ocupação da área com a conservação da biodiversidade presente nesse ambiente. A partir do monitoramento, a área foi dividida em 10 perfis e através do auxílio de imagens de satélite de alta resolução e de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) foi possível uma melhor visualização dos locais e das metodologias pretendidas para recuperação das dunas. Os resultados obtidos mostraram que o sistema de dunas de Cidreira e Tramandaí (Jardim do Éden) é caracterizado por um único cordão linear não contínuo, muito segmentado pela ação antrópica, com formação de bacias de deflação e cobertura vegetal reduzida em muitos trechos. Outro fator observado foi o tipo de urbanização da área e sua potencialidade poluidora. Devido à presença de muitas casas à beira mar sem a proteção do cordão de dunas e com um sistema de esgoto de fossas sépticas, é grande o risco desse ambiente ser contaminado por esgoto doméstico afetando com isso, a diversidade de espécies presentes na área.



## ABSTRACT

The northern coast of Rio Grande do Sul concentrates, over 123 km, almost the entire population of the coastal state. Municipalities of Cidreira and Tramandaí had its urbanization characterized by lack of planning, the occupation of risk areas and destruction of Protected Areas. The occupation of the city is sued for horizontal plots with buildings that have advanced in many places on the front line of dunes. This disordered occupation, along with the replacement of foredunes on urban projects, has affected the beach-dune sediment, causing destruction in times of extreme weather and leading in cyclical problems of maintenance to remove sand from roads and residences. In order to define the potential and limitations of this environment and its preservation, the management plan of dunes along with controlling the use of the area, is a practice widely used in solving the problems of erosion, because it preserves the natural characteristics of this ecosystem and its biodiversity, respecting the needs of cities, but without affecting the environment. The proposed solutions should balance the development of the cities with environmental preservation, and thereby facilitate access to the beach without damaging the frontal dunes. In this sense, was established a systematic study for the environmental assessment and preparation of the Management Plan foredunes that aimed to conciliate the use and occupation of the area and the conservation of biodiversity present in this environment. From the monitoring, the area was divided into 10 sections and through the aid of satellite images of high resolution and a Geographic Information System (GIS) allowed for better visualization of the intend locations and methods for recovery of the dunes. The results showed that the dune system of Cidreira and Tramandaí (Jardim do Eden) is characterized by a unique linear chord intermittent , highly segmented by human action, forming basins of deflation and reduced cover vegetation in many places. Another fact observed was the kind of urbanization of the area and its potencial pollution. Due to the presence of many houses by the flange of the sea without the protection of the dune belt and a sewage system of septic tank, has a high risk that environment is contaminated by sewage thereby, affecting the diversity of species present in the area.

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

APP – Área de Preservação Permanente  
BID – Banco Interamericano de Desenvolvimento  
CIRM – Comissão Interministerial para Recursos do Mar  
COI/UNESCO - Comissão Oceanográfica Intergovernamental  
FEPAM – Fundação Estadual de Proteção Ambiental  
GCI - Gerenciamento Costeiro Integrado  
GIZC - Gestão Integrada da Zona Costeira  
GERCO – Programa Estadual de Gerenciamento Costeiro  
GIZC – Gerenciamento Integrado da Zona Costeira  
GPS - *Global Positioning System* – Sistema de Posicionamento Global  
MMA - Ministério do Meio Ambiente  
ONU - Organização das Nações Unidas  
PCRS – Planície Costeira do Rio Grande do Sul  
PGGM - Programa de Geologia e Geofísica Marinha  
PNGC - Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro  
PNMA - Política Nacional do Meio Ambiente  
PNRM - Política Nacional para os Recursos do Mar  
PROANTAR - Programa Antártico Brasileiro  
PROGERCO - Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro  
Projeto Orla - Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima  
REVIZEE - Recursos Vivos da Zona Econômica Exclusiva  
SEMA - Secretaria Estadual do Meio Ambiente  
SIG – Sistema de Informação Geográfico  
SPU/MP - Secretaria do Patrimônio da União  
ZC – Zona Costeira  
ZEE - Zoneamento Ecológico e Econômico

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Área de abrangência do GERCO para o litoral norte do RS. Fonte: <http://www.fepam.rs.gov.br>.\_\_\_\_\_27
- Figura 2: Localização da área de estudo, detalhada em mapa georeferenciado, destacando a presença do campo de dunas e da área urbana adjacente. Modificado de Strohaecker, 2007.\_\_\_\_\_33
- Figura 3: Principais vias de acesso a área de estudo. Fonte: [www.cidreira.rs.gov.br](http://www.cidreira.rs.gov.br).\_\_\_\_\_34
- Figura 4: Províncias geomorfológicas do RS e mapa geológico simplificado da Planície Costeira (Tomazelli & Willvock, 2000). Fonte: Souza, 2002.\_\_\_\_\_40
- Figura 5: Perfil esquemático transversal dos sistemas deposicionais da Planície Costeira do RS. As barreiras são correlacionadas aos últimos maiores picos na curva isotópica de oxigênio. Fonte: Tomazelli; Willvock, 2000. \_\_\_\_\_41
- Figura 6: Mapa representando a área de estudo, que compreende o campo de dunas frontais de Cidreira e Tramandaí (Jardim do Éden).\_\_\_\_\_42
- Figura 7: Espécies amostradas - a) *Blutaparon portulacoides*; b) *Hydrocotyle bonariensis*; c) *Baccharis radicans*; d) *Senecio crassiflorus*; e) *Androtrichum trigynum*; f) *Cyperus* sp.; g) *Panicum racemosum*; h) *Paspalum vaginatum*; i) *Spartina ciliata*.\_\_\_\_\_49
- Figura 8: Espécies exóticas encontradas na área de estudo - a) *Lampranthus* sp.; b) *Casuarina equisetifolia*.\_\_\_\_\_49
- Figura 9: Espécies não identificadas.\_\_\_\_\_50
- Figura 10: Detalhamento da construção de uma passarela (Texas General Land Office, 1991). Fonte: Gruber et al., 2008.\_\_\_\_\_54

- Figura 11: Modelo esquemático de vertedouro. Modificado de Gruber et al., 2008. \_\_\_\_\_ 55
- Figura 12: Mapa com os pontos para realização do plano de manejo. \_\_\_\_\_ 56
- Figura 13: Imagem de satélite com a localização do ponto 1, mostrando a orla com urbanização consolidada e a quase inexistência do cordão de dunas frontais. \_\_\_\_\_ 57
- Figura 14: Mosaico de fotos mostrando a situação do trecho - sangradouro com estrutura inapropriada, abertura para acesso de pedestres e veículos a beira mar, dunas frontais rente a moradias e locais onde não há mais dunas frontais. \_\_\_\_\_ 58
- Figura 15: Imagem de satélite com a localização do ponto 2, mostrando acessos para pedestres e veículos a beira mar acompanhados de sangadouros para escoamento pluvial e a urbanização consolidada da área. \_\_\_\_\_ 59
- Figura 16: Mosaico de fotos representando a situação do trecho – sangadouros inapropriados, aberturas de acesso a beira mar e construções a beira mar sem a proteção das dunas frontais. \_\_\_\_\_ 60
- Figura 17: Imagem de satélite com a localização do ponto 3, mostrando a área do farol e as dunas menos antropizadas neste local. \_\_\_\_\_ 61
- Figura 18: Mosaico de fotos mostrando a situação do trecho – brechas nas dunas, presença de resíduos de construção nas dunas, cobertura vegetal esparsa e abertura de rua \_\_\_\_\_ 62
- Figura 19: Imagem de satélite com a localização do ponto 4, mostrando muitas brechas nas dunas impactando a vegetação. \_\_\_\_\_ 63
- Figura 20: Mosaico de fotos mostrando a situação do trecho – aberturas para acesso a pedestres e veículos, sangradouro com estrutura de concreto cortando o cordão de dunas frontais e presença de vegetação exótica (mata de casuarina) sobre as dunas. \_\_\_\_\_ 64
- Figura 21: Imagem de satélite com a localização do ponto 5, mostrando o estacionamento da plataforma de pesca e as brechas que cortam o cordão

de dunas frontais e impedem que a vegetação se estabilize.\_\_\_\_\_65

Figura 22: Mosaico de fotos mostrando a situação do trecho – aberturas de rua, *blowout* por pisoteio, estacionamento a beira mar e construções a beira mar.\_\_\_\_\_66

Figura 23: Imagem de satélite com a localização do ponto 6, mostrando muitas trilhas e caminhos impactando as dunas.\_\_\_\_\_67

Figura 24: Mosaico de fotos mostrando a situação do trecho – abertura de ruas, areia sem vegetação invadindo residências e trilhas e caminhos impactando as dunas.\_\_\_\_\_68

Figura 25: Imagem de satélite com a localização do ponto 7, mostrando a orla não urbanizada, com baixíssimo número de residências.\_\_\_\_\_69

Figura 26: Mosaico de fotos mostrando a situação do trecho – sangradouro com estrutura de concreto sem o prolongamento da manilha quase coberto pela areia, dunas mais altas e vegetadas, *blowouts*, abertura de acessos a praia e resíduos sólidos a beira mar.\_\_\_\_\_70

Figura 27: Imagem de satélite com a localização do ponto 8, mostrando uma orla não urbanizada, zona de ocorrência de corredores de alimentação que ligam o campo de dunas livres com a praia oceânica adjacente.\_\_\_\_\_71

Figura 28: Mosaico de fotos mostrando a situação do trecho – dunas baixas e irregulares fixadas por vegetação, trilhas sobre as dunas e sangadouros naturais.\_\_\_\_\_72

Figura 29: Imagem de satélite com a localização do ponto 9, assim como no ponto 8 mostra uma orla não urbanizada com ocorrência de corredores de alimentação que ligam o campo de dunas livres com a praia oceânica adjacente.\_\_\_\_\_73

Figura 30: Mosaico de fotos mostrando a situação do trecho – dunas baixas e irregulares, presença de vários sangadouros naturais atuando na drenagem da água acumulada no pós-dunas, presença de vegetação

exótica, resíduos sólidos, trilhas e caminhos sobre as dunas frontais.\_\_\_\_\_74

Figura 31: Imagem de satélite com a localização do ponto 10, mostrando o condomínio horizontal que marca o início da urbanização no bairro Jardim do Éden.\_\_\_\_\_75

Figura 32: Mosaico de fotos mostrando a situação do trecho – sangradouro artificial com estruturas inapropriadas, asfalto no local das dunas frontais, trilhas sobre as dunas e retirada das dunas dando lugar a construções.\_\_\_\_\_76

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1: Frequência percentual, ao longo dos meses do ano, dos ventos superficiais na estação de Imbé (Aproximadamente 40 km da área de estudo). Período de Observação: 1970 - 1982 (Extraído de Tomazelli, 1993).\_\_\_\_\_45
- Tabela 2: Espécies encontradas e identificadas nas dunas frontais da área de estudo.\_\_\_\_\_48

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO I – Considerações Iniciais</b>	18
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	19
1.1 ZONA COSTEIRA (ZC)	20
<b>1.1.1 Importância ecológica e econômica</b>	21
1.2 A OCUPAÇÃO DA ZONA COSTEIRA BRASILEIRA	22
1.3 GERENCIAMENTO COSTEIRO INTEGRADO (GCI)	24
<b>1.3.1 Caso do Brasil</b>	24
<b>1.3.2 Caso do Rio Grande do Sul</b>	26
1.4 DUNAS COSTEIRAS: FEIÇÕES, IMPORTÂNCIA E DEGRADAÇÃO	27
<b>1.4.1 Feições eólicas ou formadas pela ação antrópica</b>	27
1.4.1.1 <i>Dunas vegetadas</i>	28
1.4.1.2 <i>Feições associadas à deflação eólica ou a urbanização da área</i>	29
<b>1.4.2 Importância e degradação dos sistemas dunares</b>	30
<b>2 ÁREA DE ESTUDO</b>	33
<b>3 JUSTIFICATIVA</b>	35
<b>4 OBJETIVOS</b>	36
4.1 GERAL	36
4.2 ESPECÍFICOS	36
<b>5 MATERIAIS E MÉTODOS</b>	38
<b>CAPÍTULO II – Caracterização da área de estudo: aspectos geoambientais, biológicos e socioeconômicos</b>	39
<b>6 PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL (PCRS)</b>	40
6.1 CIDREIRA E TRAMANDAÍ (JARDIM DO ÉDEN)	41
<b>7 CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DAS PRAIAS</b>	44
7.1 CLIMA	44
7.2 REGIME DE VENTOS	44
7.3 EROSÃO COSTEIRA	45



<b>CAPÍTULO III – Proposta para o Plano de Manejo da Área</b>	<b>47</b>
<b>8 DIAGNÓSTICO DA ÁREA</b>	<b>48</b>
8.1 FLORA	48
8.2 FAUNA	50
<b>9 CONTRIBUIÇÃO PARA O MANEJO DAS DUNAS FRONTAIS</b>	<b>51</b>
9.1 AÇÕES PRÉ-MANEJO	52
9.1.1 Retirada de resíduos antrópicos das dunas	52
9.1.2 Remoção de intervenções antrópicas	52
9.1.3 Coibição de veículos na praia	52
9.1.4 Fechamento de ruas	53
9.2 MANEJO DAS DUNAS FRONTAIS	53
9.2.1 Quanto à preservação e conservação ambiental	53
9.2.2 Quanto aos acessos e fixação das dunas	53
9.2.3 Quanto à drenagem pluvial	54
9.2.4 Quanto às intervenções pontuais	55
9.2.4.1 Ponto 1 (577125 E, 6662393 N)	57
9.2.4.2 Ponto 2 (577180 E, 6662609 N)	59
9.2.4.3 Ponto 3 (577323 E, 6663127 N)	60
9.2.4.4 Ponto 4 (577572 E, 6663770 N)	62
9.2.4.5 Ponto 5 (577790 E, 6664288 N)	65
9.2.4.6 Ponto 6 (577920 E, 6664634 N)	66
9.2.4.7 Ponto 7 (578087 E, 6665238 N)	68
9.2.4.8 Ponto 8 (578260 E, 6665787 N)	70
9.2.4.9 Ponto 9 (579556 E, 6669409 N)	72
9.2.4.10 Ponto 10 (580561 E, 6672248 N)	75
<b>10 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>77</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>79</b>

**CAPITULO I**  
**Considerações Iniciais**

## 1 INTRODUÇÃO

A aceleração da ocupação no Litoral Norte teve início por volta das décadas de 1960 e 1970, com a construção das principais vias de acesso atuais (RS – 040, que ligava Porto Alegre e região metropolitana à Cidreira e Balneários vizinhos e BR – 290 conhecida como *Freeway*, ligando a capital às demais praias do Litoral Norte). A facilidade de acesso às praias e a busca por lazer e áreas para descanso causou uma ocupação desenfreada da zona costeira gaúcha, impactando os ecossistemas presentes nas regiões costeiras. A retirada de dunas frontais, urbanização da orla, destruição da vegetação, construções irregulares, impermeabilização do solo, contaminação dos balneários e lençol freático são alguns destes processos gerados pela ocupação.

A faixa costeira de transição entre a terra e o mar contém alguns dos mais produtivos e valiosos habitats da biosfera, formada pelo dinamismo natural que caracteriza estes ambientes. Por outro lado, o impacto da ação humana na faixa de praia altera a dinâmica natural, trazendo danos consideráveis à vida destes lugares. Deste modo, para a manutenção da qualidade ambiental, é necessária a elaboração de planos que orientem o processo de ocupação adequado à capacidade de suporte dos ambientes ou que visem à minimização e reparação dos danos ambientais causados pelo uso e ocupação do solo.

Os ventos, constantes e intensos, deram origem à formação da cobertura de dunas, desenvolvidas paralelamente à linha de costa. Estes campos de dunas frontais, embora sejam de indiscutível importância na dinâmica destes ambientes, em algumas situações foram considerados como um obstáculo paisagístico, incentivando a ocupação da faixa de praia, principalmente por calçadões, residências, restaurantes, quiosques e aberturas de ruas para acesso a praia, esses empreendimentos destruíram parte de um ecossistema rico em diversidade ecológica.

Compatibilizar a preservação do sistema de dunas com as necessidades das zonas urbanas e uso das praias do nosso litoral é um desafio. O manejo de dunas, junto com o controle de uso da terra, é a prática mais recomendada no controle dos problemas de erosão, por empregar solução não estrutural, preservar as

características naturais da paisagem, conservar a biodiversidade, maximizar os benefícios econômicos e proteger a vida e as propriedades dos perigos naturais (CLARCK, 1996).

### 1.1 ZONA COSTEIRA (ZC)

As dificuldades em se estabelecer critérios para definição da Zona Costeira advêm da grande diversidade de ambientes que se encontram dentro desta definição. Além da grande extensão da faixa litorânea brasileira (praticamente todo o limite territorial leste do país encontra-se em fronteira com o mar) este ambiente está em constante alteração e evolução, por fatores naturais ou antrópicos, sejam no ar, no mar ou na terra. Daí a dificuldade de delimitação deste setor em função da dinâmica que nele se encontra.

Para Rodriguez & Windevoxhel (1998), a ZC pode ser definida como o espaço delimitado pela interface entre o oceano e a terra, ou seja, a faixa terrestre que recebe influência marítima e a faixa marítima que recebe influência terrestre. A ZC pode ser definida ainda como a unidade territorial que vai desde o limite da Zona Econômica Exclusiva até o limite terrestre afetado pelo clima marítimo, de acordo com Clark (1996).

As definições sobre ZC são grandes, mas a que mais se aplica ao trabalho aqui proposto é a definição da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM) de 1997, sendo posteriormente consolidada no Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro II (1998) e utilizada no Projeto Orla I em complemento a definição proposta pela Lei 7.661. Nesta a ZC é definida como “o espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos renováveis ou não, abrangendo uma faixa marítima e outra terrestre”.

Na faixa marítima, considera-se todo o mar territorial como inserido na zona costeira, sendo o limite deste determinado pela Convenção da Organização das Nações Unidas (ONU) sobre o Direito do Mar nas 12 milhas náuticas contadas da linha de base<sup>1</sup> da costa. De acordo com esse documento, trata-se da área prioritária para a pesca artesanal;

Na faixa terrestre, considera-se todo o território dos municípios qualificados como costeiros segundo critérios estabelecidos no Plano.

Assim, as fronteiras internas municipais fornecem a delimitação da zona costeira em terra.

No Brasil, a ZC se estende, na sua porção terrestre, por mais de 8.698 km sobre uma área de aproximadamente 388.000 km<sup>2</sup>, abrangendo uma parte terrestre com 17 estados e mais de 400 municípios, distribuídos do norte equatorial ao sul temperado do País e uma área marinha, que corresponde ao mar territorial brasileiro, com largura de 12 milhas náuticas a partir da linha de costa (CICIN-SAIN; KNECHT, 1998).

Inserida na ZC, a orla marítima pode ser definida como uma unidade geográfica da mesma. Esse ambiente caracteriza-se pelo equilíbrio morfodinâmico, no qual interagem fenômenos terrestres e marinhos, sendo os processos geológicos e oceanográficos os elementos básicos de conformação dos principais tipos de orla, como: costas rochosas, falésias, praias arenosas, praias de seixos, planícies lamosas, manguezais e formações recifais. A estes fatores se associam condicionantes geográficos como o clima, a orografia e a hidrografia para compor os ambientes naturais litorâneos (estuários, restingas, campos de dunas, etc.) que servem de suporte para ecossistemas de alta originalidade e de grande importância (MMA/SQA, 2002).

### **1.1.1 Importância ecológica e econômica**

A ZC é considerada um ambiente de transição ecológica, a qual desempenha importante função de ligação e de trocas entre os ecossistemas terrestres e marinhos. Abriga diversos ecossistemas, entre eles é de suma importância destacar o sistema de dunas que vem acompanhado da mata de restinga, este sistema é habitado por muitas espécies e serve também como defesa natural contra fatores oceanográficos extremos.

As regiões costeiras, devido à grande diversidade de ecossistemas presentes nas suas áreas tornaram-se foco de atenção no que diz respeito à conservação ambiental e a manutenção de sua biodiversidade. A Lei Nº 7.661, de 16 de maio de 1988 institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), e dá outras providências:

Art. 1º. Como parte integrante da Política Nacional para os Recursos do Mar - PNRM e da Política Nacional do Meio Ambiente - PNMA, fica instituído o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC.

Art. 2º. (...) o PNGC visará especificamente a orientar a utilização racional dos recursos na ZC, de forma a contribuir para elevar a qualidade da vida de sua população e a proteção do seu patrimônio natural, histórico, étnico e cultural.

## 1.2 A OCUPAÇÃO DA ZONA COSTEIRA BRASILEIRA

A tendência de ocupação maciça da ZC no Brasil segue os mesmos moldes da ocupação costeira na América Latina. Dados do Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID apontam que 60% dos 475 milhões de habitantes da América Latina vivem em províncias ou Estados costeiros, bem como 60 das 77 maiores cidades são costeiras (LEMAY, 1998).

Os processos de ocupação da ZC brasileira tiveram maior impulso a partir da metade do século XX, mas nem por isso deixaram de ser caóticos e predatórios. Segundo Gruber *et al.* (2003), por ser a ZC um dos habitats mais produtivos e valiosos da terra e, ao mesmo tempo, um setor prioritário para diversas atividades humanas, ela vem suportando grandes modificações e deterioração através de aterros, dragagens, a poluição causada por indústrias, a ocupação humana e a agricultura .

Um exemplo clássico da degradação da ZC no Brasil é a retirada de áreas fundamentais para a dinâmica costeira, como a retirada das dunas frontais, a urbanização e artificialização das orlas. O Projeto Orla caracteriza os tipos de orlas enfocando os níveis de ocupação e de adensamento populacional nas mesmas, fornecendo indicações das condições socioeconômicas vigentes em cada trecho considerado. Trata-se de importante referência para a implantação de ações e definição das estratégias de gestão a serem implantadas, pois identifica as situações que requerem ações mais preventivas ou mais corretivas. Em meio à grande diversidade, em termos de povoamento e usos, existente no litoral, é possível estabelecer uma síntese de quatro tipos genéricos, a saber:

Orla não urbanizada - refere-se às áreas de baixíssima ocupação, contendo paisagens com alto grau de originalidade natural e com baixo potencial de poluição sanitária e estética, geralmente associadas a atividades rurais; são os habitats principais das populações ditas “tradicionalistas” (que praticam uma economia de subsistência). Trata-se de áreas de difícil acesso ou até isoladas.

Orla em processo de urbanização - refere-se às áreas de baixo ou médio adensamento de construções e população, apresentando indícios de ocupação recente ou em processo de ocupação atual, incluindo ainda os balneários (identificados pela predominância de segundas-residências e pelo volume da população flutuante). São áreas com paisagens parcialmente antropizadas, em processo de mudança cultural, podendo ocorrer atividades rurais remanescentes, e com médio potencial de poluição sanitária e estética.

Orla com urbanização consolidada - refere-se às áreas de médio a alto adensamento de construções e população, apresentando paisagens altamente antropizadas, com uma multiplicidade de usos e um alto potencial de poluição sanitária e estética. Trata-se da orla claramente citadina, que varia de acordo com os níveis da hierarquia urbana.

Orla de Interesse especial - refere-se aos espaços destinados a usos específicos definidos institucionalmente em categorias especiais, podendo-se incluir nesse tipo as seguintes áreas: militares, de tráfego aquaviário, com equipamentos geradores de energia, de unidades de conservação, tombadas, de reservas indígenas, comunidades tradicionais ou remanescentes de quilombos.

Como resultado da aplicação desta tipologia pode-se conhecer e caracterizar a orla das cidades costeiras. Contudo, trata-se, mesmo assim, de uma referência geral onde cada trecho pode ser detalhado, com cada tipo recebendo subdivisões estabelecidas pela incorporação de novos fatores.

O processo de ocupação da Planície Costeira do Rio Grande do Sul é recente, porém acelerado e focado basicamente na região definida pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental – FEPAM como Litoral Norte. O Litoral Norte do Estado se caracteriza pela sequência de ambientes longitudinais a costa. Após a

área de interface com o mar, identifica-se uma planície sedimentar composta por campos de dunas, banhados, cordões de lagoas, campos, áreas úmidas até os limites dos contrafortes do Planalto Meridional (STROHAECKER; TOLDO JR., 2007). Abrange 21 municípios inseridos na área descrita acima, de Pinhal a Torres.

### 1.3 GERENCIAMENTO COSTEIRO INTEGRADO (GCI)

Gerenciamento Costeiro se refere a qualquer programa governamental com o objetivo de utilizar ou conservar determinado recurso ou ecossistema costeiro. Ele pode ser considerado como um método para a atenuação de conflitos entre atores que exercem algum tipo de influência nos ambientes costeiros.

Os interesses muitas vezes conflitantes quanto à utilização dos recursos costeiros por diferentes agentes geram problemas de difícil resolução. Frente à complexidade do manejo da costa, muitos países vêm adotando programas de Gestão Integrada da Zona Costeira (GIZC) ou o Gerenciamento Costeiro Integrado com o intuito de tornar auto-sustentáveis os múltiplos recursos costeiros e a manutenção da biodiversidade, entre eles se destacam países desenvolvidos como USA, Inglaterra, França, etc.

O GCI ou GIZC leva em consideração a característica diferenciada desta zona, em termos de recursos, processos e feições naturais, que a tornam de grande atratividade para as atividades humanas. Estes atrativos, responsáveis pelo adensamento populacional crescente desta região, são também origem de inúmeros conflitos.

#### 1.3.1 Caso do Brasil

O Brasil apresenta uma posição de destaque e liderança na América do Sul frente à Comissão Oceanográfica Intergovernamental (COI/UNESCO), parte integrante da ONU, organismo que regula as questões legais e científicas referentes ao mar e a ZC, a nível mundial. (GRUBER *et al.*, 2003). Em 1974 é criada no Brasil,



a Comissão Interministerial para Recursos do Mar (CIRM) com o objetivo de implantar um programa de Zoneamento da Zona Costeira Brasileira a ser implantado pelos órgãos de meio ambiente estaduais.

Nesse período são criados alguns dos mais importantes programas para reconhecimento da costa e da plataforma continental brasileira (Programa de Geologia e Geofísica Marinha – PGGM; Projeto GEOMAR; Programa Antártico Brasileiro – PROANTAR e Recursos Vivos da Zona Econômica Exclusiva – REVIZEE, entre outros). Em 1987 a CIRM lança o Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro (PROGERCO), que detalhava a metodologia de zoneamento a ser empreendida e o modelo institucional para a sua aplicação (STROHAECKER, 2007).

Em 1988 é lançado, através da Lei Federal 7.661, o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC I) que visava ordenar a ocupação dos espaços litorâneos e o uso sustentável dos recursos costeiros. Após alguns anos a Resolução Federal nº 05 de 03 de dezembro de 1997, institui o segundo Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC II), que busca adequar o PNGC a sua prática atual e as novas demandas da sociedade, reafirmando seu modelo institucional anterior, caracterizado por uma execução descentralizada e compartilhada entre os níveis de governo (Federal, Estadual e Municipal).

Além do PNGC II, foi lançado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), em conjunto com a Secretaria do Patrimônio da União (SPU/MP) o Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima – Projeto Orla que tem como diretrizes:

Fortalecimento da capacidade de atuação de diferentes atores do setor público e privado na gestão integrada da orla, aperfeiçoando o arcabouço normativo para o ordenamento de uso e ocupação desse espaço;

Desenvolvimento de mecanismos de participação e controle social para sua gestão integrada;

Valorização de ações inovadoras de gestão voltadas ao uso sustentável dos recursos naturais e da ocupação dos espaços litorâneos. (MMA/SPU – 2006)

### 1.3.2 Caso do Rio Grande do Sul

No estado do Rio Grande do Sul o Programa de Gerenciamento Costeiro (GERCO – RS) foi instituído em 1988 e ficou a cargo da FEPAM e, desde 1999 está sob competência da Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA). O PGC tem sua atuação desenvolvida numa área específica inserida na Região Hidrográfica do Litoral onde se verificam peculiaridades de geomorfologia, drenagens naturais e influência marinha, dividindo-se em três setores: Litoral Norte, Litoral Médio e Sul, conforme a Figura 1 (FEPAM, 2007).

O GERCO/RS, através de estudos desenvolvidos em parceria com instituições de ensino, vem desenvolvendo uma série de pesquisas acerca das dinâmicas sócio-ambientais e da caracterização físico espacial da zona costeira, com ênfase no Litoral Norte. Os resultados destas pesquisas e levantamentos podem ser vistos através de sua publicação no acervo digital do órgão. Entre os principais estudos destacam-se o Zoneamento Ecológico e Econômico (ZEE), a proposta de Enquadramento dos Recursos Hídricos e estudo “Diretrizes Ambientais para o Desenvolvimento dos Municípios do Litoral Norte” (FEPAM, 2000).

Atualmente, está em andamento o projeto “Fortalecimento do Gerenciamento Costeiro do Litoral Norte” que integra o GERCO/RS e é vinculado ao Sub Componente Desenvolvimento Institucional do Programa Nacional do Meio Ambiente II – PNMA II, do MMA, com financiamento do Banco Mundial – BIRD/MMA e do Estado do Rio Grande do Sul (GRUBER *et al.*, 2003). Este projeto tem como objetivo fortalecer os processos de gestão da ZC no litoral norte, desenvolvendo estudos que permitam aperfeiçoar o desenvolvimento sustentável, o ordenamento do uso e diminuir os conflitos de interesse em áreas estratégicas.

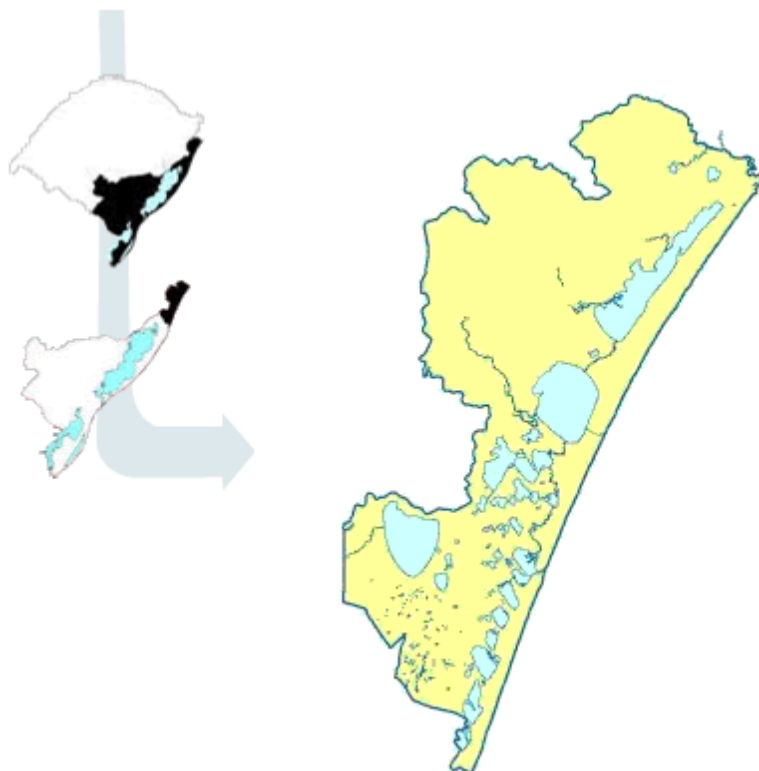


Figura 1: Área de abrangência do GERCO para o litoral norte do RS. Fonte: <http://www.fepam.rs.gov.br>

## 1.4 DUNAS COSTEIRAS: FEIÇÕES, IMPORTÂNCIA E DEGRADAÇÃO

### 1.4.1 Feições eólicas ou formadas pela ação antrópica

Dentre as numerosas classificações sobre feições eólicas que se encontram disponíveis na literatura especializada (DAVIES, 1980), optou-se, neste trabalho, pela classificação de Tomazelli (1994) por ter se mostrado apropriada ao sistema eólico em estudo.

As seguintes feições eólicas ou estruturas inseridas pela ação antrópica podem ser identificadas na área de estudo:

Dunas vegetadas são importantes no papel de barreira natural contra a ação de eventos episódicos de tempestade. Portanto, a presença

da vegetação fixadora é o aspecto mais importante ao se considerar a necessidade de preservação destas dunas. As dunas vegetadas podem ser consideradas como fixas ou parcialmente fixas, na dependência da densidade da cobertura vegetal. Estão subdivididas em dunas embrionárias e dunas frontais.

Feições associadas à deflação eólica ou a urbanização da área, como sangradouros, *blowouts*, abertura de ruas, entre outros.

#### 1.4.1.1 Dunas vegetadas

Dunas embrionárias: estão presentes no pós-praia, na base das dunas frontais, e são formadas pela presença da vegetação que retêm a areia transportada pelo vento (Tomazelli, 1994). Este tipo de duna possui caráter efêmero, à medida que após alcançarem certo grau de desenvolvimento, são completamente destruídas por ocasião dos eventos de tempestade, quando as ondas alcançam a base das dunas frontais.

Dunas frontais (*foredune*): são acumulações de areia eólica em meio à vegetação pioneira acima da zona de pós-praia (MARTINHO, 2008). Podem exibir geometria de cordão, rampa ou terraço. Hesp (1999) classifica as dunas frontais em dois tipos principais: incipientes (são formadas por areia eólica recém depositada em meio a vegetação pioneira) e estabilizadas (desenvolvem-se a partir de frontais incipientes e podem ser distintas pelo crescimento de vegetação secundária e pela maior complexidade de forma, altura e largura), dentro das quais pode haver grandes variações morfológicas e ecológicas.

O desenvolvimento de dunas frontais na área coincide com a variação morfodinâmica praial. Assim, no Litoral Norte do RS, onde as praias são mais dissipativas e a componente do vento NE é mais efetiva no transporte de areia perpendicularmente a costa, as dunas frontais são bem desenvolvidas (SEELIGER, 1992). Entre os depósitos podem ocorrer interrupções representadas pela ocorrência de sangradouros, *blowouts* (sejam eles decorrentes da deflação eólica ou do “pisoteio”) formando bacias de deflação, abertura de ruas, entre outros.

Durante eventos de tempestade, as ondas atingem as dunas frontais, erodindo boa parte da face voltada para praia. As areias erodidas por tais ondas são gradualmente repostas à praia durante períodos de regime normal de ventos. Parte destas areias é reincorporada às dunas frontais pelo vento que sopra desde a praia, mas grande parte dela é transferida para interiorizadas, abandonando definitivamente o prisma ativo de sedimentação praial (TOMAZELLI, 1994). Tais considerações ressaltam o importante papel desempenhado pelas dunas frontais na proteção da costa contra efeitos das ondas de tempestade e na manutenção do equilíbrio sedimentar entre sistema praial e eólico.

#### *1.4.1.2 Feições associadas à deflação eólica ou a urbanização da área*

*Blowouts*: são bacias escavadas normalmente pelo vento na linha das dunas frontais tomando uma forma aproximadamente circular. Nestas feições, a escavação da areia pelo vento, pode se aprofundar até atingir o lençol freático. Junto à duna frontal, servem como condutos por onde a areia da praia é transferida para o interior do campo eólico (TOMAZELLI, 1994).

As bacias de deflação podem ser geradas também pela atividade antrópica, como consequência da destruição da cobertura vegetal (SEELIGER, 1992). Exemplos destas atividades ocorrem, onde as coberturas artificiais das dunas têm por objetivo abrir vias de acesso à praia, para veículos e/ou pedestres.

Sangradouros: são cursos d'água fundamentais para o balanço hidrogeológico da planície costeira. Atuam na drenagem do excesso de água acumulada na região de pós-dunas, vertendo-o na direção da zona de espraiamento. A distribuição, a geomorfologia e o impacto ambiental de tais corpos d'água estão subordinados aos fatores climáticos, às condições de declividade, granulometria e saturação do solo da praia, à profundidade do lençol freático e a eventuais eventos meteorológicos extremos (SERPA et al., 2008).

Os sangradouros constituem um sistema hídrico de transição do campo para a praia. A distribuição espacial dos sangradouros está relacionada com dois fatores

principais: morfologia das áreas posteriores ao primeiro cordão de dunas frontais e sistema de esgoto pluvial das cidades.

Os processos relativos à erosão, transporte e deposição de sedimentos através destes cursos d'água afetam a região compreendida entre o campo de dunas mais interiorizado e a fase da praia, contribuindo para a desestabilização do sistema de dunas frontais, ao mesmo tempo em que repõem para a zona de surfe e para a deriva litorânea os sedimentos daí provenientes (SILVA, 1998).

Projetos urbanísticos: no decorrer dos anos houve uma explosão de ocupação da zona costeira e com isso, ocorreu a retirada das dunas frontais em inúmeros locais dando lugar a projetos urbanísticos como calçadões, ruas, residências, etc.. Essa prática tem ocasionado além da retirada da vegetação de restinga e o bloqueio do escoamento superficial intra-cordões um bloqueio do cordão de dunas frontais.

Esse processo afetou o balanço de sedimentos praia-dunas, levando a extinção de campos de dunas por falta de alimentação. Além disso, nessas áreas urbanas vem ocorrendo problemas cíclicos de manutenção e retirada de areia das vias publicas e residências.

#### **1.4.2 Importância e degradação dos sistemas dunares**

Localmente, sobre escalas relativamente pequenas de tempo (meses, anos, décadas) a disponibilidade de sedimento é provavelmente o fator mais importante no desenvolvimento de dunas costeiras (VIEIRA; RANGEL, 1988). O suprimento sedimentar para as dunas é episódico e sazonal. No litoral norte do RS os ventos mais frequentes provêm do quadrante NE e são os principais responsáveis pelo suprimento de areia para o sistema (TOMAZELLI, 1993).

As dunas formam-se devido à interação do vento, areia e vegetação. Pela ação das ondas e das correntes a areia depositada na praia é exposta ao ar, e quando seca é submetida aos ventos, recomeçando seu transporte por saltação ou arraste. O arrasto diferenciado imposto pela vegetação é um fator determinante das

formas das dunas. O vento ao encontrar a vegetação, perde energia promovendo a deposição da areia (CORDAZZO, 1985).

As dunas desempenham um papel importante na manutenção e preservação da integridade da morfologia da costa, de acordo com Ribeiro (2000), as mesmas funcionam como forma de proteção natural da linha de costa contra a atuação dos agentes oceanográficos extremos. Além disso, servem como habitats colonizados por uma grande diversidade de espécies vegetais, numerosas espécies de insetos, répteis, anfíbios e pequenos mamíferos, além de espécies endêmicas e ameaçadas de extinção, como *Ctenomys flamarioni* e *Liolaemus occipitalis* (Lista Oficial da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção – MMA 2003, IUCN Red List). Muitas aves marinhas utilizam as dunas como local de nidificação.

As dunas costeiras atuam como filtro natural que mantém a qualidade da água, ou seja, devido à baixa capacidade de retenção de água pela areia, o lençol freático das dunas pode funcionar como um reservatório natural de água doce. Dada sua importância para a manutenção das regiões costeiras, as dunas são consideradas como Áreas de Preservação Permanente pela legislação Estadual e Federal vigente (p.ex. Resolução CONAMA 303/2002, Lei Estadual 11520/2000).

Esse sistema é particularmente frágil e apresenta frequente incompatibilidade com atividades humanas. Mudanças antropogênicas nesses ambientes podem causar grandes perdas e/ou a destruição completa desses ecossistemas (SEELIGER, 1992).

Nas duas últimas décadas, o estudo da ZC no Brasil tomou um maior impulso em virtude da necessidade de se conhecer melhor este ambiente que encerra múltiplas potencialidades (SANTOS, 1996). O Litoral Norte do Rio Grande do Sul concentra, ao longo de 123 km, quase toda a população costeira do Estado. A sua urbanização foi caracterizada pela falta de planejamento, ocupação de áreas de risco e destruição ou alteração de áreas protegidas por lei (ESTEVES *et al.*, 2003).

Outro tipo de degradação que vem crescendo é a extração de areia, onde a areia das dunas é usada como aterro na construção civil para expansão imobiliária na ZC, essa prática pode gerar impactos irreversíveis (HESP, 2002). Isso porque junto com a areia retirada, temos uma perda significativa de parte de um ecossistema que serve de habitat para uma grande diversidade de espécies.

A presença de espécies exóticas sobre os sistemas de dunas é um problema crescente no litoral gaúcho. Essas espécies diminuem os recursos de nutrientes do substrato, aumentam a acidificação do solo, além de alterar o equilíbrio hídrico do ambiente. Como consequência, um aumento na distância do lençol freático reduz a cobertura vegetal.

A degradação dos sistemas dunares causada pelo efeito combinado tanto das perturbações naturais como das ações antrópicas podem levar a uma perda da estabilidade e integridade da costa, introduzindo a mudanças nas unidades fisiográficas, alterando a paisagem, quase sempre com uma significativa redução na biodiversidade. Aliado a essas perdas temos um impacto econômico a longo prazo, visto que as dunas frontais servem de proteção para a linha de costa, e que a retirada ou degradação das mesmas causa destruição de projetos urbanísticos que estejam localizados próximos a linha de praia.



## 2 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está inserida no contexto do sistema Barreira/Laguna IV, entre o município de Cidreira, no bairro Nazaré (577149 m E, 6662421 m N), e o município de Tramandaí, no bairro Jardim do Éden (580917 m E, 6673102 m N) (Fig. 2).

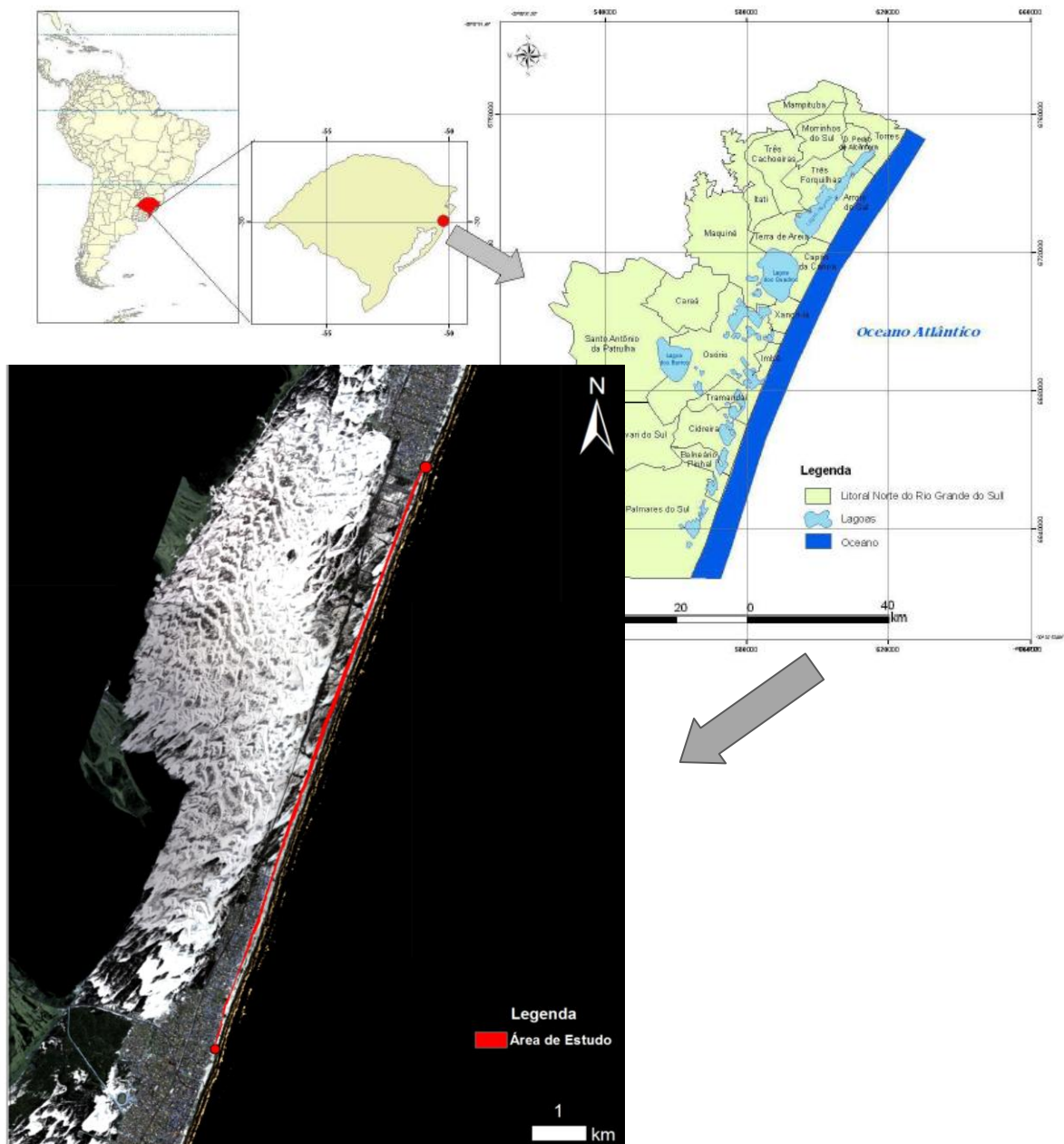


Figura 2: Localização da área de estudo, detalhada em mapa georeferenciado, destacando a presença do campo de dunas e da área urbana adjacente. Modificado de Strohaecker, 2007.

Os balneários de Jardim do Éden e Salinas assim como o bairro Nazaré localizam-se junto à RS 786, entre Cidreira e Tramandaí. Suas principais vias de acesso são a RS 784, para quem utiliza a RS 040 no sentido litoral. Outra opção é a RS 030 para os que preferem a BR 290.



Figura 3: Principais vias de acesso a área de estudo. Fonte: [www.cidreira.rs.gov.br](http://www.cidreira.rs.gov.br)

### 3 JUSTIFICATIVA

Esse estudo tem por finalidade investigar os processos que ocorrem no ambiente das dunas frontais relacionados aos fatores ambientais e ao uso e ocupação na área proposta. É necessário que os órgãos competentes tenham clareza das potencialidades e restrições referentes ao uso de patrimônios naturais, bem como fiscalizar e punir as atividades ilegais realizadas nestas áreas. Com a elaboração do plano de gestão serão definidas as potencialidades e restrições do ambiente para o uso da população, visando a sua preservação em conjunto com as alterações já ocorridas.

O manejo de dunas, junto com o controle do uso da área, é uma prática muito utilizada na solução dos problemas de erosão, pois preserva as características naturais desse ecossistema e sua biodiversidade, respeitando as necessidades dos municípios, porém sem afetar o ambiente. A proposta de soluções deve conciliar o desenvolvimento dos municípios com a preservação ambiental, e com isso facilitar o acesso à praia sem prejudicar as dunas frontais.

## 4 OBJETIVOS

O desafio deste projeto é conciliar as necessidades dos municípios presentes na área, com a necessidade de conservação dos recursos naturais. Este enfoque aproxima-se da estratégia de Manejo Integrado da Zona Costeira (ICZM), preconizado por Clark (1996). É necessário que se incorpore ao manejo do cordão de dunas frontais, a conservação da biodiversidade, a maximização dos benefícios econômicos sem agredir o patrimônio ambiental, a proteção da vida presente no local e a sua proteção futura (p.ex. retirada de areia, uso e ocupação indevidos, etc).

### 4.1 GERAL

O projeto tem o intuito de contribuir para o entendimento dos fatores e processos que controlam a morfodinâmica do cordão de dunas frontais entre o Jardim do Éden e Cidreira - RS. Essa proposta auxiliará na compreensão dos fatores que alteram, modificam e sustentam as dunas frontais, além da flora e da fauna presente no local estudado. Pretende-se que o conhecimento da dinâmica das dunas frontais, bem como o uso e ocupação da área possa ser aplicado na elaboração de um plano de manejo para manutenção e preservação do campo de dunas frontais, bem como auxiliar na ocupação costeira.

### 4.2 ESPECÍFICOS

Os seguintes objetivos específicos foram desenvolvidos ao longo da realização do presente estudo:

Análise de imagens de satélite para descrever a variação da morfologia, dimensão e distribuição das diferentes feições das dunas frontais.

Análise de fatores que afetam as dunas frontais, tais como a variação no aporte, velocidade, direção e frequência dos ventos, taxas de precipitação, transporte litorâneo longitudinal, cobertura vegetal, atividade antrópica e suas influências sobre as dunas.

Verificação de qual (is) fator (es) analisado(s) exerce(m) maior influência na presença e no tipo de feições morfológicas das dunas frontais.

Caracterização do uso e ocupação da área.

Confecção de mapas, em um Sistema de Informações Geográfico, com localização de feições importantes (local onde a vegetação é predominante, presença de sangradouros, corredores de alimentação, etc.), fundamental para um programa gestor da área.

Planejamento das atividades de manejo necessárias para harmonizar e integrar os usos antrópicos e funções ecológicas.

Elaboração de um modelo final dos mecanismos que afetam o cordão de dunas frontais: deposição, ação eólica, preservação, vegetação predominante, fauna presente, uso e ocupação da área, atividades antrópicas.

## 5 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo da morfodinâmica das dunas eólicas frontais na região costeira que engloba parte dos municípios de Tramandaí e Cidreira requer a utilização de diversos métodos para a obtenção de resultados concisos e posterior formulação de idéias para um futuro plano gestor.

Para a realização deste trabalho, inicialmente foram realizadas pesquisas bibliográficas para melhor compreensão das estruturas, espécies de plantas e animais que poderiam ser encontradas nas dunas frontais. Na etapa de pré-campo houve a delimitação, em um Sistema de Informações Geográficas (SIG), as áreas de monitoramento. O material utilizado para essa delimitação constou de imagens do satélite QuickBird, em uma combinação (pan-sharpened) da banda pancromática com a banda do vermelho, verde e azul. Esta combinação é interessante por aliar a maior resolução espacial da banda pancromática (0,6 m) com a resolução espectral (possibilidade de ver os alvos em cores) das demais bandas. Essas imagens foram georeferenciadas através da utilização de pontos de apoio obtidos por um sistema de DGPS.

A segunda etapa consistiu em visitas ao campo, com o intuito de obter parâmetros físicos das dunas e amostras de plantas para identificação no nível de espécie.

A análise morfodinâmica das dunas frontais foi realizada em quatro visitas a campo, espaçadas em intervalos de cerca de dois meses entre si. Em cada visita realizou-se um monitoramento das dunas selecionadas para este estudo, através da marcação de pontos estratégicos com GPS (*Global Positioning System*) Garmin modelo eTrex Legend, para posterior determinação de variações nas dunas frontais.

Após os trabalhos de campo os dados coletados foram processados e houve a atualização dos mapas no SIG. Como produto final, foram elaboradas cartas imagens contendo informações que servirão de subsídio para a Gestão Ambiental da área de estudo.

## **CAPITULO II**

**Caracterização da área de estudo: aspectos geoambientais, biológicos e socioeconômicos.**

## 6 PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL (PCRS)

Carraro *et al.* (1974) propuseram a divisão do Estado do Rio Grande do Sul em quatro províncias geomorfológicas: o Planalto, a Depressão Periférica, o Escudo Sul-Rio-Grandense e a Planície Costeira. A Planície Costeira do Rio Grande do Sul, com cerca de 33.000 km<sup>2</sup> possui uma linha de costa suavemente ondulada, sem reentrâncias significativas, que se estende por cerca de 630 km, desde o rio Mampituba em Torres, ao norte, até a desembocadura do arroio Chuí, ao sul (Fig. 4) (TOMAZELLI *et al.*, 1996). A sua largura varia de 20 a 80 km (HESP *et al.*, 2005).

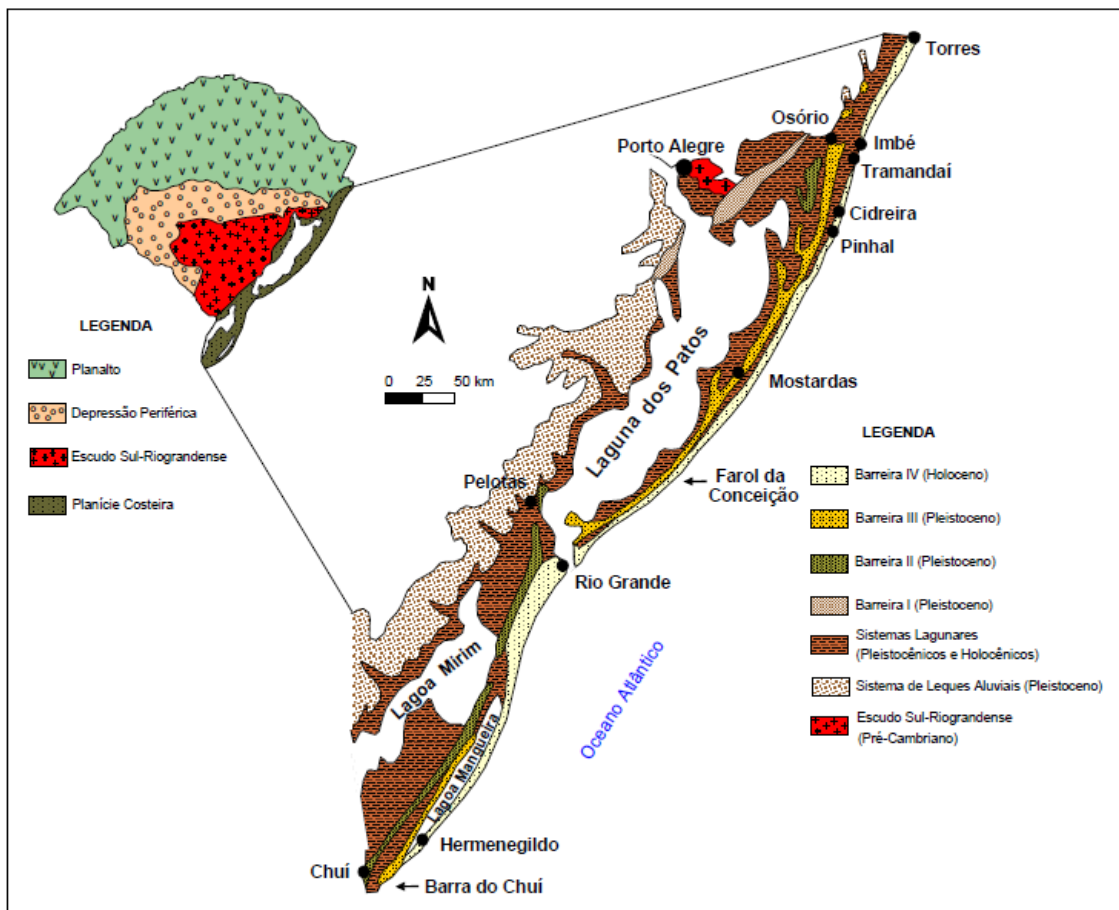


Figura 4: Províncias geomorfológicas do RS e mapa geológico simplificado da Planície Costeira (Tomazelli & Willvock, 2000). Fonte: Souza, 2002.

Esta feição geomorfológica foi gerada pela justaposição lateral de depósitos sedimentares relacionados a quatro sistemas deposicionais do tipo Laguna/Barreira. A estes sistemas correspondem quatro eventos de elevação eustática do nível do



mar que geraram os sistemas I, II, III (pleistocênicos) e o sistema IV (Holocênico) ainda ativo (Fig. 5) (VILLWOCK *et al.*, 1986).

A atual linha de costa da PCRS apresenta uma orientação geral Nordeste-Sudoeste com praias arenosas retilíneas e contínuas predominantemente dominada por ondas.

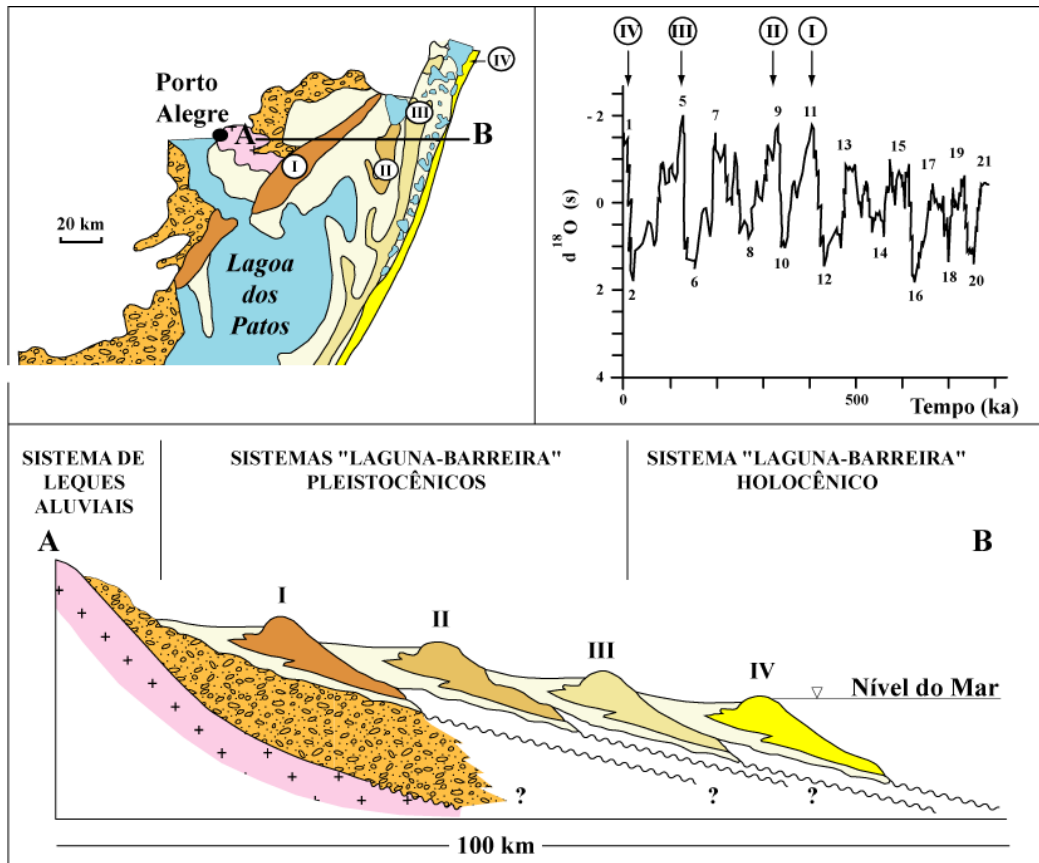


Figura 5: Perfil esquemático transversal dos sistemas deposicionais da Planície Costeira do RS. As barreiras são correlacionadas aos últimos maiores picos na curva isotópica de oxigênio. Fonte: Tomazelli; Villwock, 2000.

## 6.1 CIDREIRA E TRAMANDAÍ (JARDIM DO ÉDEN)

A área do município de Cidreira possui 235 km e aproximadamente 15 km de orla marítima, variando a largura da faixa de praia conforme a urbanização. Tramandaí possui 143,57km<sup>2</sup> e aproximadamente 12 km de extensão de praia. A área de estudo está restrita a parte de cada um dos municípios, em Cidreira abrange

os bairros de Nazaré e Salinas e em Tramandaí abrange parte do bairro Jardim do Éden (Figura 3).

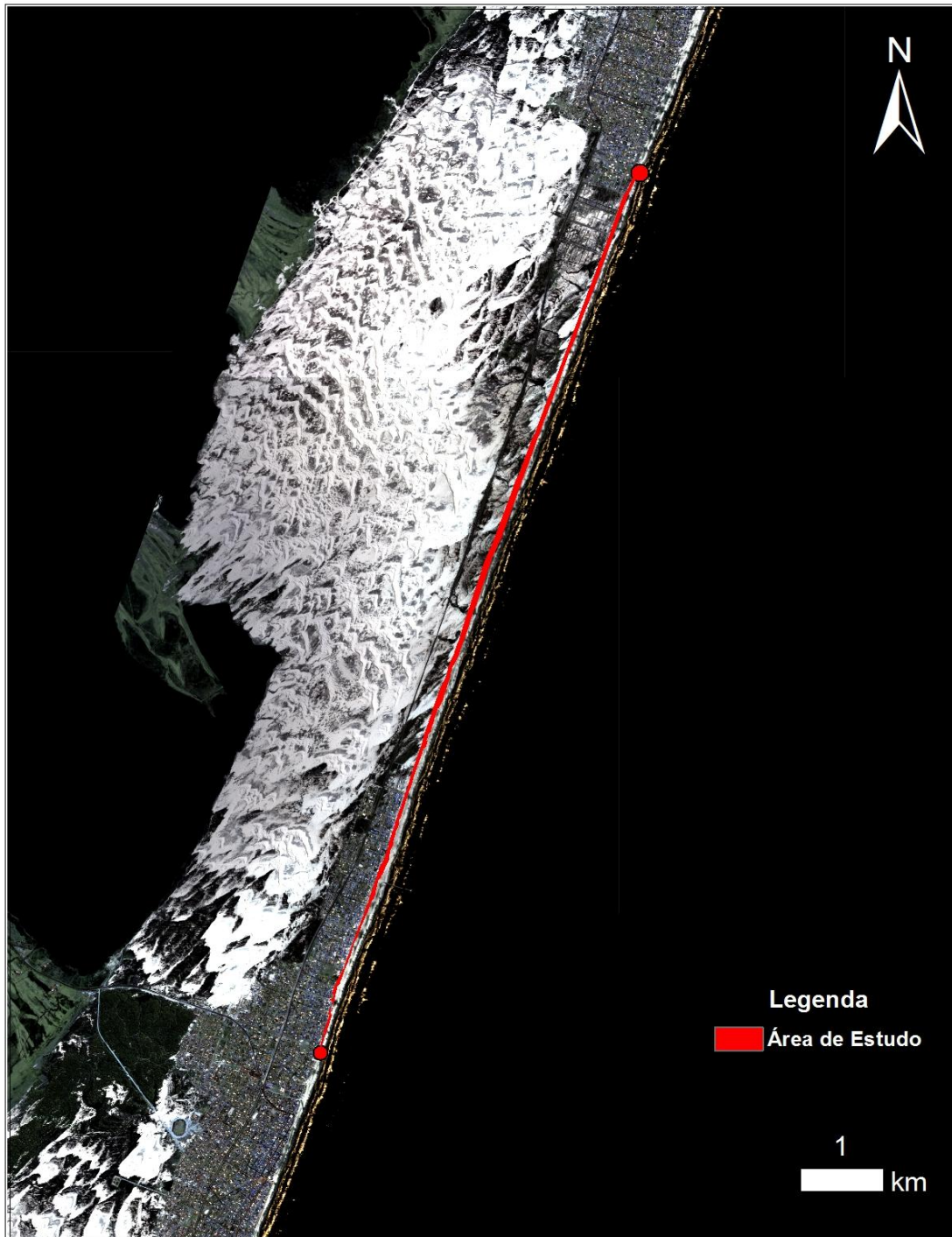


Figura 6: Mapa representando a área de estudo, que compreende o campo de dunas frontais de Cidreira e Tramandaí (Jardim do Éden).

Nos aproximadamente 15 km compreendidos na área de estudo pode-se observar três tipos diferentes de urbanização. De acordo com a classificação proposta pelo Projeto Orla temos áreas não urbanizadas, em processo de urbanização e com urbanização consolidada.

O sistema deposicional Laguna/Barreira IV é o mais recente, e desenvolveu-se durante o Holoceno como consequência da última grande transgressão pós-glacial (TOMAZELLI; VILLWOCK, 2005). Nesta região, o sistema IV é o produto da migração de uma barreira costeira transgressiva.

A barreira na região de Cidreira é de caráter transgressivo, porém, da mesma forma que em Jardim do Éden, a transgressão parece ser controlada, principalmente, por um balanço negativo de sedimentos no sistema praial (DILLENBURG *et al.*, 2008). Esse processo é acompanhado de uma expressiva transferência de areia, no sentido da depressão lagunar holocênica, na forma de dunas.

A área é constituída por uma faixa do cordão de dunas frontais não urbanizada, onde essa faixa arenosa, alongada segundo o vento NE, possui uma vegetação muito esparsa, permitindo ao vento transportar a areia e assegurar o suprimento para o campo de dunas (TOMAZELLI *et al.*, 2008) presente em Cidreira.

## 7 CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DAS PRAIAS

### 7.1 Clima

A região estudada está localizada dentro da Zona Subtropical Sul e sofre a influência de fatores dinâmicos como as massas marítimas e fatores estáticos como o relevo, esses e outros fatores associados controlam o clima da região. Como fatores dinâmicos que condicionam o clima da região se destacam dois centros de alta pressão: o Anticiclone Semipermanente do Atlântico Sul ou Anticiclone de Santa Helena e Anticiclone Migratório Polar (HASENACK; FERRARO, 1989), ou seja, as massas marítimas, de origem tropical e polar com a influência do relevo, devido à presença do Planalto da Serra Geral atuam no controle de alguns parâmetros climáticos como, por exemplo, na condensação das massas úmidas provenientes do oceano e sua consequente precipitação (NIMER, 1989). Dentre os principais fatores estáticos que condicionam o clima estão: a latitude, a geomorfologia e a maritimidade (que age como regulador da temperatura).

Segundo a classificação de Köppen (1918), o clima da região é do tipo Cfa ou Subtropical úmido, ou seja, clima temperado úmido com chuvas bem distribuídas ao longo do ano nos seus valores médios, não caracterizando uma estação seca definida.

### 7.2 Regime de ventos

O regime de ventos se apresenta como importante agente modelador na paisagem da Planície Costeira, sendo subordinado às variações de circulação das grandes massas de ar regionais. Neste aspecto, dois elementos devem ser destacados: a velocidade e o sentido em que o vento sopra.

A origem dos ventos do Litoral Norte do RS relaciona-se com os dois sistemas de alta pressão que atuam nessa região Anticiclone do Atlântico Sul ou Anticiclone Migratório Polar (HASENACK; FERRARO, 1989).

Para aprimorar o conhecimento a respeito deste regime de ventos, Tomazelli (1993) utilizou dados meteorológicos de duas estações (Imbé e Torres). Os dados coletados relativos a treze anos (1970 a 1982), nos mostra que o vento mais frequente na região para os meses do ano é o vento proveniente da direção Nordeste – NE, com exceção do mês de junho onde o vento mais frequente provém de Oeste – W. Apesar das direções predominantes, os ventos dos quadrantes Sul, Sudeste, Leste e Sudoeste possuem freqüência e direção considerável em todos os meses do ano.

Vento	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
N	2.2	1.4	3.0	4.4	6.0	4.0	4.5	2.4	1.4	0.5	1.0	0.7	2.6
NE	50.9	48.7	40.7	36.8	30.7	29.1	38.5	35.1	46.6	42.2	44.3	53.2	41.4
E	12.9	12.8	14.3	9.0	7.5	7.0	6.1	7.9	10.1	12.7	11.4	14.4	10.5
SE	9.8	9.6	11.1	7.9	5.7	3.6	2.5	5.7	6.1	7.4	9.6	9.0	7.3
SE	7.6	7.2	8.9	6.9	4.5	3.7	4.5	7.0	5.5	8.9	10.8	8.5	7.0
SW	4.5	5.3	6.2	6.3	7.0	7.3	7.6	10.5	9.9	10.7	9.6	5.3	7.5
W	6.4	9.2	11.0	22.2	28.1	32.7	26.1	23.1	14.5	13.5	12.7	7.8	17.3
NW	1.6	1.5	0.8	1.0	2.9	3.4	1.1	1.2	1.0	0.9	0.6	1.0	1.4
Calma	4.1	4.3	3.9	5.3	7.6	9.3	9.0	7.0	4.9	3.4	0.0	0.0	4.9

Tabela 1: Freqüência percentual, ao longo dos meses do ano, dos ventos superficiais na estação de Imbé (Aproximadamente 40 km da área de estudo). Período de Observação: 1970 - 1982. Fonte: Tomazelli, 1993.

### 7.3 EROSIÃO COSTEIRA

A erosão costeira é um processo natural que afeta grande parte das praias do mundo e, basicamente, ocorre quando a taxa de remoção de sedimentos é maior do que a de deposição. Inúmeros são os fatores que causam este desequilíbrio entre “o que chega” e “o que sai”, tais como tempestades, elevação do nível relativo do mar, falta de fonte de sedimentos, correntes paralelas à costa, entre outros. O resultado desse desequilíbrio é a migração da linha de costa em direção ao continente.

Segundo Toldo Jr. *et al.* (1996) os 630 km de costa do litoral do Rio Grande do Sul não recebem suprimentos atuais de sedimentos continentais, isso porque a descarga de areia produzida pela bacia de drenagem de sudeste do Estado é retida nos sistemas lagunares e estuarinos.

A erosão afeta o litoral do Rio Grande do Sul em diversos locais, e é resultante da inclinação da linha de costa (que deixa algumas praias “de frente” para as tempestades enquanto protege outras), da topografia de fundo (que pode atuar convergindo as ondas para um mesmo local, causando aumento da energia) e das correntes de deriva, mas muitos destes locais ainda não são urbanizados.

Calliari (1998) indicou as marés de tempestades como um dos agentes efetivos de erosão da praia e de retração das dunas ao longo da costa do Rio Grande do Sul, além desse fato ele mostrou também que, devido à orientação e as características das praias, as taxas de erosão são mais acentuadas em direção ao sul. Outro agente de forte influência nos fenômenos erosivos encontrados na costa gaúcha é as tormentas extratropicais (TOMAZELLI *et al.* 1999), os autores revelam, ainda, seus impactos sazonais na costa, incluindo perda de propriedades públicas e privadas, degradação da praia de recreação e exposição de turfas e outros sedimentos lamosos lagunares em vários pontos da costa.

De acordo com Martinho (2008), Jardim do Éden e Cidreira, fazem parte de uma área que devido as altas energias de ondas e taxas de transporte longitudinal de sedimentos provocam a erosão da linha de costa e a conseqüente retrogradação da barreira. Essa erosão disponibiliza maior volume de areia para o transporte eólico. Desse modo, o aporte sedimentar juntamente com a baixa umidade e o alto potencial de deriva eólica, observados nessa região, são responsáveis pela formação de grandes campos de dunas.

### **CAPITULO III**

#### **Proposta para o Plano de Manejo da Área**

## 8 DIAGNÓSTICO DA ÁREA

O litoral norte do Rio Grande do Sul concentra, ao longo de 123 km, quase toda a população costeira do estado. A sua urbanização foi caracterizada pela falta de planejamento, ocupação de áreas de risco e destruição ou alteração de áreas protegidas por lei (ESTEVEZ *et al.*, 2003). Os municípios de Cidreira e Tramandaí são exemplos dessa ocupação desenfreada da orla marítima. A ocupação do espaço se processou por meio de loteamentos imobiliários que muitas vezes avançaram sobre o sistema de dunas frontais, acarretando atualmente problemas cíclicos de manutenção das vias públicas e destruição de residências ou outros projetos urbanísticos.

### 8.1 FLORA

A vegetação das dunas frontais da área é dominada por espécies herbáceas, em geral rizomatosas ou estoloníferas, de rápido crescimento e grande capacidade de rebrotamento. Essas plantas são classificadas como halófitas, pois possuem mecanismos adaptativos para suportar altas taxas de salinidade. No levantamento foram amostradas as espécies mais representativas sobre as dunas (Tabela 2).

<b>Famílias</b>	<b>Espécies</b>
Amaranthaceae	<i>Blutaparon portulacoides</i>
Araliaceae	<i>Hydrocotyle bonariensis</i>
Asteraceae	<i>Baccharis radicans</i>
Asteraceae	<i>Senecio crassiflorus</i>
Cyperaceae	<i>Androtrichum trigynum</i>
Cyperaceae	<i>Cyperus</i> sp.
Poaceae	<i>Panicum racemosum</i>
Poaceae	<i>Paspalum vaginatum</i>
Poaceae	<i>Spartina ciliata</i>

Tabela 3: Espécies encontradas e identificadas nas dunas frontais da área de estudo.



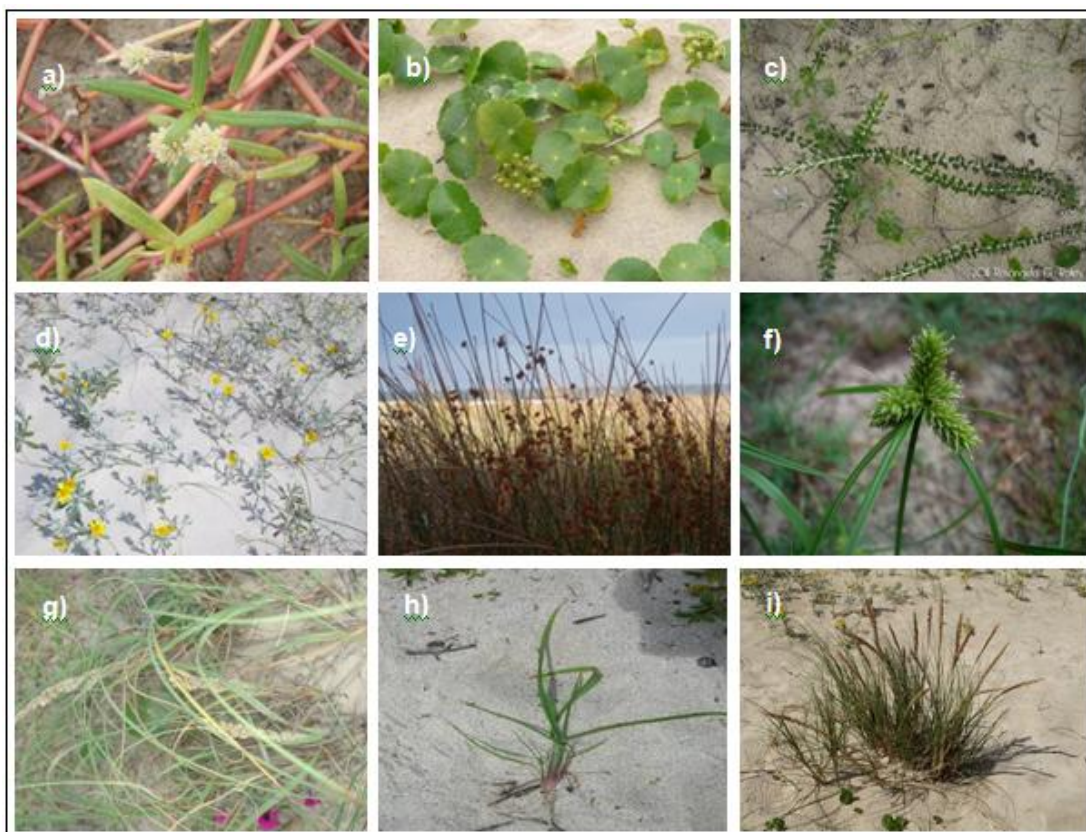


Figura 7: Espécies amostradas - a) *Blutaparon portulacoides*; b) *Hydrocotyle bonariensis*; c) *Baccharis radicans*; d) *Senecio crassiflorus*; e) *Androtrichum trigynum*; f) *Cyperus* sp.; g) *Panicum racemosum*; h) *Paspalum vaginatum*; i) *Spartina ciliata*.

A vegetação apresenta-se em bom estado de conservação em grande parte do trecho, porém a ação antrópica se faz sentir pelo registro de duas espécies exóticas *Casuarina equisetifolia* e *Lampranthus* sp. (Fig. 8), pelo acúmulo de lixo e pelo tráfego de veículos na zona entre as dunas frontais e a linha de maré alta, afetando as dunas embrionárias. Apesar do esforço na identificação das espécies, três ficaram sem identificação (Fig. 9).



Figura 8: Espécies exóticas encontradas na área de estudo - a) *Lampranthus* sp.; b) *Casuarina equisetifolia*.



Figura 9: Espécies não identificadas.

## 8.2 FAUNA

Embora à primeira vista as dunas frontais pareçam construir um ambiente quase totalmente desprovido de fauna, elas abrigam uma fauna formada por organismos especialmente adaptados aos rigores deste habitat. No que concerne ao litoral brasileiro, a quase totalidade dos trabalhos já publicados refere-se às comunidades vegetais, sendo raras as publicações que incluem dados sobre fauna.

Dentre a grande variedade de organismos que habitam esse ambiente, destacam-se os formicídios, coleópteros, ortópteros, dípteros, himenípteros, entre outros. Além dos insetos, podemos encontrar espécies de anfíbios como o Sapo-da-areia (*Bufo arenarum*); Lagartos como a lagartixa-das-dunas (*Liolaemus occipitalis*); aves que utilizam as dunas como local de alimentação, nidificação ou para descanso como o Caminheiro (*Anthurus corendera*), o Curriqueiro (*Geositta cunicularia*), Andorinhas (*Tachycineta* sp.), Coruja-buraqueira (*Athene cunicularia*), entre outras. Outro interessante vertebrado, exclusivo deste ambiente, é o Tuco-tuco-da-praia (*Ctenomys flamarioni*), um roedor que escava complexos sistemas de túneis dotados de ramificações e várias aberturas nas dunas frontais.

Os sistemas de dunas frontais constituem um habitat de grande importância ecológica cuja biodiversidade é pouco estudada. Lamentavelmente, a intensificação do uso e ocupação do solo tem destruído em grande parte dos locais esse habitat, isso pode levar a extinção de espécies que talvez nem se conheça devido aos poucos estudos realizados com a fauna deste ambiente.

## 9 CONTRIBUIÇÃO PARA O MANEJO DAS DUNAS FRONTAIS

De acordo com o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (Lei 7661 / 16 de maio de 1988), Lei Estadual nº 11520/2000 e Decreto nº 5300 de 2004, as dunas são consideradas áreas de preservação permanente. A ocupação desenfreada do litoral gaúcho e o uso indevido dos espaços das praias, principalmente durante o verão causaram perdas irreparáveis desse ecossistema. Visando controlar o uso e ocupação do cordão de dunas frontais, bem como minimizar os impactos existentes a Secretaria Estadual do Meio Ambiente em 2005 faz saber que compete aos municípios elaborar Planos de Manejo de Dunas, no qual deveriam ser elencados os conflitos existentes entre os equipamentos urbanos e conservação das dunas.

A Resolução CONAMA nº 237 de dezembro de 1997 que regulamenta o licenciamento ambiental institui que cabe ao órgão ambiental competente, estabelecer as condições, restrições e medidas de controle ambiental. No RS o órgão competente é a Fundação Estadual de Proteção Ambiental do Rio Grande do Sul – FEPAM, esta instituiu normativas para a elaboração desses planos de manejo. Essas normativas estão dispostas em três licenças: Licença Prévia (LP) que tem a finalidade de aprovar a localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implantação; Licença de Instalação (LI) que autoriza a instalação da atividade de manejo de acordo com as especificações constantes dos projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes – para obter esta licença o município deve apresentar seu plano de manejo de dunas; Licença de Operação (LO) que autoriza a operação da atividade, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta nas licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação.

Para a minimização dos impactos nesse ecossistema e visando conservar a biodiversidade local e manter as características do sistema praia-dunas presente na área de estudo, foi utilizado os modelos de licenças (LP, LI, LO) concedidas pela FEPAM para elaborar ações que podem ser utilizadas num futuro manejo da área.

## 9.1 AÇÕES PRÉ-MANEJO

### 9.1.1 Retirada de resíduos antrópico das dunas

A atividade de manejo das areias do cordão de dunas frontais só deve ser realizada mediante prévia limpeza de todo resíduo antrópico (caliça, lixo, etc.) depositado sobre a faixa de dunas. Essa remoção deverá ser realizada de forma manual e deverá contemplar toda largura da faixa de dunas frontais. Tem caráter preventivo no que tange a recuperação e conservação da referida APP, bem como, visa manter limpa a área de uso comum da população.

### 9.1.2 Remoção de intervenções antrópicas

Deverão ser removidas todas as intervenções antrópicas promovidas sobre o cordão de dunas frontais, tais como: praças, jardins, caminhos artificiais, decks, passarelas, fragmentos de rochas e postes sobre a área de dunas. Essa remoção visa deixar a área livre para a realização do manejo, onde pode ser feita a recuperação ou a reconstrução das dunas frontais.

### 9.1.3 Coibição de veículos na praia

De acordo com a Lei 9.503 de 23 de setembro de 1997 que institui o Código de Trânsito Brasileiro as praias são consideradas vias terrestres abertas à circulação pública. Porém, praias são como praças, lugares frequentados por pedestres para lazer e práticas desportivas. Além do risco de acidentes, onde há veículos há poluição, não só a emissão de gases, mas também derramamento de óleo e lixo. Esse tráfego causa danos ambientais graves como mobilização dos sedimentos, degradação da vegetação, compactação do solo, entre outros.

Outro problema grave gerado pelos veículos é a necessidade de aberturas de ruas para terem acesso à praia. Para que a coibição dos veículos na praia seja feita, cabe aos municípios terem leis específicas proibindo essa prática.

#### **9.1.4 Fechamento de ruas**

O fechamento de ruas para o início do plano de manejo é de suma importância para reconstrução da duna frontal e para coibir o acesso de veículos à beira mar. Os acessos a praia para pedestres devem ser através de passarelas construídas em locais de maior movimentação.

### **9.2 MANEJO DAS DUNAS FRONTAIS**

#### **9.2.1 Quanto à preservação e conservação ambiental**

A revegetação das dunas frontais deverá ser feita apenas com o plantio de espécies pioneiras nativas de dunas costeiras e comuns na área. Para a área em questão devem-se usar as espécies citadas na Tabela 2. As ações de estabilização, recomposição e fixação de dunas com uso de revegetação deverão ser acompanhadas por todo o período do manejo.

A vegetação e exemplares da fauna que se encontram na lista de espécies ameaçadas de extinção deverão ter atenção especial na perpetuação na faixa de dunas, tendo como exemplo a espécie vegetal *Blutaparon portulacoides* e a espécie animal *Ctenomys flamarioni* (Tuco-tuco-da-praia). Lembrando que cada espécie tem suas necessidades, animais como o Tuco-tuco-da-praia necessitam da duna livre para construir sua galeria de túneis, esse fato tem que ser levado em conta quando for feita a revegetação das dunas frontais.

#### **9.2.2 Quanto aos acessos e estruturas de fixação das dunas**

Os caminhos de acesso e estruturas de fixação das dunas deverão seguir as orientações da FEPAM. As passarelas deverão seguir as seguintes condicionantes: largura máxima de 2,5 m; ser de uso exclusivo para pedestres; ser implantadas transversais à direção do vento NE; devem permitir a fixação da vegetação nativa; não devem interferir na dinâmica sedimentar da zona de praia e de formação do cordão de dunas frontais; manter um vão livre entre a duna e a passarela de no mínimo 1,8 m.



Os acessos operacionais para veículos automotores deverão seguir as seguintes condicionantes: largura máxima de 2 m; ser de uso exclusivo para ambulâncias, veículos oficiais e outros necessários para a realização do manejo; os acessos deverão ser sinalizados e conter barreiras físicas.

Os sistemas estruturais (cercados/esteiras) para a construção de dunas frontais deverão seguir as seguintes condicionantes: serem construídas com ripas de madeira tratada com 5 cm de largura e 1,2 m de altura; as esteiras devem ter 50% de porosidade e serem implantadas paralelas ao mar ou transversais ao vento NE.

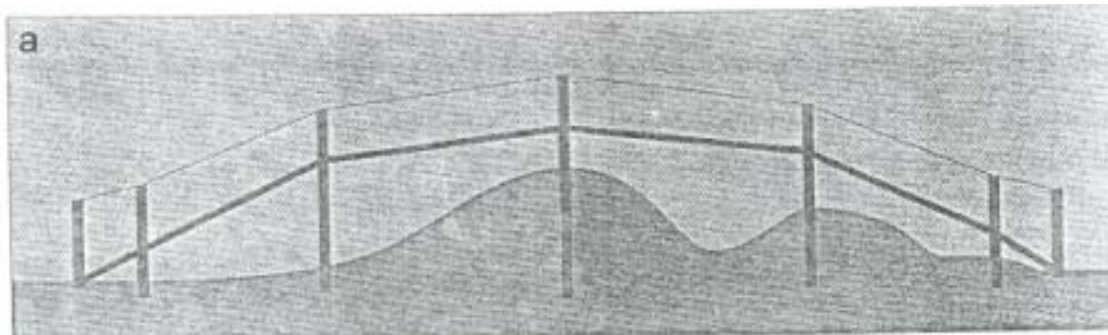


Figura 10: Detalhamento da construção de uma passarela (Texas General Land Office, 1991). Fonte: Gruber *et al.*, 2008.

### 9.2.3 Quanto à drenagem pluvial

Os sangradouros de escoamento pluvial deverão seguir as orientações da FEPAM: poderão ser desobstruídos com utilização de máquinas mantendo uma largura máxima de 1,5 m ao longo de seu curso; as estruturas de drenagem pluvial relacionadas a macrodrenagem e o prolongamento das manilhas junto a faixa de praia deverão ter a construção e estabilização da duna imediatamente após a intervenção proposta; deve ser realizada a certificação que a estrutura de drenagem pluvial não tem nenhuma conexão com esgotos domésticos; fica o município responsável pela aplicação de projeto de macrodrenagem de forma a executar a drenagem das áreas urbanas evitando a abertura de novas transposições.

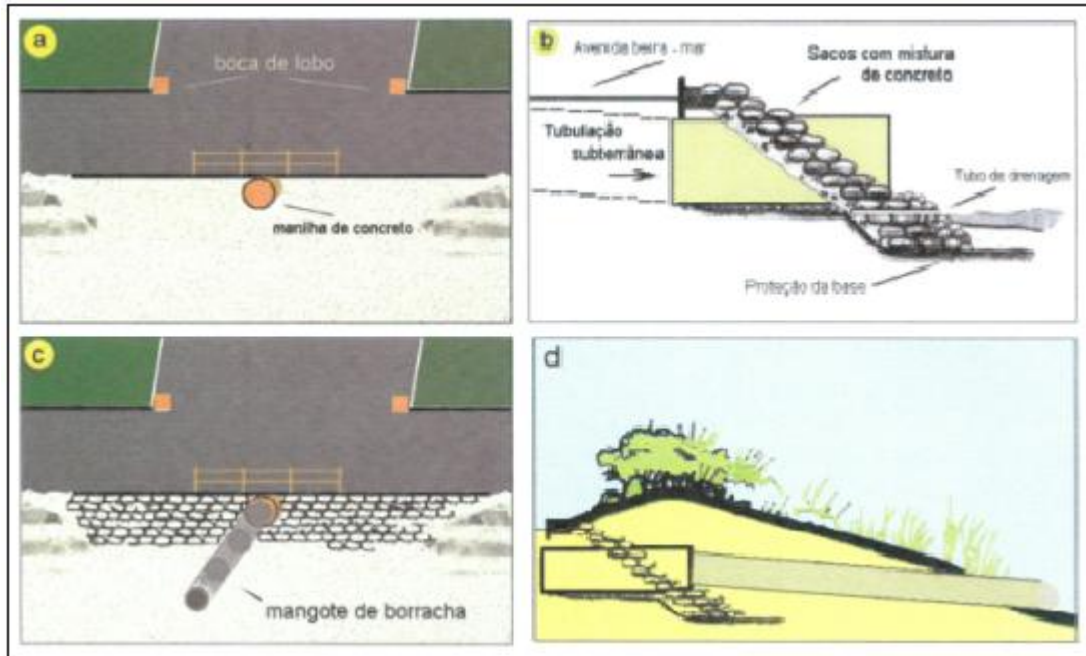


Figura 11: Modelo esquemático de vertedouro. Modificado de Gruber *et al.*, 2008.

#### 9.2.4 Quanto às intervenções pontuais

Em relação às intervenções pontuais para ações de revegetação, implantação de passarelas, caminhos, recuperação, estabilização e fixação do cordão de dunas frontais, além de limpeza e correção da drenagem pluvial com vistas à desobstrução do escoamento das águas nas vias públicas, a área de estudo foi dividida em dez pontos, os quais devem ser alvo de ações para recuperar as dunas frontais. As coordenadas dos pontos foram marcadas no início do trecho de cada ponto.

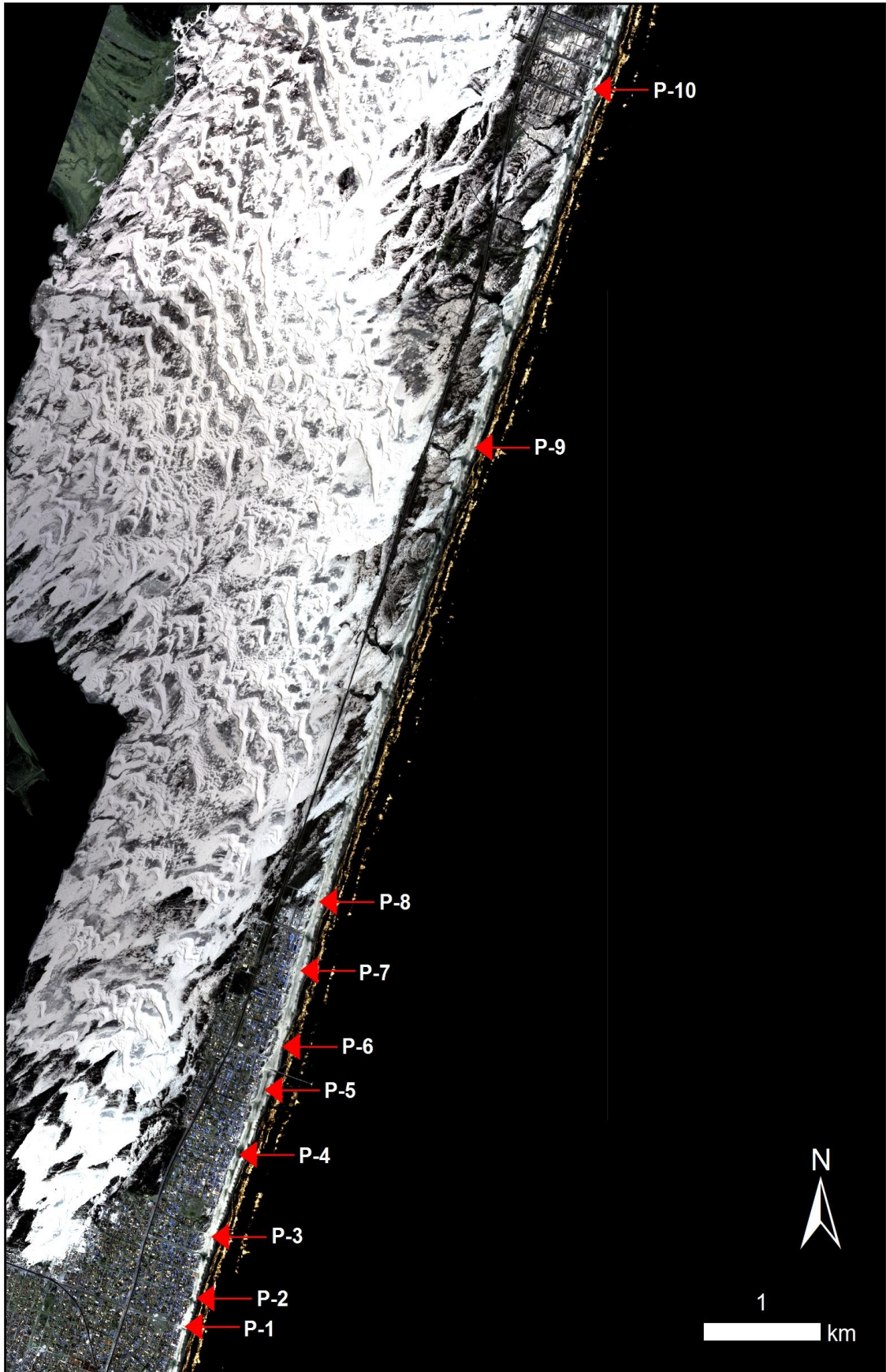


Figura 12: Mapa com os pontos para realização do plano de manejo.



#### 9.2.4.1 Ponto 1 (577125 E, 6662393 N)

Situa-se no início da área de estudo, bairro Nazaré no município de Cidreira, trecho 1 do mosaico Cidreira – Tramandaí.

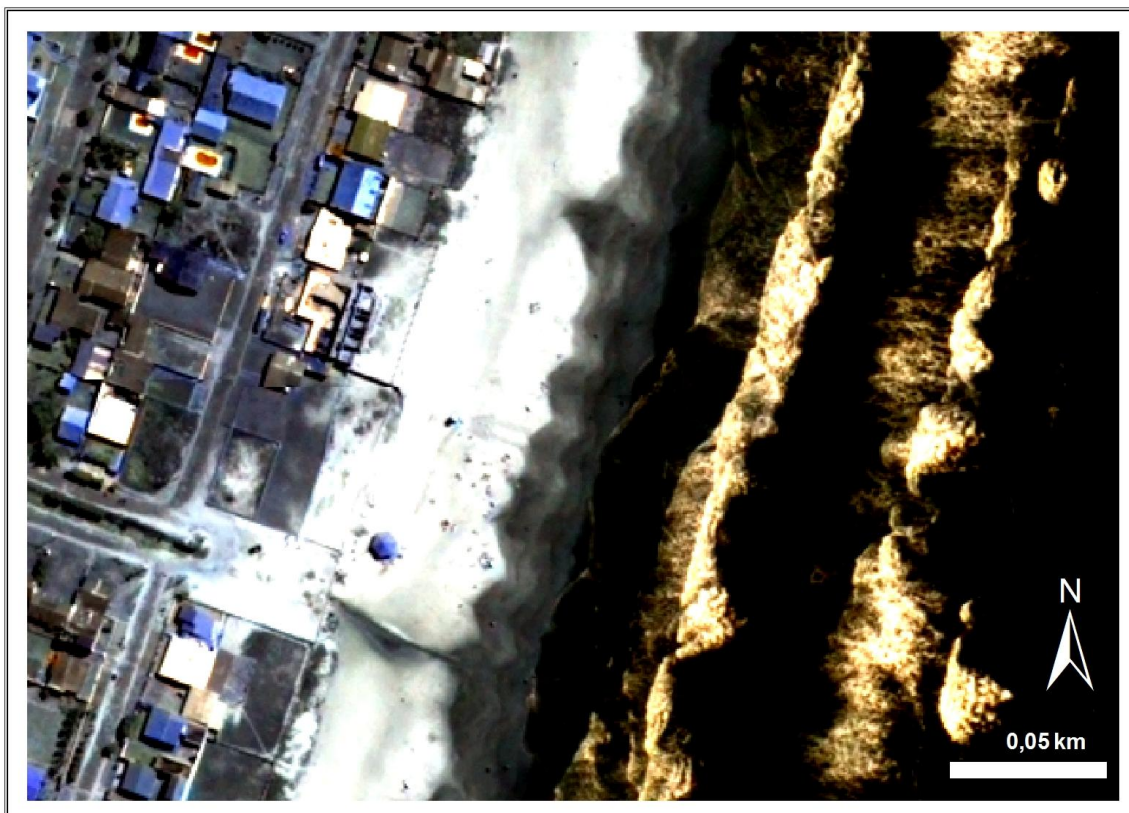


Figura 13: Imagem de satélite com a localização do ponto 1, mostrando a orla com urbanização consolidada e a quase inexistência do cordão de dunas frontais.

#### Diagnóstico:

Esta área foi diagnosticada como uma das prioritárias ao manejo em razão do avanço da urbanização e construções paisagísticas (Fig. 14). Parte desta área apresenta um muro baixo para contenção da areia, devido à entrada de rua. Pode-se também observar um sangradouro e ainda uma escada para acesso de pedestres à praia. Esse trecho quase não apresenta dunas frontais, apenas uma faixa de dunas coberta por vegetação (predominantemente *Panicum racemosum* e *Senecio crassiflorus*) com largura entre 5 e 7 m rente a tela de uma moradia.

Fica evidente o fato de que esta área se desenvolveu sem respeitar o recuo mínimo em relação às dunas frontais para construção de moradias bem como outros projetos urbanísticos. De acordo com a classificação dada pelo Projeto Orla, esse

ponto apresenta uma orla com urbanização consolidada, isso porque se refere a uma área de alto adensamento de construções e população, apresentando paisagens altamente antropizadas (áreas onde já não existem mais dunas frontais), com uma multiplicidade de usos e um alto potencial de poluição sanitária e estética.



Figura 14: Mosaico de fotos mostrando a situação do trecho - sangradouro com estrutura inapropriada, abertura para acesso de pedestres e veículos a beira mar, dunas frontais rente a moradias e locais onde não há mais dunas frontais.

#### Estratégias de manejo:

Construção da duna frontal com máquina através de material oriundo da invasão das ruas do município. A forma da duna acompanhará a duna remanescente;

Estabilização com vegetação pioneira nativa (por exemplo, *Panicum racemosum* (capim da praia), *Senecio crassiflorus* (margarida de praia)) protegida com esteiras de contenção;

Todos os sangadouros artificiais, que tem por finalidade o escoamento pluvial devem seguir o modelo esquemático de vertedouro descrito anteriormente;

Controle e melhoria do acesso a praia nesse trecho, através da implantação de passarelas;

Instalação de placas informativas e educativas;

Em relação às residências próximas a duna frontal, sugere-se o afastamento da tela e contenção da areia com esteiras e vegetação morta;

Em relação às casas onde não há existência de dunas frontais, sugere-se que sejam retiradas do local para reconstrução das dunas.

#### 9.2.4.4 Ponto 2 (577180 E, 6662609 N)

Trecho situado entre os bairros Nazaré e Salinas no município de Cidreira (Fig. 15).

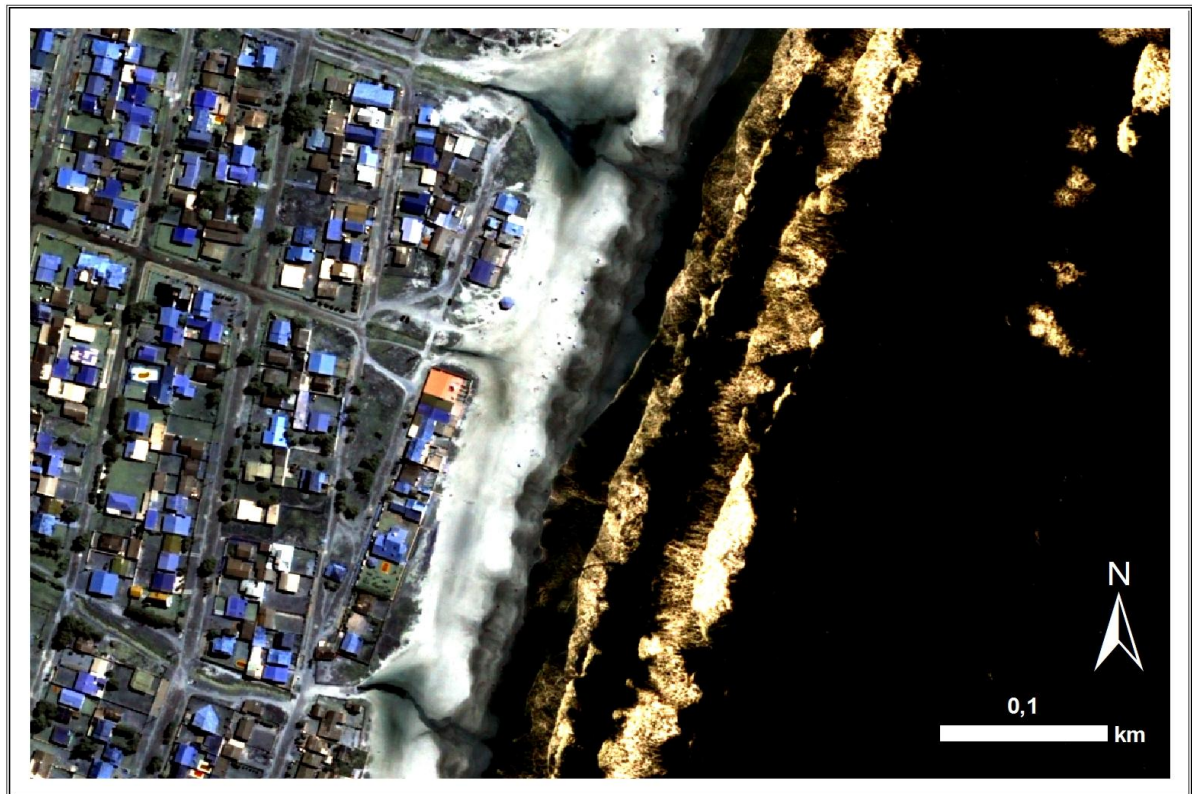


Figura 15: Imagem de satélite com a localização do ponto 2, mostrando acessos para pedestres e veículos a beira mar acompanhados de sangradouros para escoamento pluvial e a urbanização consolidada da área.

#### Diagnóstico:

O ponto 2 apresenta sangradouros acompanhado de abertura de ruas e a quase inexistência de dunas. Neste ponto o acesso a praia pode ser por pedestres e veículos. As construções na sua grande maioria são na beira mar sem a proteção das dunas frontais. Em alguns pontos deste trecho observam-se pequenos resquícios de dunas com vegetação esparsa. É evidente a retirada das dunas para construção de moradias, isso acarretar danos as mesmas quando em períodos de grandes ressacas.



A orla neste trecho possui urbanização consolidada, com adensamento de construções, a paisagem está altamente antropizada com alto potencial de poluição sanitária, devido à existência de fossas sépticas muito próximo a beira mar (Fig. 16).



Figura 16: Mosaico de fotos representando a situação do trecho – sangradouros inapropriados, aberturas de acesso a beira mar e construções a beira mar sem a proteção das dunas frontais.

#### Estratégias de manejo:

Controlar e melhorar o acesso a praia, ou seja, proibir a entrada de veículos e construir passarelas para o acesso dos pedestres a praia;

Retirada das construções ilegais e/ou construção da duna frontal com máquinas (na frente das construções somente se a retirada não for possível);

Todos os sangradouros artificiais, que tem por finalidade o escoamento pluvial devem seguir o modelo esquemático de vertedouro citado anteriormente;

Reconstituição da duna frontal e estabilização através de plantas nativas pioneiras;

Instalação de placas informativas e educativas.

#### 9.2.4.5 Ponto 3 (577323 E, 6663127 N)

Área considerada da marinha pela presença do farol, o ponto esta localizado no bairro Salinas no município de Cidreira (Fig.17).

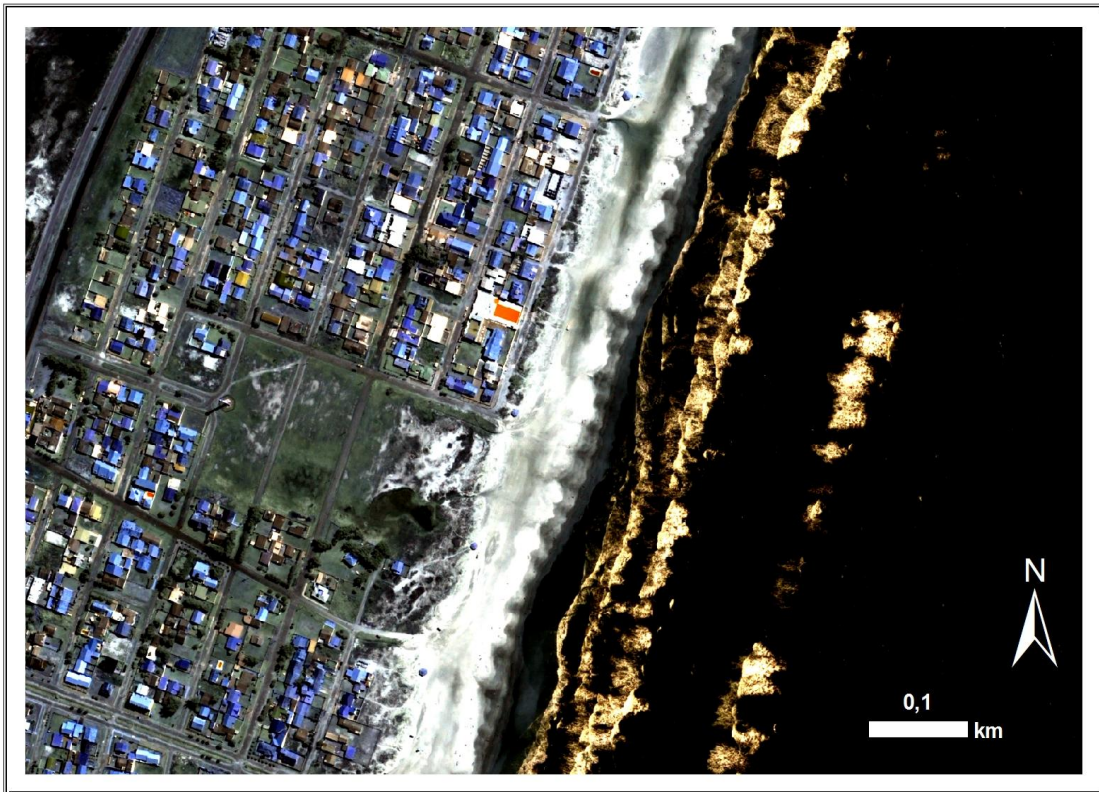


Figura 17: Imagem de satélite com a localização do ponto 3, mostrando a área do farol e as dunas menos antropizadas neste local.

#### Diagnóstico:

Devido à presença do farol é uma das áreas residenciais do município com dunas frontais mais conservadas (Fig. 18). Apesar da boa área de duna e largura (em média 62 m), a morfologia é erosiva por conter grandes brechas na face marinha da duna, marca de extração de areia e fragmentação por abertura de ruas.

A origem e desenvolvimento da bacia de deflação, no entre dunas, está vinculada a morte da cobertura vegetal pelos usuários ao longo do eixo de ação do vento, provocando a mobilidade da areia no sentido sudoeste.



Figura 18: Mosaico de fotos mostrando a situação do trecho – brechas nas dunas, presença de resíduos de construção nas dunas, cobertura vegetal esparsa e abertura de rua

#### Estratégias de manejo:

Controle e melhoria dos acessos à praia através da implantação de caminhos delimitados para pedestre, ou seja, construção de passarelas;

Em relação ao vertedouro natural, sugiro que o afloramento do lençol freático seja estancado na região do pós-duna (formação de bacia ou lagoa de estabilização), e o seu transborde direcionado ao sangradouro do ponto 2;

Todos os sangradores artificiais, que tem por finalidade o escoamento pluvial devem seguir o modelo esquemático de vertedouro citado anteriormente;

Uso de esteiras transversais para o fechamento dos corredores de deflação, cobertura morta e plantio de espécies de vegetação pioneira;

Placas de sinalização e sensibilização pública.

#### 9.2.4.6 Ponto 4 (577572 E 6663770 N)

Localização geográfica: O ponto situa-se no bairro de Salinas, Cidreira. O trecho vai da Rua 15 F até a rua Benedito Lacerda (Fig. 19).



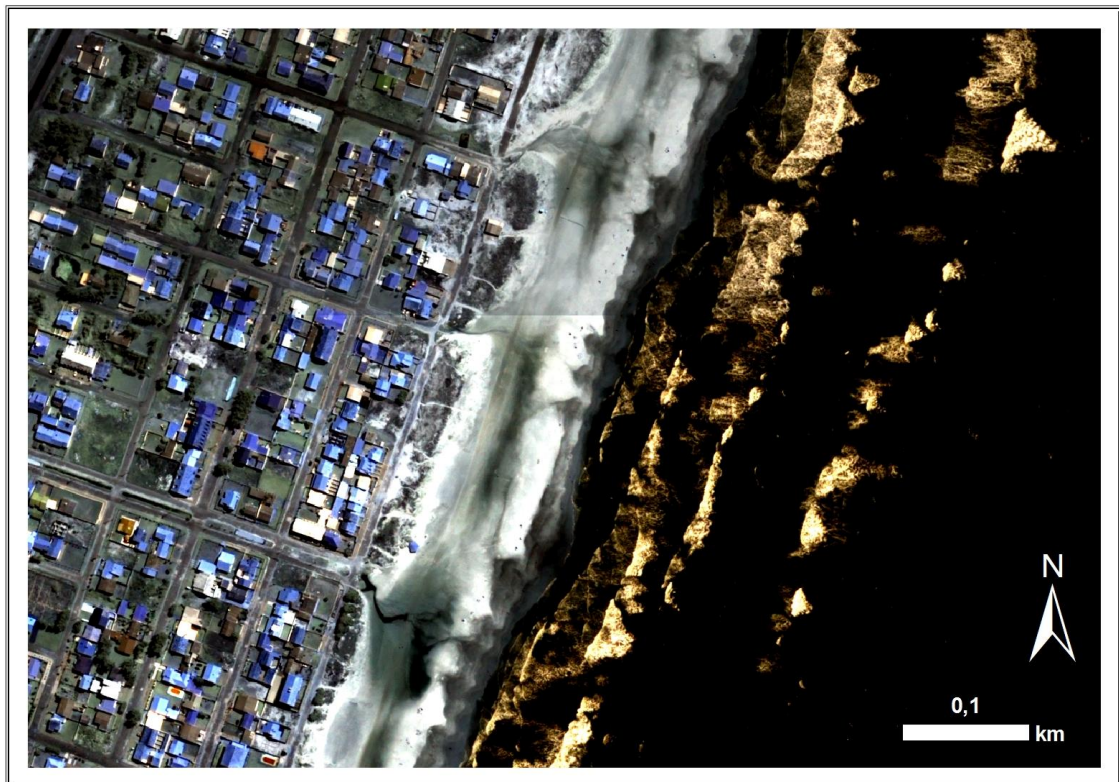


Figura 19: Imagem de satélite com a localização do ponto 4, mostrando muitas brechas nas dunas impactando a vegetação.

#### Diagnóstico:

Este trecho apresenta uma área de conflito entre urbanização e ecossistema eólico, pois apesar do tipo de urbanização horizontal, os cordões de dunas estão marcados por muitas trilhas (*blowouts*) de acesso a praia. Marcas de veículos podem ser visualizadas sobre as dunas frontais, esse fato é mais marcante nos meses de veraneio visto que a população da cidade tem um grande aumento.

É evidente a existência de vegetação exótica (mata de casuarina) em partes da duna frontal deste trecho, essa vegetação descaracteriza a paisagem natural da praia, além de dificultar a existência de algumas espécies características das dunas.

A drenagem das águas pluviais ao mar em parte desse trecho, ocorre por um sangradouro que corta a duna frontal. Esse sangradouro, apesar de cortar a duna frontal é um dos poucos da área de estudo que apresenta um modelo eficaz para o escoamento das águas, faltando apenas o prolongamento da manilha e reconstrução da duna frontal por cima.

A urbanização consolidada da área colaborou para os inúmeros danos as dunas frontais, a área em questão possui muitas residências a beira mar, em muitos

trechos sem proteção alguma contra fenômenos meteorológicos, além disso, o sistema de fossas sépticas para deposição do esgoto cloacal pode em muitos casos causar poluição desse ecossistema (Fig. 20).



Figura 20: Mosaico de fotos mostrando a situação do trecho – aberturas para acesso a pedestres e veículos, sangradouro com estrutura de concreto cortando o cordão de dunas frontais e presença de vegetação exótica (mata de casuarina) sobre as dunas.

#### Estratégias de manejo:

Controlar e melhorar o acesso a praia através da construção de passarelas em pontos desse trecho;

Fechamento das brechas (*blowouts*) existentes na duna frontal através do plantio de espécies pioneiras nativas e espalhamento de cobertura morta;

Extração da vegetação exótica e plantio de espécies nativas;

Todos os sangradouros artificiais, que tem por finalidade o escoamento pluvial devem seguir o modelo esquemático de vertedouro citado anteriormente;

Em locais onde não há mais dunas frontais, sugere-se a construção da duna frontal com máquina através de material oriundo da invasão das ruas do município. A forma da duna acompanhará a duna remanescente;

Em relação às casas onde não há existência de dunas frontais, sugere-se que sejam retiradas do local para reconstrução das dunas. Quando não for possível a remoção que se faça a construção da duna a frente das residências;

Instalação de placas de sinalização e orientação.



#### 9.2.4.7 Ponto 5 (577790 E 6664288 N)

Situa-se no bairro Salinas, tendo seu término na frente da plataforma de pesca de Cidreira (Fig. 21).

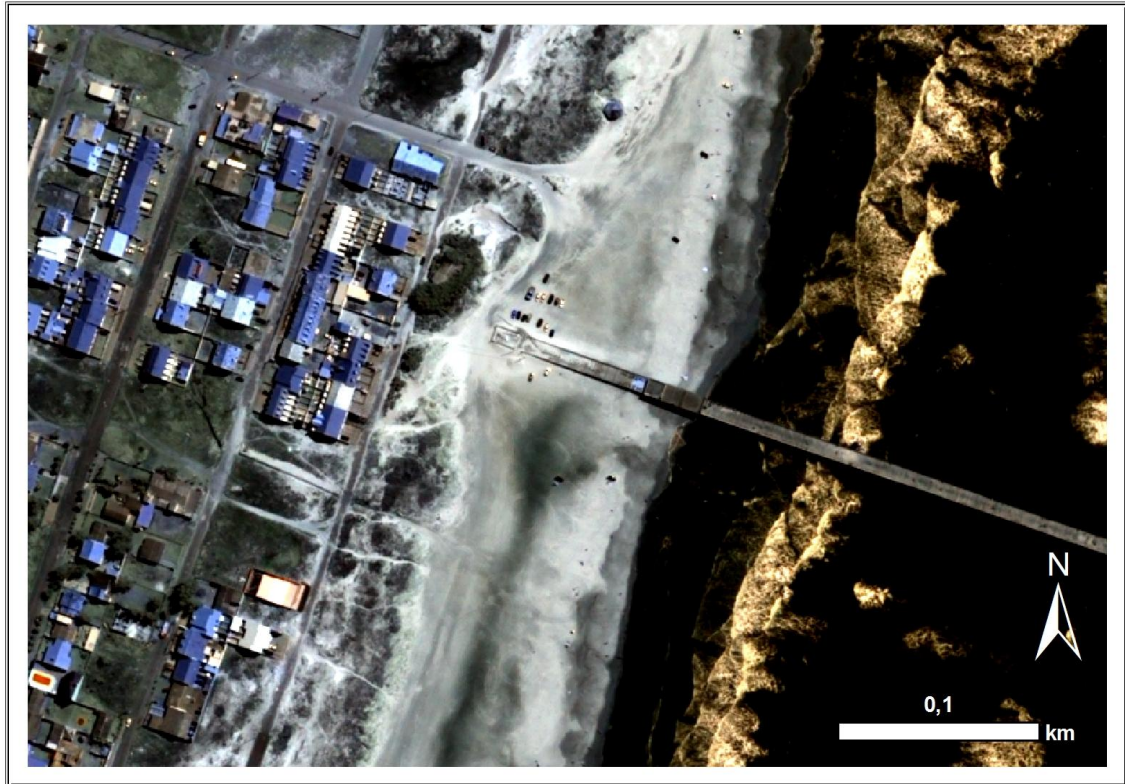


Figura 21: Imagem de satélite com a localização do ponto 5, mostrando o estacionamento da plataforma de pesca e as brechas que cortam o cordão de dunas frontais e impedem que a vegetação se estabilize.

#### Diagnóstico:

Área de grande suprimento de areia e potencial de deriva praia-duna. A morfologia erosiva e a degradação na cobertura vegetal observada decorrem de inúmeras trilhas sobre dunas, na maioria de pequena altura e a largas brechas na face marinha da duna.

Esse setor sofre alta pressão de uso e degradação ambiental, isso pode ser observado pela grande presença de vegetação exótica na duna frontal, além do grande número de brechas com marcas de veículos (Fig. 22). Este sistema de dunas está cortado pela estrada de acesso a veículos automotores ao estacionamento da plataforma de pesca.

Nesse ponto a urbanização ainda é consolidada, porém a presença de moradias a beira mar não é tão evidente. Em alguns pontos do trecho pode-se observar construções rente a duna frontal.



Figura 22: Mosaico de fotos mostrando a situação do trecho – aberturas de rua, *blowout* por pisoteio, estacionamento a beira mar e construções a beira mar.

Estratégias de manejo:

Fechamento do estacionamento da plataforma de pesca;

Construção de passarelas de acesso a praia por pedestres;

Fechamento da estrada que de cesso a praia e reconstrução com maquina da duna frontal. A forma da duna acompanhará a duna remanescente;

Fechamento dos *blowouts* por meio de esteiras, replantio de espécies nativas e cobertura vegetal morta;

Retirada da vegetação exótica e plantio de espécies nativas no local;

Todos os sangradouros artificiais, que tem por finalidade o escoamento pluvial devem seguir o modelo esquemático de vertedouro citado anteriormente;

Colocação de placas de sinalização e educação ambiental em pontos de maior fluxo de pedestres.

#### 9.2.4.8 Ponto 6 (577920 E 6664634 N)

A área situa-se no bairro de Salinas, município de Cidreira (Fig. 23).

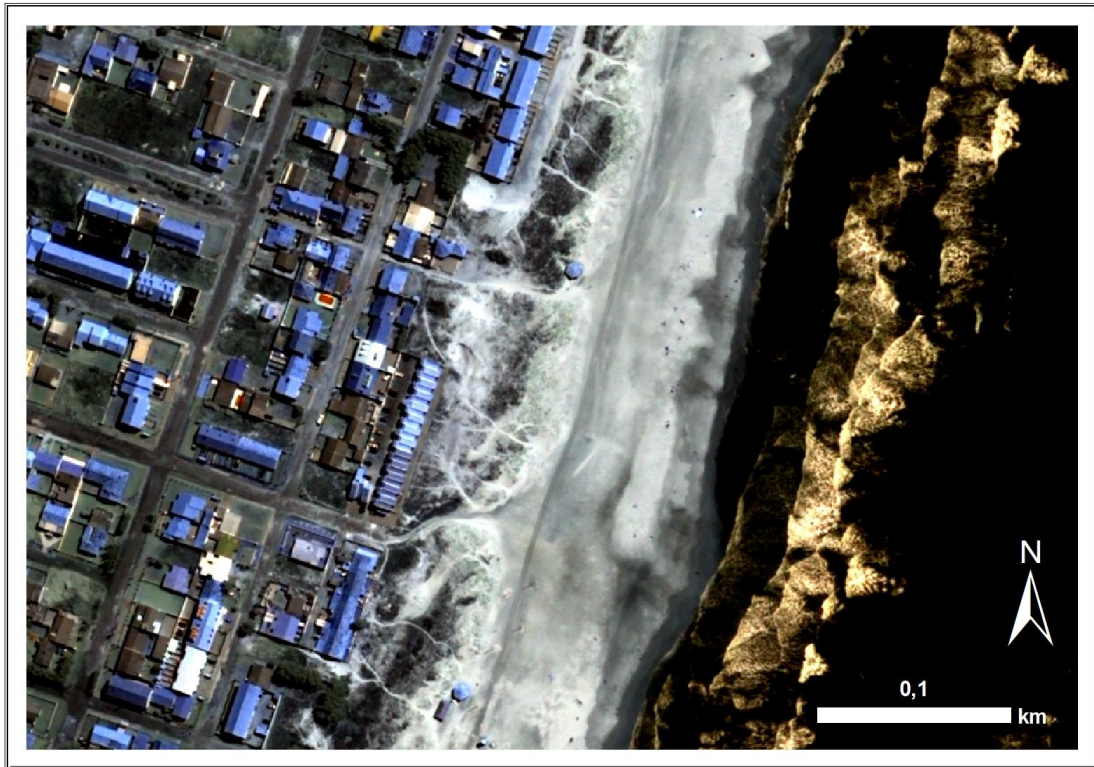


Figura 23: Imagem de satélite com a localização do ponto 6, mostrando muitas trilhas e caminhos impactando as dunas.

#### Diagnóstico:

Apesar da boa área de duna a morfologia é erosiva por conter grandes brechas na face marinha da duna, marca de extração de areia, fragmentação por sangradouros e aberturas de rua. Nos trechos com presença de dunas a vegetação (capim de praia) é bem marcante.

Foi possível visualizar que em alguns trechos as construções são rentes a duna frontal o que acarreta na invasão das moradias pela areia, fato mais marcante no inverno por causa do regime de ventos.

Esse trecho está em processo de urbanização, fato que é preocupante visto que apesar do número de residências ser baixo, muitas estão construídas em locais irregulares (Fig. 24).





Figura 24: Mosaico de fotos mostrando a situação do trecho – abertura de ruas, areia sem vegetação invadindo residências e trilhas e caminhos impactando as dunas.

#### Estratégias de manejo:

Fechamento das aberturas de rua e reconstrução da duna frontal por máquina. A forma da duna acompanhará a duna remanescente;

Controlar e melhorar o acesso à praia, através da construção de passarelas;

Fechamento das brechas existentes na duna frontal, através de esteiras consorciadas a plantio de espécies nativas;

Em áreas de dunas baixa, colocar esteiras visando à retenção da areia;

Colocação de placas de sinalização e educação ambiental em pontos de maior fluxo de pedestres.

#### 9.2.4.9 Ponto 7 (578087 E 6665238 N)

A área localiza-se entre o bairro de Salinas, em Cidreira e o bairro Jardim do Éden, em Tramandaí (Fig. 25).

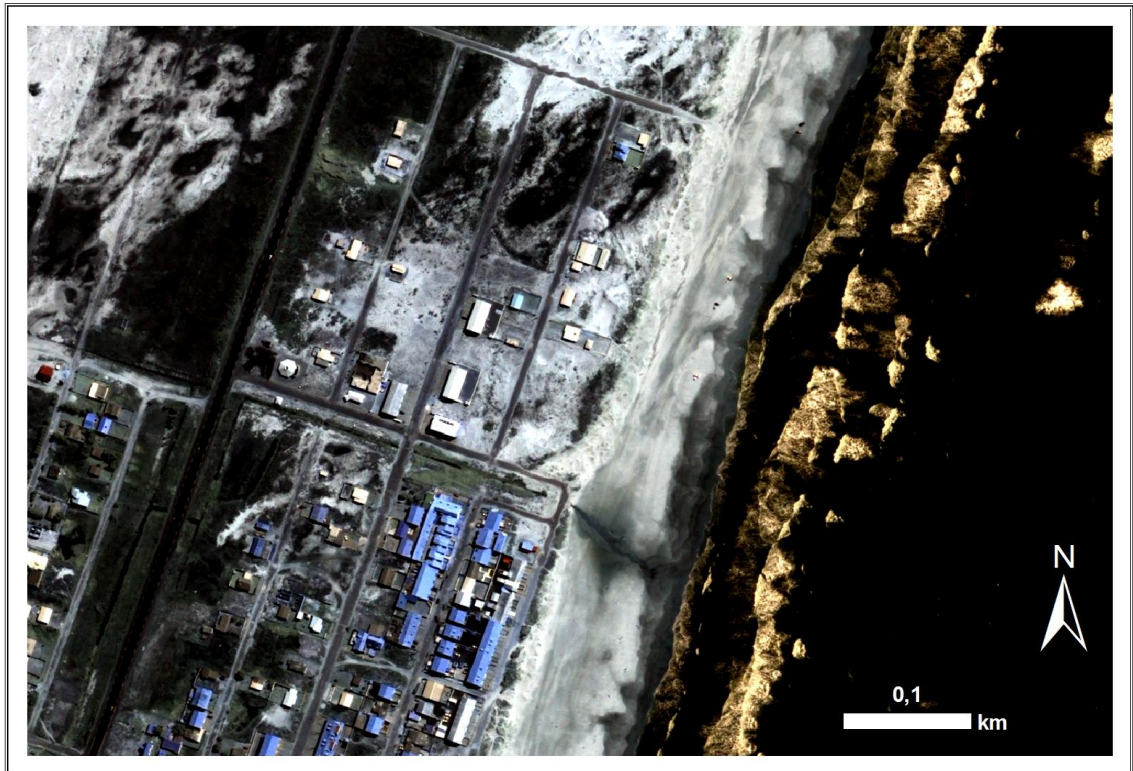


Figura 25: Imagem de satélite com a localização do ponto 7, mostrando a orla não urbanizada, com baixíssimo número de residências.

#### Diagnóstico:

Duna frontal irregular, de altura média e com vegetação evidente. Por ser uma área de orla não urbanizada, contendo um número muito baixo de residências, possui, apesar dos inúmeros *blowouts* que cortam as dunas, uma paisagem com alto grau de originalidade (Fig. 26).

Em razão das largas brechas e da vegetação existente nessa área de duna frontal, o estado evolutivo desta duna é muito erosivo. A erosão da área é na sua grande maioria de causas naturais como ondas e eventos de tempestade de vento.

No início do trecho observasse o ultimo sangradouro artificial do município de Cidreira, este fica na parte mais degradada do trecho. Apesar da baixíssima ocupação da área encontramos abertura de ruas cruzando as dunas, provavelmente utilizada por pescadores para acessar a praia.



Figura 26: Mosaico de fotos mostrando a situação do trecho – sangradouro com estrutura de concreto sem o prolongamento da manilha quase coberto pela areia, dunas mais altas e vegetadas, *blowouts*, abertura de acessos a praia e resíduos sólidos a beira mar.

#### Estratégias de manejo:

A fim de evitar que as brechas na duna se mantenham e aumentem, sugere-se que seja feita a contenção da areia através de esteiras e espalhamento de cobertura morta na área da cavidade alongada, sem vegetação;

A abertura de rua deve ser fechada e a reestruturação da duna deve ser feita com máquina. A forma da duna acompanhará a duna remanescente;

Todos os sangradores artificiais, que tem por finalidade o escoamento pluvial devem seguir o modelo esquemático de vertedouro citado anteriormente.

Deve-se fiscalizar a área para que não haja novas ocupações irregulares, visto que a partir deste ponto temos dunas frontais preservadas e este trecho é parte integrante da área que serve de alimentação para o campo de dunas do outro lado da RS 786.

#### 9.2.4.10 Ponto 8 (578260 E 6665787 N)

Trecho localizado entre os bairros de salinas, Cidreira e Jardim do Éden, Município de Tramandaí (Fig. 27).



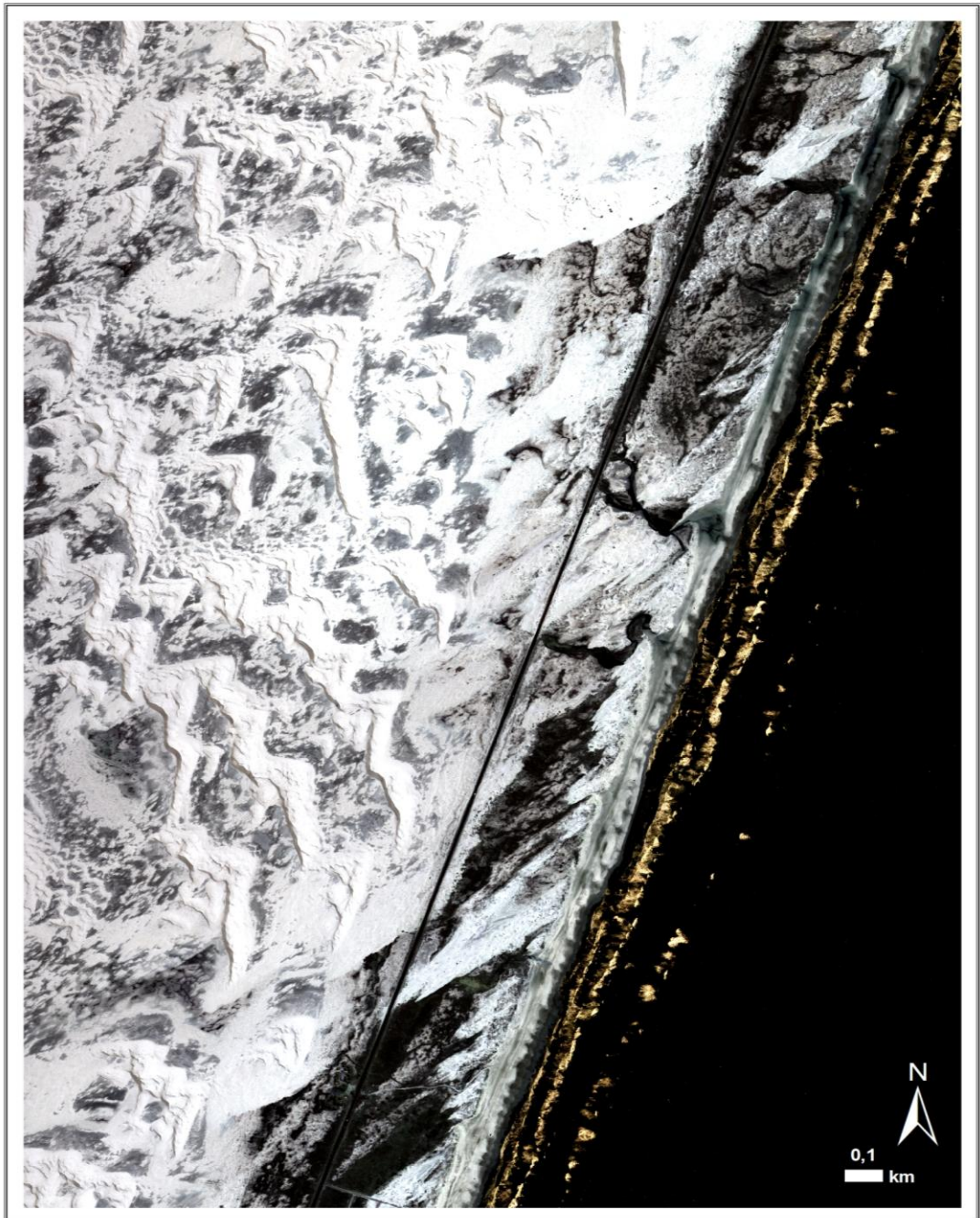


Figura 27: Imagem de satélite com a localização do ponto 8, mostrando uma orla não urbanizada, zona de ocorrência de corredores de alimentação que ligam o campo de dunas livres com a praia oceânica adjacente.

#### Diagnóstico:

Este trecho possui uma orla não urbanizada, sem nenhuma construção. Esse fato é muito importante para manutenção do sistema eólico da região, visto que a área possui alguns corredores de alimentação que mantêm o campo de dunas ainda ativo (Fig.28).

As dunas frontais deste ponto são de baixo a meio porte, com alturas variando entre alguns centímetros até aproximadamente 5 metros. Apesar da boa cobertura vegetal da duna, observasse muitas brechas cortando a mesma.

Esse trecho é marcado por vários sangradouros naturais, fundamentais para manter o balanço hidrogeológico da planície costeira, isso porque atuam na drenagem do excesso de água acumulada na região de pós-dunas, vertendo na direção da zona de espreadimento.



Figura 28: Mosaico de fotos mostrando a situação do trecho – dunas baixas e irregulares fixadas por vegetação, trilhas sobre as dunas e sangradouros naturais.

#### Estratégias de manejo:

Nas partes onde a duna for muito baixa, sugere-se que sejam colocadas esteiras para contenção da areia;

Reconstrução da duna frontal adjacente aos sangradouros e estabilização através do plantio de capim de praia;

A área deve ser fiscalizada para que não ocorra ocupações irregulares.

#### 9.2.4.11 Ponto 9 (579556 E 6669409 N)

O ponto se localiza no bairro Jardim do Éden, município de Tramandaí (Fig.29).



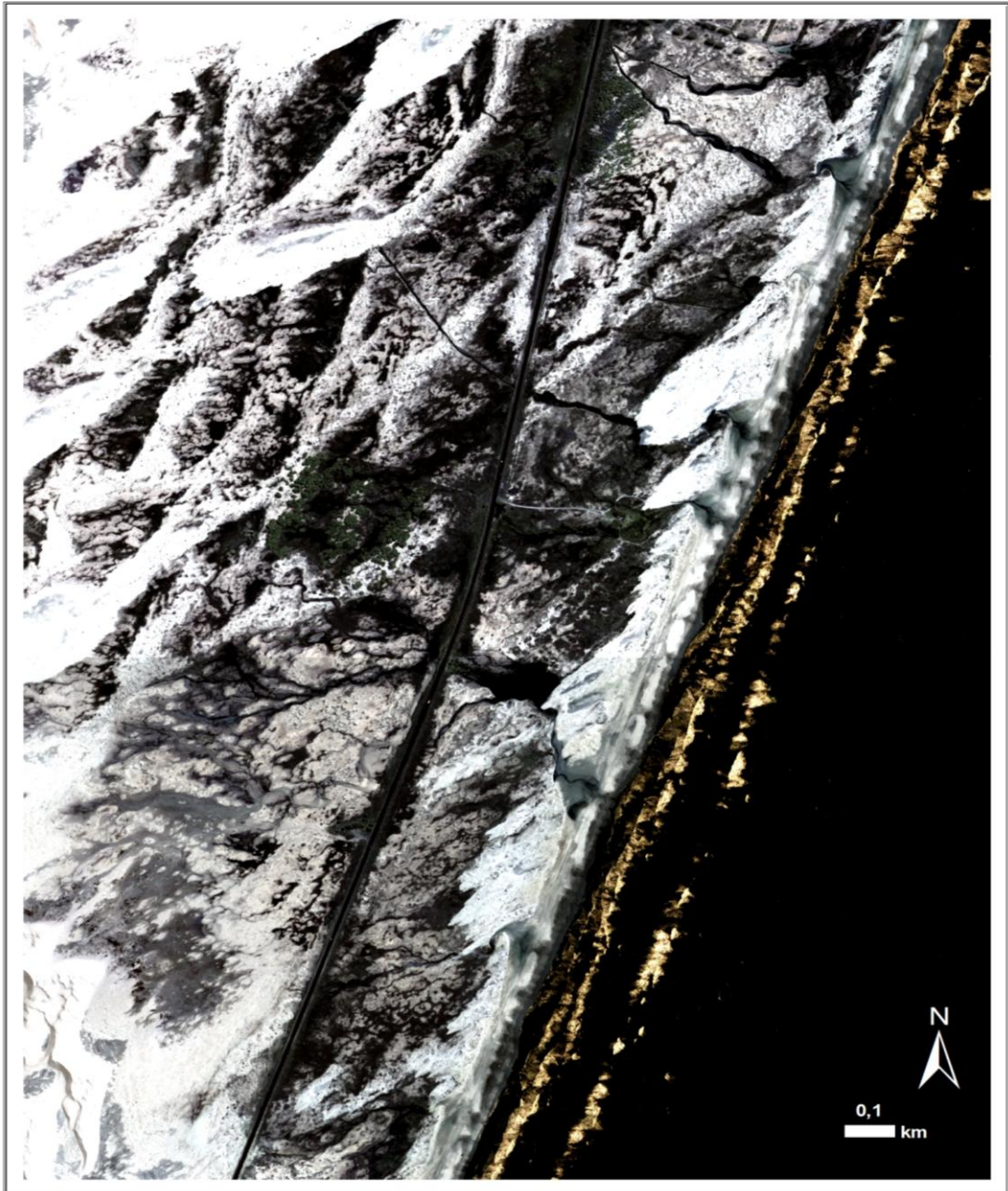


Figura 29: Imagem de satélite com a localização do ponto 9, assim como no ponto 8 mostra uma orla não urbanizada com ocorrência de corredores de alimentação que ligam o campo de dunas livres com a praia oceânica adjacente.

#### Diagnóstico:

Em parte do trecho a duna frontal é irregular, de baixa altura e com vegetação esparsa (Fig.30). Em outras partes visualiza-se a existência de vegetação exótica (mata de casuarina) na duna frontal, descaracterizando a paisagem da praia.

Possui uma orla não urbanizada, fato que é de suma importância para a manutenção do sistema eólico da região, visto que como no ponto anterior o trecho possui corredores de alimentação.

Inúmeros sangradouros naturais compõem a paisagem, além disso, é possível observar grandes brechas nas dunas. Por ser uma área não urbanizada e relativamente bem preservada é importante para a preservação de muitas espécies nativas que utilizam esse habitat para viver, por exemplo, *Ctenomys flamarioni* (Tuco-tuco) e *Liolaemus occipitalis* (Lagartixa da praia).



Figura 30: Mosaico de fotos mostrando a situação do trecho – dunas baixas e irregulares, presença de vários sangradouros naturais atuando na drenagem da água acumulada no pós-dunas, presença de vegetação exótica, resíduos sólidos, trilhas e caminhos sobre as dunas frontais.

#### Estratégias de manejo:

Onde a duna frontal for muito baixa, sugere-se que sejam colocadas esteiras para contenção da areia, e seja feito o plantio de espécies nativas das dunas;

Retirada da vegetação exótica e plantio de espécies nativas;

Sugere-se que seja feita a fiscalização para que não haja retirada de areia e nem construções indevidas, visto que a área é considerada uma Área de Preservação Permanente (APP).



#### 9.2.4.12 Ponto 10 (580561 E 6672248 N)

Trecho localizado no bairro Jardim do Éden em Tramandaí. Início do condomínio horizontal presente na área (Fig. 31).

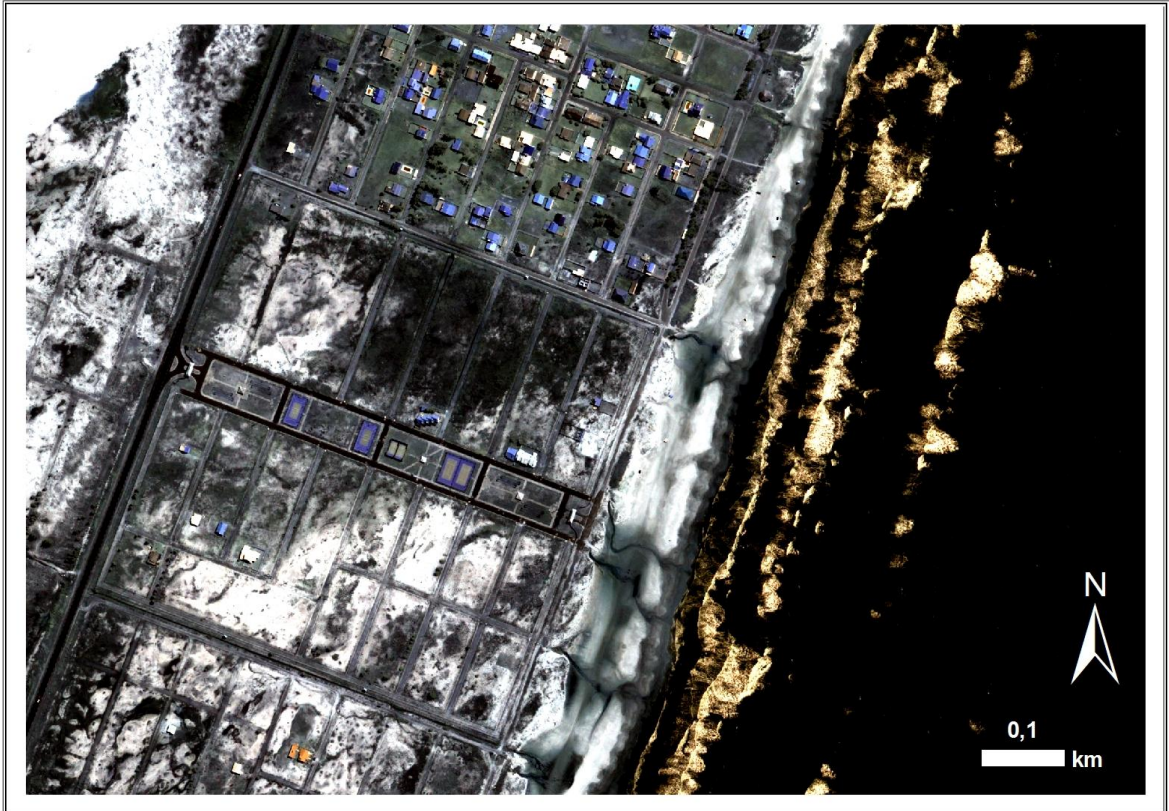


Figura 31: Imagem de satélite com a localização do ponto 10, mostrando o condomínio horizontal que marca o início da urbanização no bairro Jardim do Éden.

#### Diagnóstico:

Área detectada como uma das prioritárias para o manejo em razão da destruição da duna frontal por causa do avanço da urbanização. Apesar de esta área estar em processo de urbanização, possuindo apenas o condomínio horizontal e algumas casas adjacentes, a duna frontal é quase que inexistente (Fig. 32).

Os sangradouros artificiais possuem estruturas de concreto, mal instalada. A entrada do condomínio possui parte asfaltada, nota-se que esse asfalto já foi muito danificado pela ação de agentes meteorológicos extremos.



Figura 32: Mosaico de fotos mostrando a situação do trecho – sangradouro artificial com estruturas inapropriadas, asfalto no local das dunas frontais, trilhas sobre as dunas e retirada das dunas dando lugar a construções.

#### Estratégias de manejo:

Retirada do asfalto da entrada do condomínio e a reconstrução da duna deve ser feita com maquina. A forma da duna acompanhará a duna remanescente;

Todos os sangradouros artificiais, que tem por finalidade o escoamento pluvial devem seguir o modelo esquemático de vertedouro citada anteriormente;

Reconstrução da duna frontal por maquina em quase todo o trecho;

Plantio de espécies nativas de dunas, para fixação da areia;

Controlar e melhorar o acesso à praia, através da construção de passarelas;

Colocação de placas de sinalização e educação ambiental em pontos de fluxo de pedestres.

## 10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise das imagens de satélite, complementadas com uma verificação de campo, permitiu a visualização do estado do cordão de dunas frontais presentes na área e também do uso e ocupação do entorno desse trajeto.

Os 16 km de área estudada apresentam um cordão de dunas descontínuo, com dunas irregulares e muito segmentadas pela ação antrópica (abertura de ruas, *blowouts*, construções irregulares, etc.) e por sangradouros artificiais mal planejados, com estruturas que interrompem o cordão de dunas. A cobertura vegetal é considerada boa em alguns trechos onde a orla não é urbanizada e moderada a escassa em outros que apresentam orla urbanizada ou em processo de urbanização. Locais onde a vegetação é escassa muitas vezes estão associados à morfologia erosiva de pequenos a médios corredores de vento e bacias de deflação. O pisoteio e o acesso de veículos a praia, caracterizam outro grande problema da área.

As regiões que apresentaram áreas do cordão de dunas mais degradadas estão diretamente relacionadas com a pressão de uso, principalmente aspectos relacionados à construção de residências próximas ao sistema de dunas ou no lugar do mesmo. No caso de residências a beira mar sem proteção das dunas frontais, o risco de poluição da área é maior, visto que o sistema de esgoto da região é de fossas sépticas, além disso, nesses locais a destinação inadequada dos resíduos é visível, os resíduos sólidos e de construções muitas vezes obstruem o escoamento pluvial (sangradouros) e o crescimento da vegetação sobre as dunas remanescentes.

Parte significativa do trajeto é marcada por uma zona com orla não urbanizada, separando o campo de dunas transgressivo de Cidreira da praia. Essa zona é marcada pela presença de corredores de deflação, ou seja, faixas arenosas, alongadas segundo o vento dominante (NE-SW) que apresentam cobertura vegetal esparsa e que permite o transporte de areia pelo vento desde a fonte (a praia) até o campo de dunas livre (TOMAZELLI *et al.*, 2008). Preservar essa área é de suma importância para manutenção do sistema eólico da região.

O trabalho identificou os diferentes problemas apresentados pelas dunas frontais de parte dos municípios de Cidreira e Tramandaí e classifica a área estudada em perfis, de acordo com a necessidade de intervenção de manejo. Por esse motivo, os perfis não são eqüidistantes.

O controle do uso de espaço, a melhoria dos acessos à praia, a reformulação e manutenção adequada dos sangradouros, o controle dos corredores de areia através da colocação de esteiras e o plantio de espécies pioneiras nativas nas superfícies sem cobertura vegetal, são algumas das técnicas de manejo utilizadas.

O que deve ser levado em conta é que não bastam apenas intervenções mecânicas, mas sim um trabalho de educação ambiental com a comunidade, pois é preciso que as pessoas tenham consciência para preservar o ambiente das dunas após o manejo. A reconstrução desse habitat é de grande valia para a biodiversidade, pois muitas espécies que vivem nesse ambiente terão seu nicho ecológico preservado e para a comunidade que não terá mais problemas de retirada de areia de vias públicas e destruição de projetos urbanísticos.

## REFERÊNCIAS

- CALLIARI, L. J. 1998. Beach Morphology and Coastline Erosion associated with storm surges in Southern Brazil. Rio Grande to Chuí RS. Academia Brasileira de Ciências, Anais vol. 70(2):231-247, Rio de Janeiro, Brasil.
- CARRARO, C. C. *et al.* Mapa geológico do Estado do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências, UFRGS. Porto Alegre, 1974.
- CICIN-SAIN, B.; KNECHT, R. W. Integrated coastal and ocean management: concepts and practices. Washington D. C.: Island Press, 40p. 1998.
- CIRM. 2º Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC II). Brasília: MMA. 21 p. 2001
- CLARK, J. Integrated Coastal Zone Management – A world wide Challenge to Comprehend – Shoreline and Coastal Waters as Single Unit. Sea Technology Vol. 37, Nº. 6. Arlington, Virginia, USA. 1996.
- CORDAZZO, C. V. Taxonomia e ecologia da vegetação das dunas costeiras ao sul do Cassino (RS). Tese de mestrado em oceanografia biológica. Rio Grande: Fundação Universidade Federal do Rio Grande. 103 p. 1985.
- DAVIES, J. L. Geographical Variation in Coastal Development. 2ª. Ed. Longman, Londres. 221 p. 1980.
- ESTEVEZ, L. S. *et al.* Coastal development and human impacts along the Rio Grande do Sul beaches, Brazil. *Journal of Coastal Research*, SI 35, 548-556. 2003.
- FEPAM, 2007. Disponível na internet via <http://www.fepam.rs.gov.br>. Arquivo acessado em 25 de setembro de 2010.
- GERCO – Programa Estadual de Gerenciamento Costeiro. Diretrizes Ambientais para o Desenvolvimento dos municípios do Litoral Norte. Porto Alegre: FEPAM, Estado do Rio Grande do Sul. 2000.

- GRUBER, N.S. *et al.* Geografia dos Sistemas Costeiros e Oceanográficos: Subsídio para Gestão Integrada da Zona Costeira. In Gravel nº 1. Porto Alegre, CECO/IG/UFRGS p. 81-89, 2003.
- GRUBER, N.S. *et al.* Plano de Manejo de Dunas Frontais do Município de Xangri-Lá – RS. Xangri-Lá, CECO/IG/UFRGS, 2008.
- HASENACK, H. & FERRARO, L. M. W. Considerações sobre o clima da região de Tramandaí, RS. Pesquisas, Instituto de Geociências, UFRGS, Porto Alegre, v. 22, nº 1, p. 53-70, 1989.
- HESP, P. A. *et al.* 2005. Beach ridges, foredunes or transgressive dunefields? Definitions and examination of the Torres to Tramandaí barrier system, Southern Brazil. *Annais da Academia Brasileira de Ciências* 77 (3): 493-508.
- HESP, P. A. Coastal Sand Dunes: Form and Function. CDVN Technical Bulltin Nº 4. Massey University, 28 p. 2002.
- HESP, P. A. The beach backshore and beyond. In: SHORT, A. D. (Ed.) *Handbook of Beach and Shoreface Morphodynamics*. Chichester, Jonh Wiley & Sons Ltd, p. 145-270. 1999.
- LEI 7.661 de 16 de maio de 1988. I Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. Disponível na internet via <http://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/7.661.htm>. Arquivo acessado em 27 de setembro de 2010.
- LEI 9.503 de 23 de setembro de 1997. Institui o Código de Transito Brasileiro. Disponível na internet via [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9503.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9503.htm). Arquivo acessado em 12 de abril de 2011.
- LEMAY, M. Coastal and Marine Management on the Caribbean and South America Coastal Zone. In Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID. Washington, D. C. Nº EN – 121, 1998.
- MARTINHO, C. T. Morfodinâmica e evolução de campos de dunas transgressivos quaternários do Litoral do Rio Grande do Sul. Tese de doutorado em Geociências. UFRGS, Porto Alegre. 215 p. 2008.



- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Lista das espécies ameaçadas de extinção. MMA, 2003. Disponível em <<http://www.meioambiente.es.gov.br>>. Acesso em mar. 2010.
- MMA/SBF. Avaliação e Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade das Zonas Costeiras. Brasília, 2002.
- MMA/SQA. Projeto Orla: Fundamentos para Gestão Integrada. Brasília: MMA/SQA; Brasília: MP/SPU, 78 p. 2002.
- NIMER, E. Climatologia do Brasil. IBGE, Rio de Janeiro. 1989.
- PLANO NACIONAL DE GERENCIAMENTO COSTEIRO II. 1998. Disponível na internet via <http://www.semarnh.ba.gov.br/gercom/pngcII.pdf>. Arquivo acessado em 04 de novembro de 2010.
- PROGRAMA DE GERENCIAMENTO COSTEIRO – GERCO/RS. Disponível na internet via <http://www.fepam.rs.gov.br/programas/gerco.asp>. Arquivo acessado em 04 de novembro de 2010.
- RESOLUÇÃO CONAMA nº 237 de dezembro de 1997. Regulamenta o Licenciamento Ambiental. Disponível na internet via <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>. Arquivo acessado em 20 de junho de 2011.
- RIBEIRO, A.Y. Balanço sedimentar num sistema de dunas frontais sob regime de ventos dominantes da terra para o mar: praia de Massambaba, Arraial do Cabo- RJ. Rio de Janeiro: IGEO/UFRJ/PPGG. 257p. 2000. (Dissertação de Mestrado).
- RODRÍGUEZ, J. J. & WINDEVOXHEL, N. J. Análisis Regional de La Situación de la Zona Marina Costera Centroamericana. Banco Inter-Americano de Desenvolvimento BID. Washington, D.C. Nº. ENV – 121.1998.
- SANTOS, J.H.S. dos. Análise por geoprocessamento da ocupação na Franja Costeira ao Norte da Cidade de São Luís – MA. Rio de Janeiro: IGEO/PPGG/UFRJ. 149 p.1996. (Dissertação de Mestrado).
- SERPA, C. G. *et al.* Gerenciamento de áreas úmidas relacionadas à presença. Fortaleza (CE), 2008.

- SEELIGER, U. Coastal foredunes of southern Brazil: physiography, habitats and vegetation. In: Seeliger, U. (ed.) Coastal Plant Communities of America academic Press, San Diego, p. 367-381. 1992.
- SILVA, R. P. Ocorrência, distribuição e características morfodinâmicas dos sangradouros na zona costeira do Rio Grande do Sul: trecho Rio Grande – Chuí, RS. Dissertação de Mestrado em Geociências. UFRGS. Porto Alegre. 146 p. 1998.
- STROHAECKER, T. M.; TOLDO, JR. E. E. O Litoral Norte do Rio Grande do Sul como um Pólo de Sustentabilidade Ambiental do Brasil meridional. In Colóquio Internacional de Geogritica, 9. Porto Alegre, ANAIS... Porto Alegre: Departamento de Geografia/IG/UFRGS. 2007.
- STROHAECKER, T. M. A urbanização no litoral Norte do Rio Grande do Sul: contribuição para a gestão urbana ambiental do município de Capão da Canoa. UFRGS, Porto Alegre. 398 p. 2007.
- TOLDO Jr., E. E.; ALMEIDA, L. E. S. B. & CORRÊA, I. C. S. 1996. Produção de sedimentos no sistema lagunar da Lagoa dos Patos, RS. In: Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos, Rio de Janeiro RJ, ABRN, p: 261-268.
- TOMAZELLI, L. J. 1993. O regime de ventos e a taxa de migração das dunas eólicas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. Pesquisas, 20(1): 18-26.
- TOMAZELLI, L. J. 1994. Morfologia, organização e evolução do campo eólico costeiro do litoral norte do Rio Grande do Sul. Pesquisas, 21(1): 64-71.
- TOMAZELLI, L. J., DILLENBURG, S. R., BARBOZA, E. G. & STRIM, J. 2004. O sistema de dunas eólicas transgressivas do litoral norte do Rio Grande do Sul: situação atual e definição de áreas prioritárias a preservação. In: IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, Recife.
- TOMAZELLI, L. J. *et al.* 1996. A erosão costeira e transgressão marinha atual na costa do Rio Grande do Sul. In: Anais do 39 Congresso Brasileiro de Geologia. Salvador – Ba. V. 5. P. 415-418.

- TOMAZELLI, L. J. *et al.* 1999. A erosão costeira no Rio Grande do Sul: uma avaliação de causas e conseqüências. Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, Congresso, 7º, CD-ROM, Porto Seguro, Brasil.
- TOMAZELLI, L. J. *et al.* 2008. Geomorfologia e potencial de preservação dos campos de dunas transgressivos de Cidreira e Itapeva, litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisas*, 35(2): 47-55.
- TOMAZELLI, L. J., VILLWOCK, J. A. 2000. O Cenozóico no Rio Grande do Sul: Geologia da Planície Costeira. In: Holz, M. & De Ros, L. F. (Eds) Geologia do Rio Grande do Sul. Edições CIGO/UFRGS, Porto Alegre, p. 375-406.
- TOMAZELLI, L. J., VILLWOCK, J. A. 2005. Mapeamento Geológico de Planícies Costeiras. O exemplo da costa do Rio Grande do Sul. **Gravel**, vol.3: p. 109-116.
- VILLWOCK, J. A. *et al.* 1986. Geology of the Rio Grande do Sul Coastal Province. In: J. Rabassa (ed.). Quaternary of South America and Antarctic Peninsula, Rotterdam.
- VILLWOCK, J. A. & TOMAZELLI, J. L. 1995. Geologia costeira do Rio Grande do Sul. Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica. Notas Técnicas, 8.
- VIEIRA, E. F. & RANGEL, S. R. S. Planície Costeira do Rio Grande do Sul: geografia física, vegetação e dinâmica sócio-demográfica. Porto Alegre. Editora Sogra. 256 p. 1988.