UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE – FURG

INSTITUTO DE OCEANOGRAFIA

VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL EM MÉDIO E CURTO TERMO DA ORLA DO BALNEÁRIO DO HERMENEGILDO, RS

Karl Franz Koerner

Orientador: Prof. Dr. Ulisses Rocha de Oliveira

Rio Grande, 2009

VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL EM MÉDIO E CURTO TERMO DA ORLA DO BALNEÁRIO DO HERMENEGILDO, RS

Karl Franz Koerner

Monografia apresentada à Universidade Federal do Rio Grande – FURG como requisito para obter a graduação no curso de oceanologia.

Banca examinadora:

Orientador: _____
Prof. Dr. Ulisses Rocha de Oliveira (FURG)

Membro: _____
Prof. Dr. Glauber Gonçalves (FURG)

Membro: _____
Prof. Dr. João Nicolodi (FURG)

Membro: _____
Prof. Dr. Lauro Julio Calliari (FURG)

Rio Grande, dezembro de 2009

AGRADECIMENTOS

Como o próprio nome já diz, este é um trabalho de conclusão de curso, e por isto acredito que esta é a oportunidade para agradecer não só àqueles que me auxiliaram na realização deste trabalho, mas como a todos que me acompanharam durante estes anos de graduação.

Antes de tudo agradeço a minha família, meus pais Egon e Maria Izabel e meus irmãos, Grace e Anton que me guiaram, ensinaram, compartilharam e sempre me deram apoio para tudo.

Quero agradecer a vó Laura, tia Thereza, tio Touguinha, Júlia e Marcello e tia Lea & Cia, por me acolherem com todo amor e carinho logo na minha chegada pra Rio Grande e pro Cassinão da vida. E também aos meus veteranos, que foram muito amigos me fazendo sentir em casa na grande família oceano!

Aos meus colegas, a todos eles sem exceção, mas tenho agradecimentos especiais àqueles que já dividimos casa juntos, Marcello, Chris, Salame, Iasmina, Bruno Oiapoque, Hugo cabeça, Rodrigão, Gabriel badá, Luísa, Joca, grandes amigos! E aos que não moramos juntos, mas partilhamos aventuras, os Samuéis “Profeta” e “Jesus”, Thaís, os pentagêmeos, os que já moraram na casa das 6, Gisele e Maíra, além dos camaradas da terrinha, André, Ariel, Japa e Pedro, parcerias pra toda a vida.

À galera do CEM de Pontal do Paraná, foram 4 meses de mobilidade muito bem aproveitados. Conheci lugares e pessoas, fiz amigos muito especiais. Confesso que deixei este lugarzinho com saudades.

À todos que me apoiaram no Peru, a minha tia Guida, tio Eduardo, e as primas Camilla e Gabriela, que nos acolheram como parte da família, e ao meu “*asesor*” de estágio no IMARPE Federico Vellazco, e a todos os colegas de laboratório, que se esforçaram a compreender meu portunhol e me ajudaram a crescer como cientista e pesquisador, além das conversas diárias que melhoraram muito meu novo idioma.

Quero agradecer ainda aos bixos que foram sempre parceria para as quedas nas águas geladas do inverno cassineiro, viagens, pedaladas e indiadas.

Aos Professores, principalmente aqueles que nos deixaram ensinamentos de qualidade, e ensinamentos para a vida. Bem como os livros e seus respectivos autores, que nos deixaram a sua interpretação do mundo para a história.

Quero agradecer a minha companheira, camarada, amiga, namorada Daniesse, simplesmente por tudo.

Aos que me auxiliaram na monografia, Ulisses Rocha de Oliveira, professor e amigo que me orientou e me apoiou neste trabalho, inclusive nas horas difíceis. Aos colegas do LabGerco e ao Prof. Milton que me acolheram no laboratório. E a todo o pessoal do LOG, que me auxiliou respondendo e me ajudando nas perguntas, materiais, e com uns papos descontraídos também, aos Profs. Lauro, Patu, Tagliani e Griep, e aos colegas Pedro, Fred, Toni, Allan, Elaine, Natan, Veré, e principalmente, à Priscila Teixeira, que estava sempre disposta a me ajudar, seja com as dúvidas ou com dados.

Aos que colaboraram nas saídas de campo, ao Prof. Glauber e Paulão, que me auxiliaram na preparação do campo e no pós-processamento dos dados, e Matheus na execução do campo e manejo do GPS geodésico, e também o Laboratório de Topografia por ceder os aparelhos necessários para as saídas. Agradeço ao prof. Homero pelas informações históricas que foram muito valiosas, e também ao seu Luiz, pela história, almoços e pelo alojamento durante a saída. Sou muito grato ao tio Chico, Maria, Vinicius e Matheus, pela hospedagem em Santa Vitória, e os churrascos feitos na lareira quentinha após um longo dia de trabalho.

Finalmente, eu quero agradecer à natureza, a Lua que nasce cheia e dourada a cada quatro semanas, o Sol que dá um show diferente todo dia quando se põe, as Plantas e Árvores sempre passivas e generosas, a Terra, o Ar puro que a gente respira, o Fogo e a Água, a Água que me seduziu e me encantou: o Oceano.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS.....i

ÍNDICE DE TABELAS.....iii

RESUMO.....iv

1. INTRODUÇÃO.....1
1.1. Objetivos.....2
1.1.1. Objetivo geral.....2
1.1.2. Objetivos específicos.....2
1.2. Área de estudo.....3
1.2.1. Localização da área 3
1.2.2. As causas naturais da erosão.....4

2. MATERIAL E MÉTODOS.....10
2.1. Caracterização da expansão da zona urbana.....11
2.2. Caracterização das estruturas de contenção.....12
2.3. Mapeamento (atual) da orla.....14
2.3.1. Linha de dunas e linha da água.....17
2.3.2. Perfis transversais à costa.....20

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....20
3.1. Expansão urbana do balneário do Hermenegildo.....21
3.2. Processo de contenção à erosão costeira.....25
3.3. Estado atual da orla do balneário do Hermenegildo: ano de 2009.....34

4. CONCLUSÕES.....43
4.1. MEDIDAS RECOMENDADAS.....44
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....44

6. ANEXOS.....49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da área de estudo 3

Figura 2 - Mapa geológico simplificado da planície costeira do Rio Grande do Sul, mostrando a distribuição dos principais sistemas deposicionais (extraído de Tomazelli & Villwock, 2000).....5

Figura 3 – Tipos principais de barreiras costeiras holocênicas do RS. (A) Barreira Progradante, (B) Barreira de Dunas Transgressivas, (C) Barreira Retrogradante e (D) Barreira Acoplada ("*mainland beach barrier*") (extraído de Dillenburg et.al., 2000). ...6

Figura 4 – Alterações da linha da costa sul do Rio Grande do Sul baseadas em: (A) variações da linha de costa entre 1975-2000 (ESTEVES et.al., 2001), (B) concentração da energia de ondas devido a eventos de curto termo (CALLIARI et.al., 2000), e (C) concentração da energia de ondas devido a topografia costeira em larga-escala (DILLENBURG et.al., 2001). As setas indicam a direção da deriva litorânea e as variações na taxa de transporte longitudinal (como estimado por ALMEIDA et.al., 2001) são indicadas pela mudança da largura das setas. (extraído de Esteves et.al. 2002).....7

Figura 5 - Erosão praial do balneário do Hermenegildo entre agosto de 1991 e agosto de 1996. (extraído de Tozzi, 1999).....9

Figura 6 – Fotos aéreas de 1947, 1964 (cedidas pela ALM-UFPEL) e Imagem de satélite Quickbird™ de 2005 (cedida pela prefeitura de Santa Vitória do Palmar – RS).....11

Figura 7 – (A) Método de posicionamento do GPS, com um receptor em um ponto fixo sobre a RN1969A e (B) o receptor móvel.....15

Figura 8 – Gráfico da comparação entre os resultados de altimetria obtidos pelo nível (controle) e pelo GPS RTK.....17

Figura 9 – Pontos marcados sobre a linha limite da base das dunas frontais nas áreas adjacentes ao balneário do Hermenegildo e a linha interligando os dois setores, considerada linha limite superior "natural" da praia. 19

Figura 10 - Foto aérea do Balneário do Hermenegildo de 1947 (cedida pela Agência Lagoa Mirim, UFPEL) processada. B-III, TL-IV e B-IV, são as Barreiras III, Terraço Lagunar IV, e Barreira IV respectivamente, segundo a classificação sugerida por Villwock & Tomazelli (1995). 21

Figura 11 - Foto aérea do Balneário do Hermenegildo de 1964 (cedida pela Agência Lagoa Mirim, UFPEL) processada. B-III, TL-IV e B-IV, são as Barreiras III, Terraço Lagunar IV, e Barreira IV respectivamente, segundo a classificação sugerida por Villwock & Tomazelli (1995). 23

Figura 12 - Imagem de satélite Quickbird™ do Balneário do Hermenegildo de 19 de julho de 2005 (cedida pela Prefeitura Municipal de Santa Vitória do Palmar) processada. B-III, TL-IV e B-IV, são as Barreiras III, Terraço Lagunar IV, e Barreira IV respectivamente, segundo a classificação sugerida por Villwock & Tomazelli (1995). 24

Figura 13 – Evolução da estrutura de contenção de uma casa situada à beira-mar do balneário do Hermenegildo entre 1999 e 2009 (Fotos; 1999 a 2003, Esteves et.al.; 2005 Priscila Teixeira; 2009a e 2009b, o autor). 29

Figura 14 – Evolução de estrutura de contenção do tipo “muro de contenção” de uma casa situada na orla do Balneário do Hermenegildo entre 1999 e 2009 (Fotos; 1999 a 2003, Esteves et.al.; 2005 e 2006a, Priscila Teixeira; 2006b, John Williams; 2009, o autor). 30

Figura 15 - Fotografias acompanhando a evolução de duas casas (setas amarela e verde), entre 2003 e 2009. (Fotos: 2003, Luciana Esteves; 2005, John Williams; 2006, Priscila Teixeira; 2009, Ulisses Oliveira) 31

Figura 16 – Imagem GOES-10 da ocorrência de um ciclone extratropical a leste da Argentina no dia 23/07/09. Fonte: INPE/CPTEC.....32

Figura 17 – Escadaria da pracinha de Iemanjá no centro do balneário antes (A), durante (C) e após a tempestade de 24 de julho de 2009 (E). As figuras B e D são de durante a ocorrência da tempestade, com vista para o Norte e com vista para o Sul respectivamente. (fotos: A e E do autor; B,C e D Renato Lopes) 33

Figura 18 – Área urbana do balneário do Hermenegildo com a identificação dos três setores da orla.....34

Figura 19 – Mosaico de fotos de diferentes trechos da orla do balneário do Hermenegildo no dia 28 de agosto de 2009. (fotos e mosaicos: Ulisses Oliveira)....36

Figura 20 – Mapa do balneário do Hermenegildo e com os perfis topográficos de cada setor e suas respectivas localizações. 38

Figura 21 – Mapa da praia do Hermenegildo, RS e as linhas de dunas (atual e provável limite superior da praia) e linha da água. 40

Figura 22 – Área aproximada de contenção da orla do balneário do Hermenegildo, RS 41

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Causas naturais e antrópicas da erosão costeira em distintas escalas temporais (modificado de Esteves, 2002) 4

Tabela 2 - parâmetros morfométricos, ômega, permeabilidade e orientação para a praia do Hermenegildo, extremo sul do Rio Grande do Sul (extraído de Pereira, 2005) 8

Tabela 3 - Característica e evolução das estruturas de contenção na orla do Balneário do Hermenegildo, RS, nos últimos 10 anos (1999 - 2009). (modificado de Teixeira, 2007) 27

Tabela 4 – Tipos e distribuição das estruturas de contenção das casas por cada setor do Balneário do Hermenegildo, RS. (tabela baseada em dados obtidos em agosto de 2009. Entre parênteses estão as porcentagens relacionadas a cada setor). 35

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo avaliar a variação espaço temporal da orla do balneário do Hermenegildo, RS, em escalas de curto e médio termo, além de identificar seu panorama atual. Para isto, foi realizada uma caracterização da expansão da zona urbana, utilizando fotos aéreas do local de 1947, 1964 e uma imagem de satélite de alta resolução de 2005; uma avaliação das estruturas de contenção nos últimos anos, utilizando critérios específicos de caracterização; e um mapeamento da orla atual utilizando um GPS geodésico em módulo de posicionamento relativo cinemático em tempo real (*Real Time Kinematic – RTK*). Os resultados indicam que a ocupação da orla do balneário sempre se manteve paralela e muito próxima da praia, e ainda houve uma migração horizontal da linha de dunas nos últimos 60 anos. Analisando o comportamento e as alterações ocorridas nas estruturas de contenção nos últimos 10 anos, nota-se que há uma tendência de aumentar o número de casas com obras de contenção. Dividindo a orla do balneário em diferentes setores (norte, central e sul), percebeu-se que existe uma concentração de estruturas mais resistentes na porção central do balneário. Com os dados dos perfis topográficos realizados nas ruas do balneário perpendicularmente a costa, percebeu-se que este mesmo setor central apresenta maiores desníveis das escarpas do que nas periferias, e também menores largura e declividade da praia. Ademais, também foi percebida uma concavidade da linha de água, em planta, em frente ao setor central do balneário. Analisando as diferenças encontradas entre a posição da linha da base das escarpas na parte urbanizada e a linha da base das dunas frontais adjacentes, foi detectado que atualmente as estruturas de contenção do balneário do Hermenegildo se encontram sobre o pós-praia. Com este trabalho concluiu-se que as estruturas de contenção no balneário estão realmente contendo a migração horizontal da linha de costa em direção ao continente. Por outro lado, este barramento da migração horizontal da linha de costa é compensado por uma retirada de sedimento da praia, gerando uma migração vertical negativa, ou seja, um déficit sedimentar desta praia em frente às estruturas.

1. INTRODUÇÃO

Submetida à forte pressão por intensas e diversificadas formas de uso do solo, a nível mundial, a zona costeira pode ser considerada uma região de contrastes, constituindo-se num campo privilegiado e mesmo num desafio para o exercício de diferentes estratégias de gestão ambiental. Nessa região coincidem processos acelerados de intensa urbanização, atividades portuárias e industriais e exploração turística em larga escala (GRUBER et.al., 2003), muitas vezes realizados em áreas inadequadas, de alta dinâmica e sensibilidade ambiental.

O balneário do Hermenegildo, situado no município de Santa Vitória do Palmar, extremo sul do Estado do Rio Grande do Sul, teve seu processo de urbanização iniciado na década de 1890 sobre uma área de extensas dunas existentes na região, próximo a linha de costa. Entretanto, o desenvolvimento só foi intensificado na década de 1970, fruto do distanciamento das grandes cidades, dificuldade de acesso e da alta dinâmica ambiental (dunas) (ESTEVES, et.al., 2000).

Desde então esta urbanização vem ocorrendo de forma mais acelerada, com adensamento das construções próximo a linha de costa, visto que seu uso intensivo ocorre basicamente durante o período de veraneio (ESTEVES et.al., 2003). Também se observa a fixação das dunas nesse trecho da costa, o que possibilitou o crescimento urbano. Atualmente o balneário possui entre 500 e 1000 habitantes no inverno, número que multiplica em mais de 10 vezes durante o verão (ESTEVES et.al., op.cit.).

Neste trecho, a linha de costa naturalmente vem progredindo para o interior continental (LIMA, 2008). Com esta transgressão natural da linha de costa, provavelmente fruto de uma conjunção de fatores como o aumento do nível relativo do mar (CURRAY, 1964) e processos de concentração de energia de onda no local (CALLIARI & SPERANSKI, 2006), esta erosão tende a se tornar cada vez mais acentuada, pondo em risco as casas e os moradores da região defronte ao mar, além de prejudicar o desenvolvimento da atividade turística no balneário. Tal situação vem fazendo com que a comunidade local tome medidas corretivas, com diferentes métodos tais como a construção de muros de contenção e enrocamentos

para proteger as suas casas da ação marinha, principalmente das tempestades que ocorrem no outono-inverno (ESTEVES, et.al., 2000).

Existe uma hipótese de que na região central do balneário a orla urbanizada está mais “exposta” à ação da erosão costeira do que nos extremos norte e sul do mesmo. Isto pode estar acontecendo devido a esta área apresentar estruturas mais reforçadas de contenção à erosão, com muros de alvenaria e enrocamentos, do que nas áreas mais periféricas do balneário (extremos norte e sul), onde ainda ocorrem dunas frontais. Outro aspecto que poderia contribuir com a hipótese levantada, seria analisar se estas estruturas de contenção poderiam estar impedindo, principalmente na porção central do balneário, a migração natural da costa e alterando as características naturais da mesma, como a declividade das dunas, altura das escarpas e a largura da praia.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo geral

- Avaliar o panorama das mudanças na expansão urbana em relação à orla do balneário do Hermenegildo nos últimos 60 anos, as alterações nas estruturas de contenção nos últimos 10 anos e o panorama atual da orla em relação às linhas de dunas adjacentes.

1.1.2. Objetivos específicos

- Caracterizar o processo histórico da expansão da zona urbana do balneário do Hermenegildo.
- Caracterizar as estruturas de contenção à erosão ao longo da orla do balneário e a sua variação nos últimos anos.
- Analisar o estado atual da orla do balneário considerando: a posição das estruturas de contenção em relação à linha das dunas e a linha da água, e o desnível topográfico das escarpas em diferentes setores.

1.2. ÁREA DE ESTUDO

1.2.1. Localização da área

O balneário do Hermenegildo está situado aproximadamente a 33° 40’ latitude sul e 53° 15’ longitude oeste. Faz parte do Município de Santa Vitória do Palmar, no estado do Rio Grande do Sul, extremo sul do Brasil, situa-se a 18 quilômetros de distância da sede do município e a apenas 12 quilômetros da fronteira com o Uruguai. A principal estrada de acesso é a RS-833. A Figura 1 mostra a sua localização.

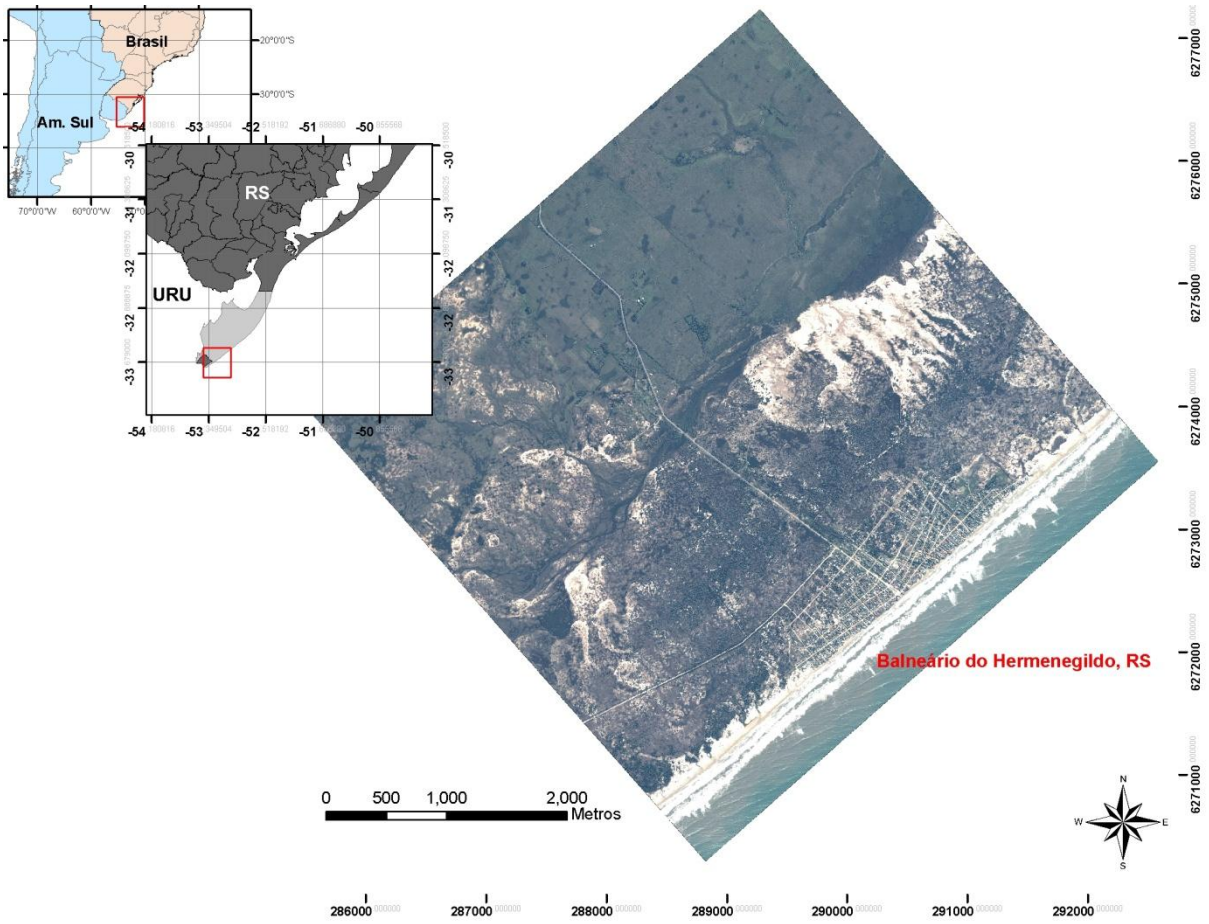

Figura 1 – Localização da área de estudo

1.2.2. Caracterização geomorfológica e hidrodinâmica

Ao se falar de erosão costeira, devemos considerar as escalas de tempo que estamos nos referindo. A erosão costeira está relacionada a escalas de longo e longuíssimo termo, como elevações do nível do mar, transgressão da linha de costa, evolução costeira e sistemas de laguna-barreira, até uma escala de curto termo, decorrentes das variabilidades hidrodinâmicas e morfológicas (morfodinâmicas) das praias. As modificações na dinâmica costeira também podem ser introduzidas pelo homem em diversas escalas temporais. Segundo Esteves (2002), a linha de costa está passível de alterações segundo distintas escalas temporais e espaciais (Tabela 1).

Tabela 1 – Causas naturais e antrópicas da erosão costeira em distintas escalas temporais (modificado de Esteves, 2002)

Escala	Causas Naturais	Causas Antrópicas
Longuíssimo Termo (séculos a milênios e >100 km)	• Suprimento sedimentar • Flutuações do NRM • Mudanças batimétricas • Estrutura geológica • Mudanças climáticas de longo-termo • Morfologia antecedente	• Mudanças climáticas induzidas pelo homem • Controle de grande-escala nos fluxos fluviais • Estruturas costeiras de grande porte • Aterros e fechamentos de canais de grande porte • Manejo estrutural da zona costeira
Longo Termo (décadas a séculos e de 10 a 100 km)	• Flutuações do NRM • Variabilidade climática regional • Ciclos dos canais de marés • Ondas arenosas • Eventos extremos	• Controle nos fluxos fluviais • Estruturas costeiras • Aterros e fechamentos de canais • Manejo costeiro • Extração de recursos naturais (subsidência)
Médio Termo (anos a décadas e de 1 a 5 km)	• Variações no clima de ondas • Ciclos dos bancos da zona de surfe • Eventos extremos	• Estruturas na zona de surfe • Alimentação artificial de praias
Curto Termo (horas a anos e de 10 m a 1 km)	• Condições oceanográficas (ondas, marés astronômicas e meteorológicas) • Variações climáticas sazonais	• Estruturas na zona de surfe • Alimentação artificial de praias

Aplicando este raciocínio na área de estudo, partimos de uma escala mais abrangente, de longuíssimo termo. Diversos autores, dentre os quais Villwock & Tomazelli (1995) e Tomazelli & Villwock (2000), caracterizaram a evolução das barreiras de deposição sedimentar Holocênicas e Pleistocênicas no litoral do Rio Grande do Sul, associando estas às oscilações do nível relativo do mar (NRM) ocorridas durante o Quaternário (Figura 2).

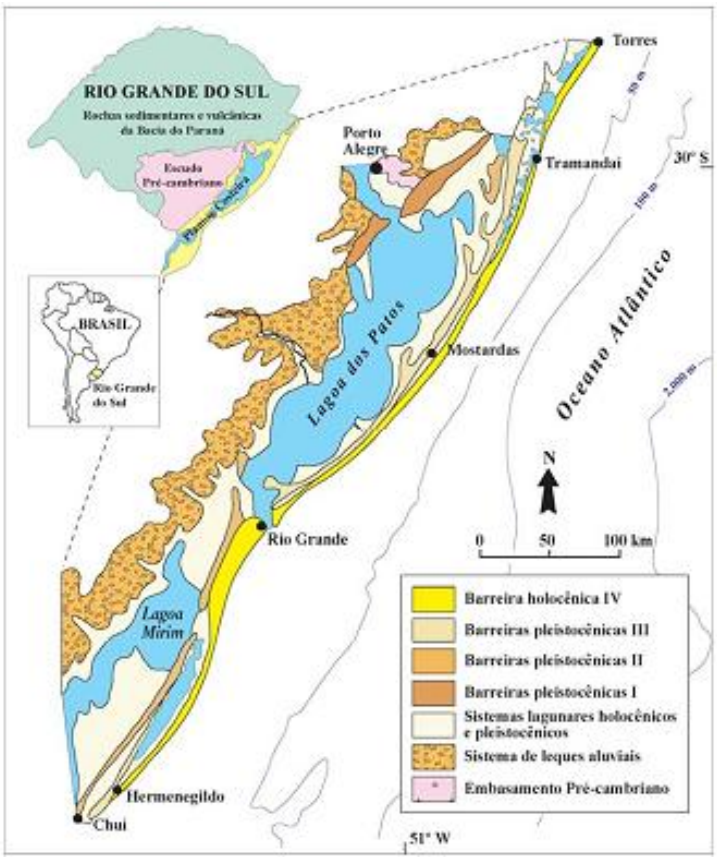

Figura 2 - Mapa geológico simplificado da planície costeira do Rio Grande do Sul, mostrando a distribuição dos principais sistemas deposicionais (extraído de Tomazelli & Villwock, 2000).

Nesta classificação proposta por Tomazelli & Villwock (2000), o balneário do Hermenegildo se encontra inteiramente sobre a Barreira IV, a mais atual e, portanto, a mais dinâmica e suscetível a alterações, pois ainda se encontra em formação.

Lima (2008) percebeu, através de uma análise estratigráfica realizada na área do balneário do Hermenegildo, que a linha de costa e as dunas costeiras do local estão em uma fase de transgressão aproximadamente nos últimos 6800 anos, ou

seja, tanto as dunas como a praia estão avançando para o interior do continente neste período.

Segundo Dillenburg et.al. (2003) o litoral do Rio Grande do Sul possui duas áreas de projeções da costa onde há campos de dunas transgressivas e duas áreas de embaiamento onde predominam cordões litorâneos. Estes sugerem a hipótese de que provavelmente esta variabilidade esteja associada à existência de um gradiente de ondas de longo termo ao longo da costa do estado do Rio Grande do Sul (Figura 4 'C'). Comparando com estas classificações dos diferentes tipos de barreiras costeiras encontrados no litoral gaúcho sugeridas por Dillenburg (op.cit.), a praia do Hermenegildo está situada em uma área de projeção da costa, com uma barreira de dunas transgressivas (Figura 3B) e retrogradante (Figura 3C) com turfas aflorando na praia.

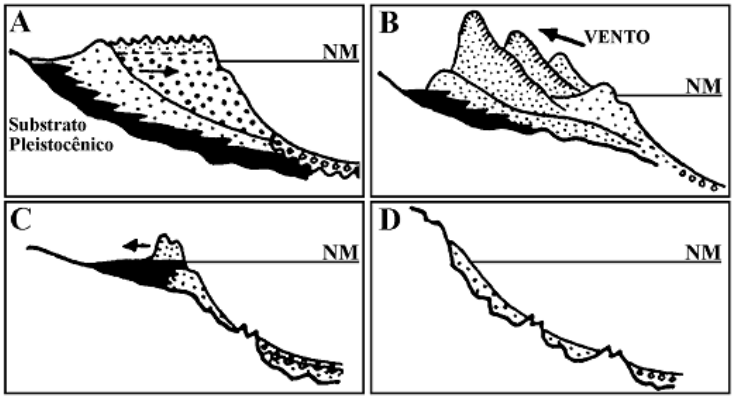

Figura 3 – Tipos principais de barreiras costeiras holocênicas do RS. (A) Barreira Progradante, (B) Barreira de Dunas Transgressivas, (C) Barreira Retrogradante e (D) Barreira Acoplada ("*mainland beach barrier*") (extraído de Dillenburg et.al., 2000).

Almeida et.al. (2001, apud LIMA 2008) observaram que na metade sul destas projeções costeiras a deriva litorânea tem os seus valores mais elevados, sendo estas partes mais suscetíveis à erosão (Figura 4 'D').

Lima (2008) citando Lima et.al. (2001) que aplicaram o método de fluxo de energia (US ARMY, 1984) estimaram o potencial da deriva litorânea na costa do Rio Grande do Sul a partir de medições em águas profundas. Os resultados indicaram que taxas mais elevadas, da ordem de 1,8 milhões de m^3/ano entre o Hermenegildo

e o Farol do Albardão e de 1,6 mi m³/ano entre o Cassino e o Farol da Solidão, correspondem as áreas associadas à intensa erosão costeira.

Calliari & Speranski (2006) sugerem a existência de uma concentração da energia de ondas nas praias do Hermenegildo e do Farol da Conceição (ambas localizadas à metade sul das projeções costeiras), devido á uma refração de ondas causada pela batimetria do local, o que gera um foco de ondas sobre a praia. Foi percebida uma forte relação destes pontos de foco com a localidade das praias em erosão. Estes autores também obtiveram uma taxa de retração costeira de 0.5m/ano na praia do Hermenegildo, obtida através de cinco anos de monitoramento de perfis de praia. (Figura 4 'B').

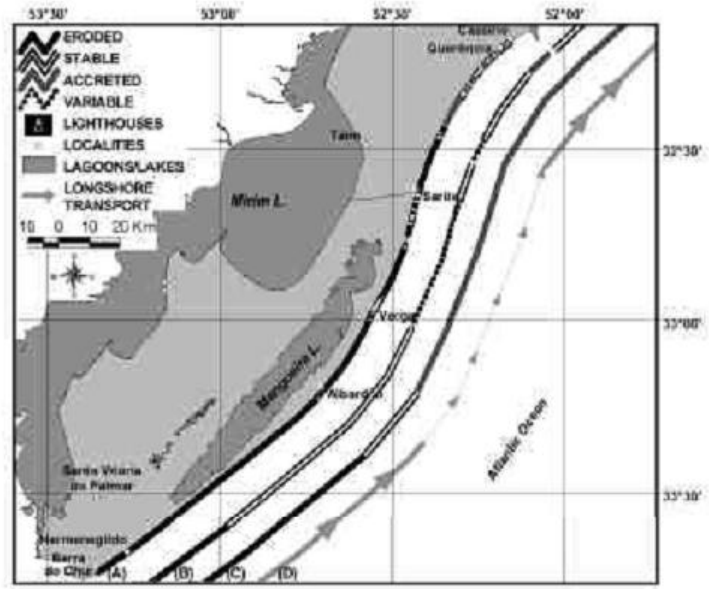

Figura 4 – Alterações da linha da costa sul do Rio Grande do Sul baseadas em: (A) variações da linha de costa entre 1975-2000 (ESTEVES et.al., 2001), (B) concentração da energia de ondas devido a eventos de curto termo (CALLIARI et.al., 2000), e (C) concentração da energia de ondas devido a topografia costeira em larga-escala (DILLENBURG et.al., 2001). As setas indicam a direção da deriva litorânea e as variações na taxa de transporte longitudinal (como estimado por ALMEIDA et.al., 2001) são indicadas pela mudança da largura das setas. (extraído de Esteves et.al. 2002).

Para uma relação de médio termo, Toldo Jr. et.al. (2005) fizeram uma análise temporal entre linhas de praia de 1975 e de 1997 para todo o litoral do Rio Grande do Sul e constataram que, dos 630 km de toda a área de estudo, 442 km estão em um estado de retração. A praia do Hermenegildo está incluída nestas praias em

estado erosivo, sofrendo uma retrogradação acentuada de cerca de 4 metros durante estes 22 anos abrangidos no estudo.

Esteves (2004) monitorou dados de variação da linha de costa do Rio Grande do Sul com DGPS cinemático entre 1997 e 2002, e encontrou, para a região do balneário do Hermenegildo, alternância entre erosão e acresção nestes deslocamentos anuais da linha de costa. Dentre as quatro classes de manejo sugeridas por Esteves (op.cit.) (Áreas críticas, áreas de ação prioritária, áreas latentes e áreas naturais), a autora classificou a área do balneário do Hermenegildo como "área de manejo crítico", ou seja, que necessita de gerenciamento costeiro corretivo e consiste basicamente nas áreas urbanizadas do litoral gaúcho.

Em relação às características atuais da linha de costa, Pereira (2005) fez uma compilação de dados morfodinâmicos para a costa do Rio Grande do Sul, incluindo os trabalhos mais enfocados no extremo sul do País, como os trabalhos realizados por Calliari & Klein (1993) e Tozzi (1999) (Tabela 2).

Tabela 2 - parâmetros morfométricos, ômega, permeabilidade e orientação para a praia do Hermenegildo, extremo sul do Rio Grande do Sul (extraído de Pereira, 2005)

Praias	N	M	Hb	T	Mz	Am*	Ws	Ω	β	Yb	σYb	CV	Vv	σ Vv	K_p*	K_b*	α*	Fonte
Hermenegildo	7	5	0,86	7,5	2,5	16	1,81	4	2,6	118	15	12	19	11	0,002597	0,004060	48	Calliari e Klein (1993)

N = número de perfis; M= número de meses; Hb = altura da arrebentação (m); T = período das ondas (s); Mz = tamanho médio do sedimento (phi); Am= Percentagem de areia média (%); Ws= velocidade de sedimentação das partículas (cm/s); Ω = Hb/T.Ws, ômega; β= declividade da face da praia (º); Yb= largura média de praia (m); σYb= índice de mobilidade de praia (m); CV= índice de mobilidade do pós-praia (%); Vv= Variação de volume acima do datum (m^3/m); σVv= desvio padrão da variação de volume (m^3/m); K_p= permeabilidade do pós-pria (cm/s); K_b= permeabilidade da berma (cm/s); α= orientação da linha de costa em relação ao norte (º); – falta de dados; * valores calculados pelo presente estudo.

Com um total de 7 campanhas amostrais, foi observado que a praia do Hermenegildo apresenta areias finas (Mz = 2,5 phi) e alta energia de ondas (Hb = 0,86m). Baseado no parâmetro adimensional ômega (Ω = Hb/T.Ws) a praia do Hermenegildo (Ω=4) pode ser classificada como uma praia intermediária com tendência dissipativa de acordo com os parâmetros sugeridos por Short & Hesp (1982) e Wright & Short (1984). O ângulo de orientação da linha de costa no Hermenegildo em relação ao norte é de 48°, indicando que esta praia recebe, quase que frontalmente, as grandes ondulações de S-SE, as ondulações com maior nível

de energia que atuam na área. A praia do Hermenegildo apresenta moderada a alta variação dos parâmetros morfométricos e baixas taxas de permeabilidade do sedimento (Pereira, 2005).

Especificamente para a região do balneário do Hermenegildo, Pereira (2005) sugere que a presença de turfas no local aumenta a impermeabilidade no subsolo praial, o que pode deixar a praia bastante umedecida, facilitando assim a retirada de sedimentos durante a ação do varrido das ondas, catalisando o processo erosivo.

Em relação à erosão em curto termo, isto é, associada à variabilidade atual da linha de costa, Tozzi (1999) analisou dados morfológicos com diferença de cinco anos (obtidos em 1991 e 1996) na praia do Hermenegildo e encontrou pequena variação na posição da linha de praia, mas significativas mudanças no volume sedimentar subaéreo da ordem de 50m³/m com uma retração de 4 metros das dunas frontais (Figura 5).

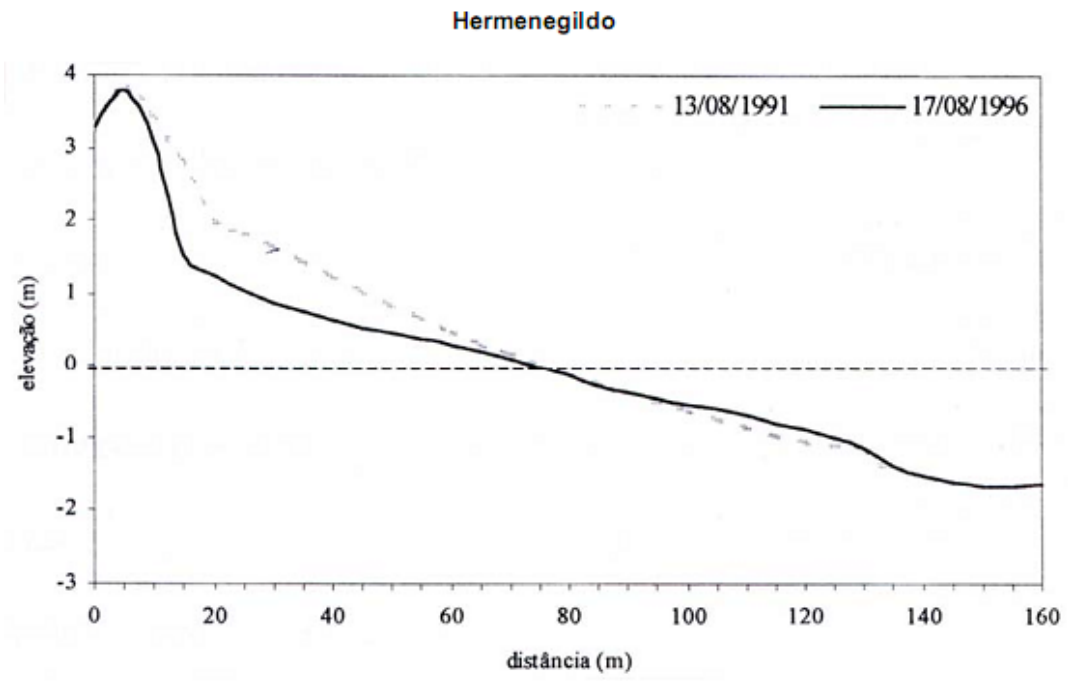

Figura 5 - Erosão praial do balneário do Hermenegildo entre agosto de 1991 e agosto de 1996. (extraído de Tozzi, 1999).

Em se tratando dos estudos e padrões dos eventos meteorológicos e seus impactos sobre a costa do Rio Grande do Sul, Tozzi (1999) considerou quatro

categorias de impacto, com base nas três principais trajetórias das tempestades extratropicais, de acordo com a distribuição dos centros de baixa pressão e condições sinópticas mais representativas. Tozzi (op.cit.) que analisou os impactos sobre a costa gaúcha e Parise (2007), analisando mais especificamente os impactos de tais sistemas sobre a praia do Cassino, RS, perceberam que a ciclogênese gerada ao sul da costa do Uruguai com deslocamento para leste foi a que causou maior impacto, por permanecer mais tempo próxima da costa, gerando um impacto localizado na região das praias do extremo sul do RS.

Parise (2007) percebeu que os processos erosivos não dependem somente da intensidade, trajetória e magnitude dos eventos, mas também das características do perfil antecessoras aos mesmos, já que o evento mais erosivo ocorreu no verão.

Dentre as categorias sugeridas por Tozzi (1999) existem ciclones extratropicais de impacto moderado, de menor freqüência, gerados em Tempestades do Meio do Atlântico Sul, mas com alta elevação do nível do mar sobre a costa ("maré meteorológica"). Tozzi (op.cit.) caracteriza estas tempestades como vórtices ciclônicos que se deslocam ao longo do oceano Atlântico Sul com grande uma extensão na zona de geração. Em geral se apresentam com fortes ventos de S/SO e S/SE com marés meteorológicas acima de 1m, estas estão associadas às ondulações provenientes de S/SE com período de pico maior que 12 segundos e altura significativa da onda maior que 1,5m. O impacto destas Tempestades do Meio do Atlântico Sul distribui-se em grandes extensões de costa com taxas de retirada de sedimento das praias maiores de 20m³/m.

Teixeira (2007), citando Figueiredo & Calliari (1995), diz que a altura significativa das ondas para a área de estudo é de 1,5 m com períodos de 9 segundos. Entretanto, ondas bem maiores acompanham as tempestades e, freqüentemente, as alturas em águas profundas ultrapassam os 3,5 m durante os meses de inverno.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização da expansão da zona urbana

Para esta caracterização foram utilizadas fotos aéreas do Balneário do Hermenegildo realizadas pelo Exército Brasileiro em 1947 e em 1964, e uma imagem de satélite Quickbird™ de 2005 (Figura 6).

Estas fotos aéreas foram cedidas pela Agência Lagoa Mirim, órgão vinculado á Universidade Federal de Pelotas, RS (ALM-UFPEL) e foram escaneadas na própria Agência em uma resolução de 300dpi (.tiff). Por falta de pontos de controle confiáveis estas fotografias aéreas não foram georreferenciadas. A imagem de satélite Quickbird™ pancromática de alta resolução (0,6) do ano de 2005 foi requerida junto ao Núcleo de Estudos e Monitoramento Ambiental (NEMA) com a autorização da Prefeitura Municipal de Santa Vitória do Palmar – RS, já estando georreferenciada. Para o processamento, as fotos aéreas foram recortadas em uma escala e orientação semelhantes à imagem de satélite mais atual.

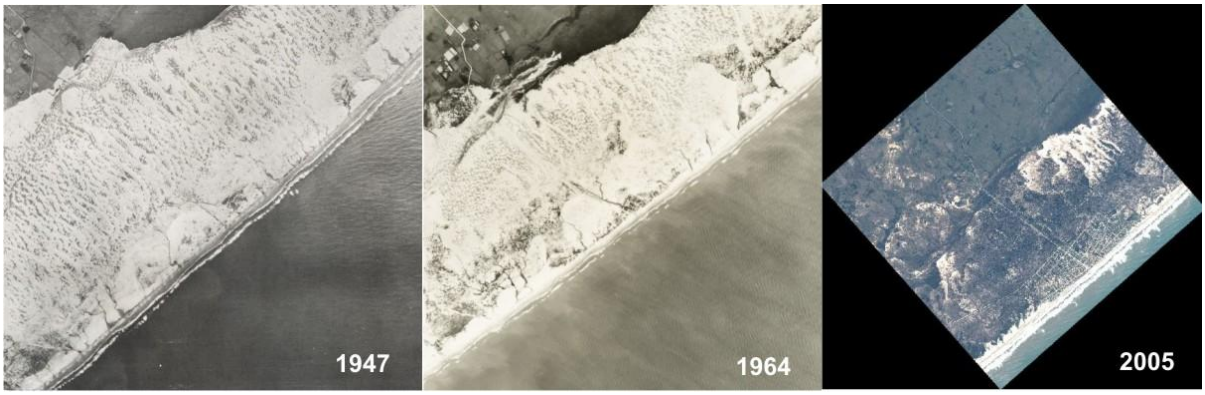

Figura 6 – Fotos aéreas de 1947, 1964 (cedidas pela ALM-UFPEL) e Imagem de satélite Quickbird™ de 2005 (cedida pela prefeitura de Santa Vitória do Palmar – RS).

Com o fim de analisar a expansão da zona urbana do balneário e as principais alterações na paisagem superficial, foram identificadas as seguintes feições: o perímetro urbanizado, a estrada principal de acesso, a área do sistema lagunar IV

(lagoa Mangueira e banhados remanescentes), a barreira IV (campos de dunas e áreas vegetadas), os sangradouros principais e a linha de dunas.

Pelo fato de não ter sido viável o georreferenciamento das fotos aéreas mais antigas, consequentemente não foi possível trabalhar com taxas (quantitativas) de erosão da costa e de variação da área da zona urbana. Porém foi possível fazer uma análise qualitativa desta variação da linha de costa, sendo demarcada a linha da base das dunas frontais nas fotos aéreas com a intenção de usar a linha das casas de frente para o mar como um referencial “fixo”, e então perceber se houve uma variação desta linha de dunas ou não.

O processamento destas imagens foi realizado com softwares de geoprocessamento (ArcGIS ESRI 9.3.1®) e de desenho vetorial.

As informações históricas referentes ao balneário do Hermenegildo foram obtidas por meio de entrevista com o Professor Homero Vasques Rodrigues, historiador, geógrafo, vitoriense, e sempre interessado nos assuntos referentes ao balneário do Hermenegildo.

2.2. Caracterização das estruturas de contenção

Esta caracterização das estruturas de contenção vem sendo feitas desde 1999 por diversos autores. Foi iniciada em fevereiro de 1999 por Esteves et.al. (1999a), que retornaram em abril do mesmo ano (Esteves et.al., 1999b) após um considerável evento de tempestade. Em 2001 Esteves & Santos (2001) retornaram a área e fizeram um acompanhamento das reconstruções das estruturas destruídas em 1999. Teixeira (2007) monitorou as obras com dados de 2005 e obteve dados não publicados de 2003.

Neste trabalho, a quantificação dos dados foi realizada utilizando as planilhas cedidas gentilmente por Priscila Teixeira as quais foram modificadas. Estas planilhas continham colunas com o número da casa e quadra; a descrição da casa e das obras de contenção (quando presentes) e suas características, como a altura, largura; e o material utilizado. Para este trabalho foi considerado: número, descrição,

presença ou ausência de obras de contenção e os principais materiais utilizados (Anexo 1).

Para a caracterização das estruturas de contenção no ano de 2009, foram realizadas duas saídas de campo: A primeira, nos dias 11 e 12 de julho, para reconhecimento da área de estudo e para o monitoramento das casas com registro fotográfico, e ainda um primeiro teste do método do tabelamento das obras de contenção e descrição das casas; e a segunda saída, realizada nos dias 26, 27 e 28 de agosto, para a confirmação do registro das estruturas de contenção. Durante estas saídas de campo cada residência ou terreno defronte ao mar foi quantificado e registrado em tabelas e por meio fotográfico.

Primeiramente foram averiguadas as descrições das casas a fim de ver se elas permaneciam iguais ou, se não fosse o caso, registrar o que mudou, e até mesmo se elas ainda estavam presentes. Havia em campo alguns lotes vazios com casas a sua retaguarda que não estavam registrados, estes lotes foram contabilizados, a fim de que, se as dunas frontais erodem no futuro e a linha de costa avança para próximo destas casas, elas estão presentes na planilha para futuros monitoramentos.

No segundo campo foram então caracterizadas as estruturas de contenção em si, ainda seguindo a padronização obtida em Teixeira (2007), e registradas as alterações ou não das estruturas em relação a 2005.

Os registros fotográficos realizados durante as saídas de campo tiveram dois objetivos: O primeiro, efetuado na primeira saída de campo foi o de reconhecimento do local e tal como o registro da atual conformação da orla do balneário e as suas estruturas de contenção, a fim de comparar o estado atual das estruturas com outros registros que vem sendo realizados por diversos autores desde 1999. O segundo, efetuado na segunda saída de campo, teve como intenção fazer um mosaico de fotos da orla do balneário. Este registro foi realizado com uma fotografia a cada quinze metros com o mesmo ângulo e distância de obtenção de maneira que todas as casas da orla fossem registradas.

2.3. Mapeamento (atual) da orla

Segundo o Projeto Orla, MMA 2006 a orla marítima seria definida assim:

> *"A orla marítima pode ser definida como unidade geográfica inclusa na zona costeira, delimitada pela faixa de interface entre a terra firme e do mar. 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." (PROJETO ORLA, MMA, 2006)*

Neste livro os autores sugerem um limite para esta orla para dentro do mar, começando da fronteira entre a terra e a água até a isóbata de 10m, por ser a profundidade na qual a ação das ondas passa a sofrer influência da variabilidade do fundo marinho, promovendo o transporte de sedimentos; e na parte emersa começando na linha da água até 50m adentro do continente a partir do limite final da duna frontal para áreas urbanizadas e 200m para áreas não urbanizadas. Para este trabalho vai ser considerada a porção da Orla que inicia desde a linha da água até a Avenida Cruzeiro do Sul, limite este que varia ao longo do balneário, de 50 a aproximadamente 200m de distância da linha da água.

O objetivo do mapeamento da orla foi de registrar como está a posição horizontal e vertical atual da orla do balneário do Hermenegildo (parte urbanizada) em relação à linha de dunas frontais da região e em relação à face praial, além de averiguar se existe algum desnível topográfico mais elevado nas porções centrais do balneário do que nas porções periféricas.

Para isto, foi feito um trabalho de campo nos dias 3 e 4 de outubro de 2009 com o suporte logístico do Laboratório de Topografia da Escola de Engenharia e do Centro de Ciências Computacionais (C3) da Universidade Federal do Rio Grande (FURG).

Foram levantados na área de estudo dados locais de coordenadas geodésiasde toda a linha limite das escarpas e estruturas de contenção do balneário e da base das dunas frontais em uma extensão de linha de costa de aproximadamente 4 km. Também foi traçada a linha da água de máxima maré (*High Water Line*) nesta mesma extensão. Para averiguar se existe diferença nos desníveis das escarpas encontradas no balneário, foram traçados 24 perfis

topográficos, destes 22 junto as ruas do balneário perpendiculares a praia e 2 perfis praiais dos extremos finais das linhas de dunas e de água.

O Método utilizado foi o de posicionamento relativo cinemático em tempo real (*Real Time Kinematic – RTK*) de levantamento de dados pelo Sistema de Posicionamento por Satélites (GPS). Este método consiste em posicionar um receptor GPS em um ponto fixo de coordenadas conhecidas (Figura 7A) e outro receptor móvel no ponto no qual se deseja determinar as suas coordenadas (CORSEUIL & ROBAINA, 2003) (Figura 7B), com um tempo de coleta e rastreio mínimos.

Figura 7 – (A) Método de posicionamento do GPS, com um receptor em um ponto fixo sobre a RN1969A e (B) o receptor móvel.

O receptor utilizado foi um GPS geodésico marca SOUTH, modelo 82**,** capaz de receber as freqüências L1 e L2 com 5 canais paralelos e independentes para a recepção dos sinais de satélite. Todos os pontos do caminhamento foram registrados pelo modo *stop-and-go* que consiste em parar no ponto e salvar as suas coordenadas.

A antena de estação base permaneceu fixa no ponto de coordenadas conhecidas de uma Referencia de Nível. Esta RN pertence à Rede de Nivelamento Brasileira, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), identificada pela RN1969A, materializada por um marco de concreto (antigo

monumento) localizado próximo á estátua de Iemanjá e da igreja católica (Figura 7A), situada ao final da RS-833 no balneário do Hermenegildo, cuja altitude ortométrica é de 4,5557 m (ver anexo 2).

Os dados obtidos foram organizados em uma tabela com cada ponto adquirido e as suas respectivas coordenadas X, Y baseadas no datum WGS84, zona 22 Sul, e projetadas em UTM (Universal Transversa de Mercator); e coordenadas de altitude Z (‘H’) que correspondem à altitude do ponto amostrado em relação ao elipsóide WGS84.

Estas coordenadas de altitude Z (geométricas) foram então convertidas para altitudes reais (ortométricas ‘h’) com relação ao modelo do geóide local. Esta conversão foi realizada através de um *modelo de ondulação geoidal* calculado com base nos pontos das Referências de Nível RN1969A, RN1969B e RN1969N (ver anexos), sendo os dois primeiros localizados no balneário do Hermenegildo e o último no município do Chuí.

Tendo a *equação da ondulação geoidal* calculada, basta então subtrair a ela o valor da altitude geométrica (‘H’) que se obtém então a altitude ortométrica (‘h’) real. Estes cálculos do modelo geoidal e da equação da ondulação geoidal foram realizados com software de programação através de rotinas computacionais.

Com o fim de fazer uma averiguação do erro das coordenadas ortométricas calculadas e do modelo da ondulação geoidal, foi usado um nível para fazer o levantamento dos pontos de controle.

A precisão esperada para os dados que foram coletados com uma taxa da *diluição da precisão pela distribuição espacial dos satélites* (PDOP) menor do que 5 é de 3 a 5 centímetros. Sabendo disto, quando os valores do PDOP em um ponto estavam sendo informados pela controladora como acima de 5, estes eram recusados.

O cálculo da precisão das altitudes ortométricas calculadas a partir dos pontos levantados com o GPS foi realizado comparando estes pontos com os pontos obtidos com o nível, que nos indica os pontos ortométricos reais com a maior

precisão. A Figura 8 mostra os perfis realizados pelo nível e pelo GPS traçados em um mesmo trajeto partindo da RN-1969A até a RN-1969B.

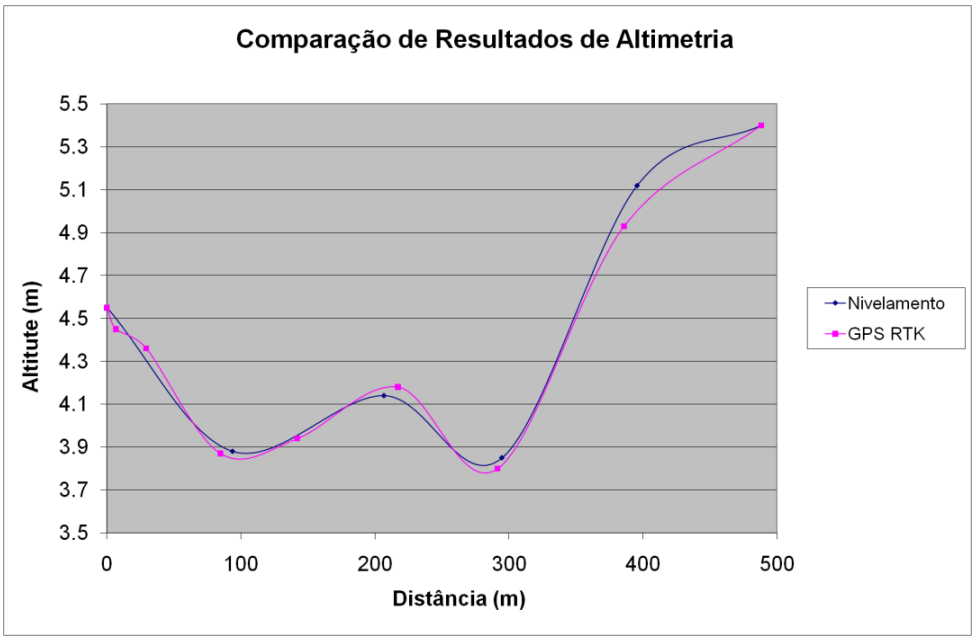

Figura 8 – Gráfico da comparação entre os resultados de altimetria obtidos pelo nível (controle) e pelo GPS RTK.

A correlação entre estes dois perfis foi de 0,99. E a diferença entre os valores quadráticos médios (*RMS*) dos diferentes perfis foi de 0,11488 metros.

Com os dados brutos já processados, eles foram então plotados e trabalhados na imagem de satélite Quickbird™ de 2005 com o software ArcGIS 9.3.1®.

2.3.1. Linha de dunas e linha da água

> *"A região subaquosa é onde ocorrem as maiores variações no perfil topográfico em uma curta escala de tempo, seguido da região das dunas frontais em uma escala maior de tempo"* (PARISE, 2007).

Como este trabalho se trata de uma evolução histórica para a linha de costa, foi considerada a linha de dunas a mais apta para demonstrar esta variação, já que as variações desta linha necessitam de eventos de tempestade maiores e que ocorra uma recuperação ou não deste estoque sedimentar com o passar dos anos.

As feições indicadoras da linha de dunas consideradas para este trabalho são divididas em duas partes: Em frente à zona urbanizada (orla do balneário) há áreas que já não existem dunas, e sim diversas formas de estruturas de contenção. Nesta parte a linha foi traçada praticamente no limite das estruturas de contenção com a praia.

A outra parte mapeada (também chamada de linha de dunas neste trabalho) foram os pontos situados na base das dunas frontais. As dunas embrionárias não foram consideradas ao mapear esta linha, pois elas têm uma oscilação sazonal, com maiores incidências na primavera (GUIMARÃES et.al., 2008), ou até mesmo podem apresentar uma grande variação em poucas horas.

Para analisar se o setor central do balneário está mais projetado sobre o pós-praia do que as periferias foi estabelecida, partindo das extremidades do balneário até aproximadamente 1 km ao norte e 1 km ao sul, a linha limite da base das dunas frontais. Posteriormente estas linhas foram interligadas por uma reta unindo os dois trechos “naturais” de costa (Figura 9). Considerando que a costa do RS possui uma característica de ser ausente de alterações bruscas e com uma conformação aproximadamente retilínea, esta linha reta traçada seria a posição esperada da linha média das dunas em frente ao balneário se não houvesse a interferência e a fixação da costa com as estruturas de contenção.

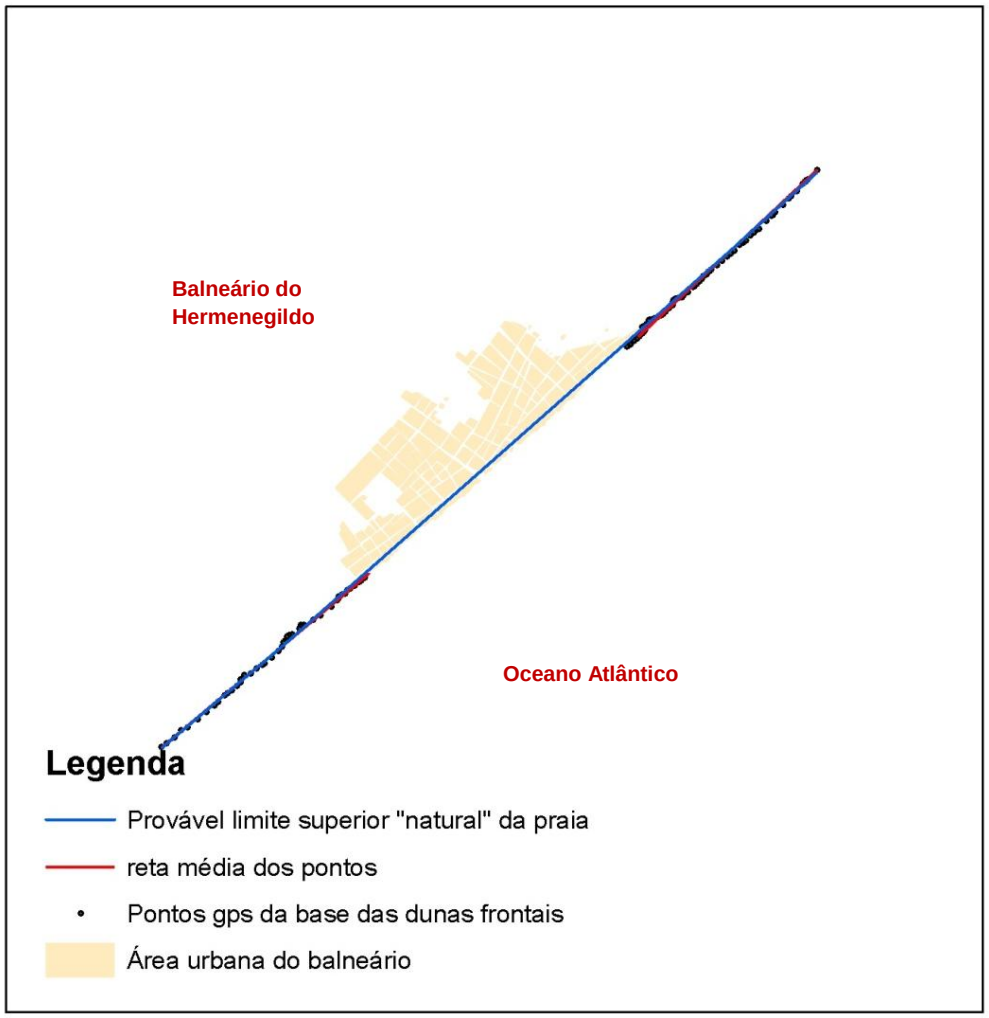

Figura 9 – Pontos marcados sobre a linha limite da base das dunas frontais nas áreas adjacentes ao balneário do Hermenegildo e a linha interligando os dois setores, considerada linha limite superior "natural" da praia.

O objetivo desta linha era de perceber se existe uma diferença entre a linha de dunas na frente do balneário (onde já não são mais dunas, e sim varias formas de estruturas de contenção) e a linha de dunas em áreas sem interferência antrópica e consideradas "naturais", ou seja, com a livre mobilidade do sedimento em resposta às alterações dos processos costeiros.

Já a linha da água mapeada foi a linha indicativa da máxima maré alta (*High Water Line*). Esta linha é indicada pelo limite máximo do varrido da praia no dia. De todas as linhas de água, esta é a que possui menor variação durante o dia, pois é a marca deixada ali no pico de máxima maré. Mas ainda assim, esta linha está

suscetível a grandes variações em poucos dias, dependendo tanto da maré astronômica como da maré meteorológica. No dia em que esta linha foi mapeada, havia um intenso vento nordeste (46°), de aproximadamente 9.5m/s segundo estação meteorológica do Chuí (INMET) que talvez, por efeito de *coriolis* sobre a água do mar, pudesse estar baixando esta linha de modo que fique mais afastada da costa do que se estivesse apenas sob a ação da maré astronômica. O máximo pico de maré naquele dia foi de 0.7m ás 11h56min (fonte: Praticagem do Rio Grande).

2.3.2. Perfis transversais à costa

Como foi apresentado na introdução, existe uma hipótese de que a porção central do balneário estaria mais exposta à erosão, e também provavelmente por estar mais a frente do que a linha de dunas atingindo o pós-praia. Unindo diversos fatores como o avanço do balneário sobre o pós-praia, ou como seria mais correto dizer, a fixação da orla do balneário e o avanço da linha de costa para o interior continental, a concavidade da linha da água em frente a porção central, bem como o reforço das estruturas deste setor, nos levam a acreditar que a praia em frente ao balneário, principalmente o setor central, estaria mais curta e com escarpas mais elevadas do que nas periferias do balneário.

Para isto, foram traçados 22 perfis topográficos da orla, medindo quase todas as ruas transversais do balneário, sendo que destes, foram escolhidos apenas 6 para discussão e apresentação. Todos estes perfis partiram da linha da água, passando pela escarpa e medindo o desnível da mesma, e seguindo na rua até chegar à Avenida Cruzeiro do Sul, limite transversal da orla estabelecido neste trabalho.

Para a representação final destes seis perfis escolhidos e o processamento destes dados foi utilizado o software de geoprocessamento ArcGIS 9.3.1®. Como os perfis estavam em planos de coordenadas geodésicas, as distâncias entre um ponto e outro foram medidas com a ferramenta *measure distance* do programa, e estas distâncias foram anexadas em um novo campo da tabela de atributos dos dados dos perfis.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Expansão urbana do balneário do Hermenegildo

A ocupação do balneário do Hermenegildo se iniciou por volta de 1890 com acampamentos temporários, que passaram a ser substituídos por construções simples de madeira. Este local foi estabelecido, pois ali havia a única passagem, ao sul da Lagoa Mangueira, que ligava Santa Vitória do Palmar ao Oceano Atlântico (Teixeira, 2007). A maior parte destas casas foi construída próxima da linha de costa e nas zonas baixas e alagadiças a beira de um sangradouro (Figura 10).

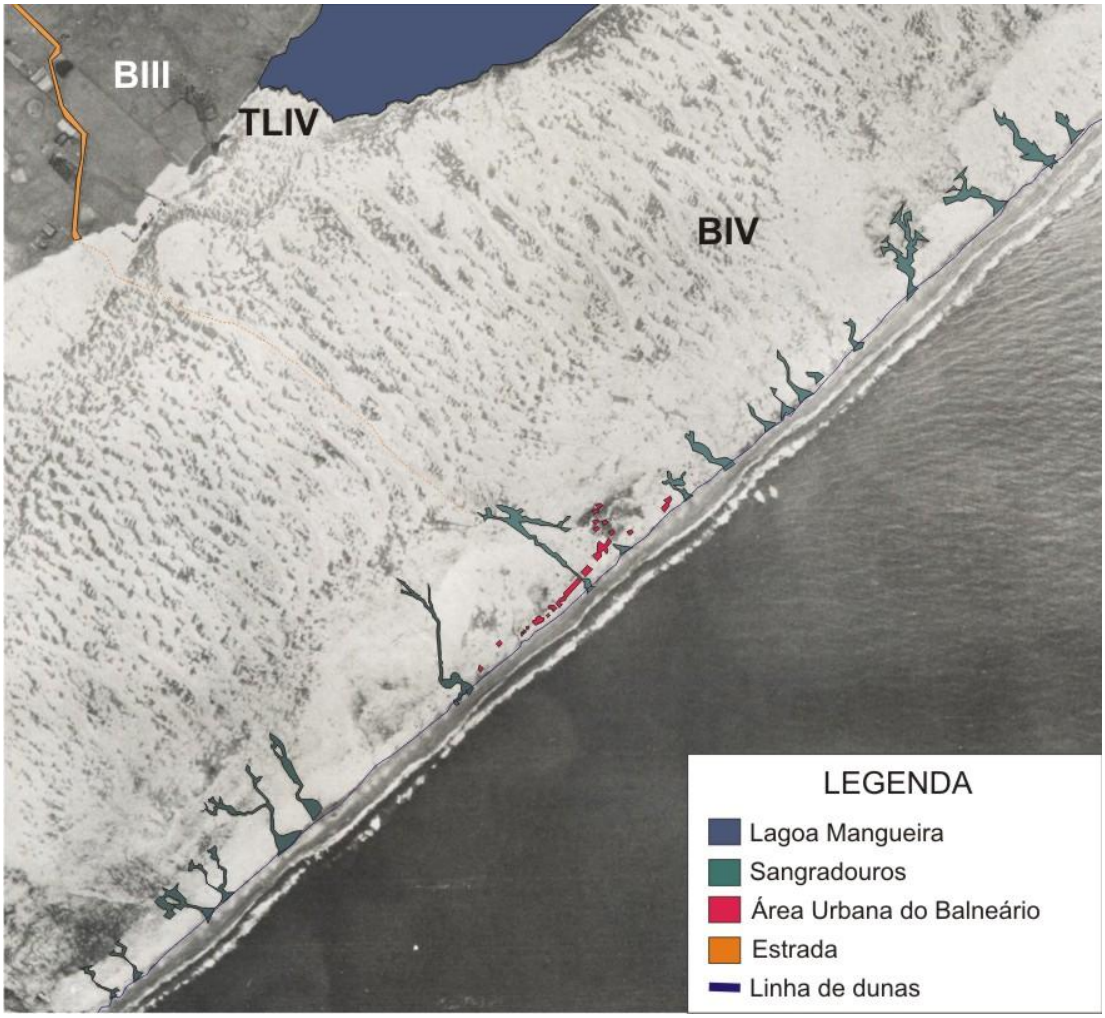

Figura 10 - Foto aérea do Balneário do Hermenegildo de 1947 (cedida pela Agência Lagoa Mirim, UFPEL) processada. B-III, TL-IV e B-IV, são as Barreiras III, Terraço Lagunar IV, e Barreira IV respectivamente, segundo a classificação sugerida por Villwock & Tomazelli (1995).

A foto aérea de 1947 nos mostra como as dunas apresentavam, no período inicial de ocupação, muito pouca vegetação natural, talvez resultado de um evento de extrema seca que ocorreu entre 1943 e meados de 1946 (UGRI, 2004). Neste período a estrada de acesso era ainda indefinida sobre o campo de dunas, sendo alterada a cada verão.

Segundo Homero Vasques Rodrigues, em 1962 foi construída a estrada de acesso ao balneário, sobre o banhado (terraço lagunar IV) e as dunas móveis (barreira IV). Já durante a sua construção, as dunas começaram a migrar sobre a estrada. Contratou-se então um engenheiro agrônomo que sugeriu o plantio de mudas de acácia, como já havia sido feito em Alvorada (uma região ao sul do balneário) em 1958, e também no litoral norte gaúcho. Este plantio junto à estrada foi realizado por volta de 1963 e 1964.

Ainda segundo o referido historiador, nos anos de 1966 a 1968 houve a construção de um viveiro de mudas na estrada de acesso ao balneário sobre a barreira III. A partir disso houve um mutirão para plantio de mudas de acácia, tanto pra contenção das dunas junto a estrada quanto na área do próprio balneário, visto que este era urbanizado nas áreas de “campestres” (pequenos banhados e/ou *blowouts*) geralmente situados próximos aos sangradouros e também próximo a linha de costa. A grande mudança na paisagem dunar, com a sua progressiva fixação, fruto do plantio de árvores, se iniciou nesse período, sendo intensificada no início da década de 1970 com a compra de maquinário por parte da prefeitura para execução de tal tarefa.

Observando a imagem de 1964 (Figura 11) percebe-se que entre 1947 e 1964, ocorreu um grande crescimento no número de construções no balneário, mantendo-se a urbanização paralela a costa. Neste período já havia sido construída a estrada de acesso ao balneário e tinha sido iniciado o plantio de mudas de acácia, transparente e cedro para auxiliar na fixação das dunas.

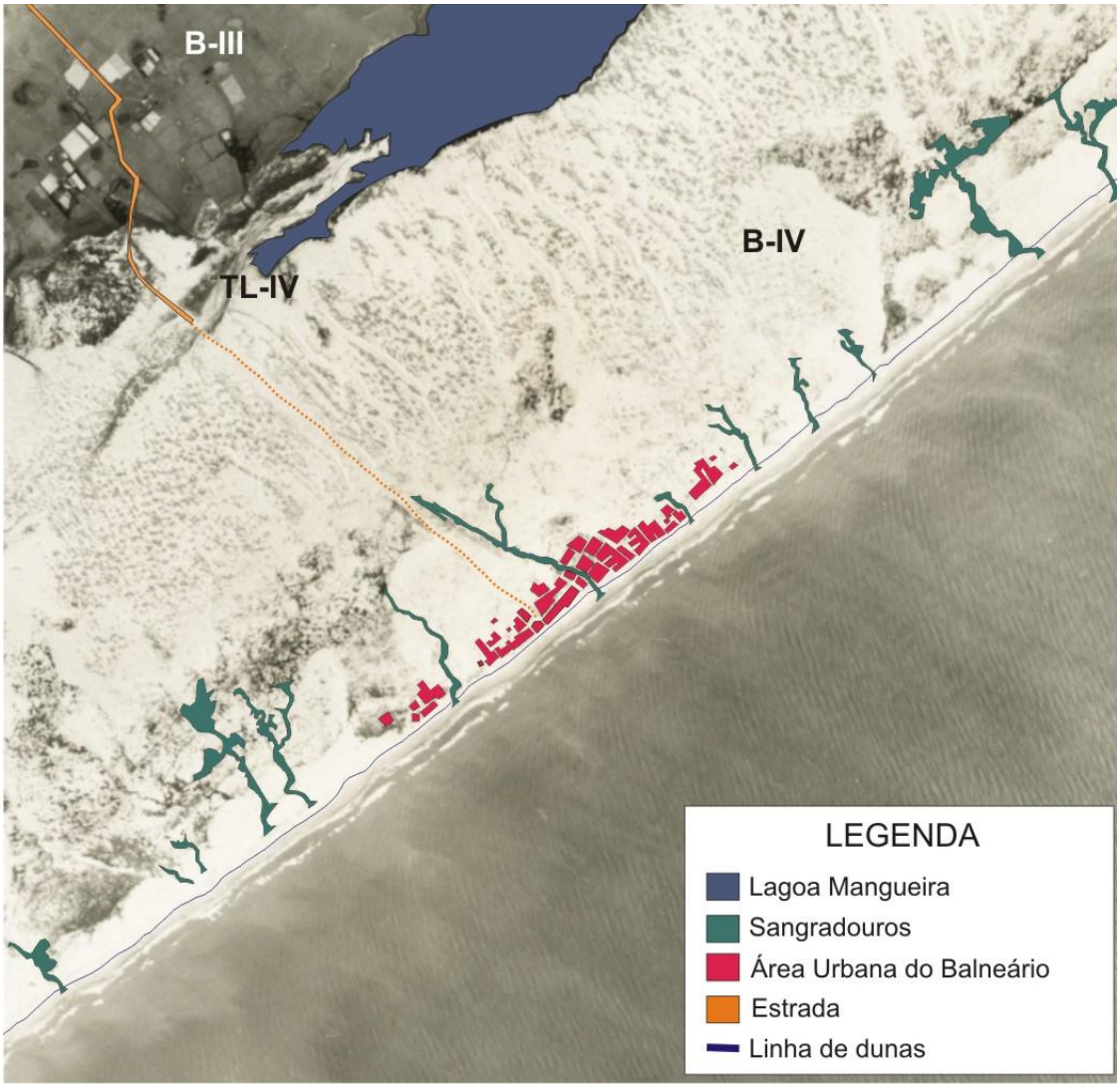

Figura 11 - Foto aérea do Balneário do Hermenegildo de 1964 (cedida pela Agência Lagoa Mirim, UFPEL) processada. B-III, TL-IV e B-IV, são as Barreiras III, Terraço Lagunar IV, e Barreira IV respectivamente, segundo a classificação sugerida por Villwock & Tomazelli (1995).

Outro aspecto importante de se notar, decorridos estes 17 anos, é que a Lagoa Mangueira parece estar sendo soterrada pelas dunas, mudando sua conformação. Já a linha de dunas parece ter se aproximado das casas, sendo que algumas delas parecem já estar vulneráveis à ação do processo de erosão costeira. Neste período o sangradouro central já havia sido aterrado para dar lugar à principal via de acesso ao balneário, onde atualmente se encontra a RS-833, a estátua de Iemanjá e o marco do IBGE utilizado como ponto de referência no presente estudo.

Já na imagem de satélite de 2005 (Figura 12), com um intervalo maior de tempo de análise (41 anos), percebe-se claramente como a ocupação do balneário cresceu e se adensou, mantendo o padrão de urbanização paralelo a linha de costa.

Nesta imagem observa-se também que as casas mais próximas da praia já coincidem com a linha das dunas e a linha da água em eventos de tempestade[1].

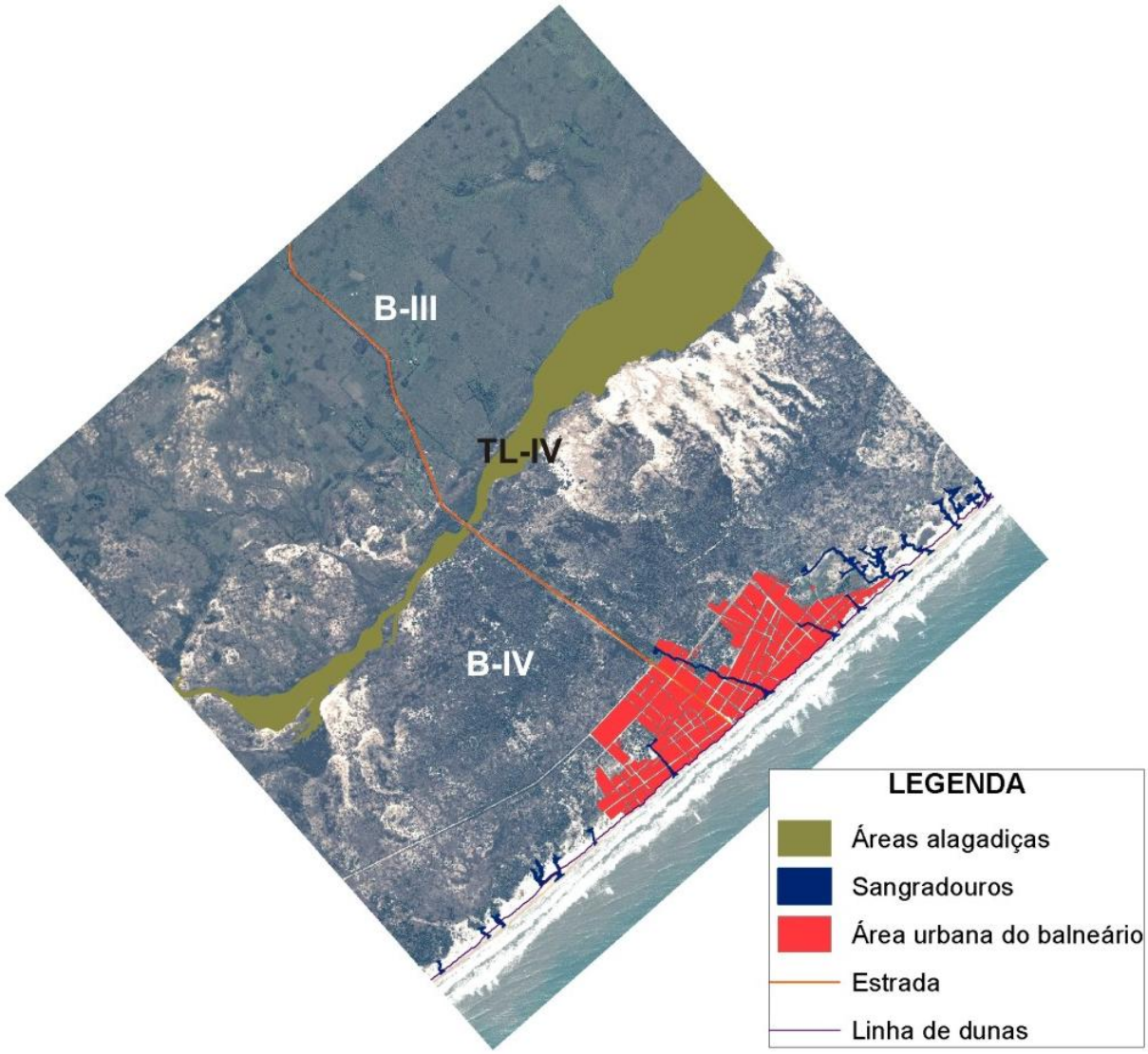

Figura 12 - Imagem de satélite Quickbird™ do Balneário do Hermenegildo de 19 de julho de 2005 (cedida pela Prefeitura Municipal de Santa Vitória do Palmar) processada. B-III, TL-IV e B-IV, são as Barreiras III, Terraço Lagunar IV, e Barreira IV respectivamente, segundo a classificação sugerida por Villwock & Tomazelli (1995).

As dunas costeiras móveis foram, entre 1964 e 2005, quase em sua totalidade vegetadas nas áreas em torno do balneário, seja com plantações exóticas de acácia, cedro e transparente, ou mesmo com vegetação costeira natural das dunas. Ugri

[1]Obs.: a imagem de satélite é datada em 19 de julho de 2005, e no momento da tomada da imagem o mar parece estar sob um evento de tempestade e sobreelevação da maré.

(2004) fez uma análise das mudanças nas dunas costeiras utilizando fotos aéreas de todo o litoral sul do Rio Grande do Sul dos anos de 1947, 1966 e 1996. Este percebeu que realmente existiu o aumento da vegetação costeira em toda a extensão da área de estudo, isto é, em todo o extremo sul da costa gaúcha. Neste período a Lagoa Mangueira deu lugar a uma grande área de banhados, sendo que a área ocupada por água que nas fotos mais antigas podia ser visualizada nas proximidades do balneário (Figura 10 e Figura 11) está hoje a alguns quilômetros ao norte.

3.2. Processo de contenção à erosão costeira

Segundo Homero Vasques Rodrigues, historiador local e antigo morador do balneário, o processo de contenção à erosão costeira pode ser dividido em dois momentos: o primeiro, por volta do inicio do século XX até meados década de 1970, e o segundo outro entre a década de 1970 e os dias atuais. No primeiro momento histórico, as casas que eram construídas próximas da linha de costa eram acrescidas de estruturas de madeira ou vegetação para conter a erosão. Mesmo assim, em maio de 1958 praticamente todas estas casas foram destruídas por um evento de tempestade de alta energia, sendo posteriormente reconstruídas mais afastadas da praia. O segundo momento foi o enrocamento e fixação da linha de costa. Este se iniciou ainda na década de 1970 e início da década de 80. Em meados da década de 1990 esta característica passou a predominar a orla, fruto da ação das grandes “ressacas”, que progressivamente retiraram material sedimentar e mantiveram, em parte, as estruturas.

Qualquer que fosse o momento histórico, estas estruturas de contenção foram colocadas pelos próprios donos das residências situadas à beira-mar de maneira predominantemente individual, como resposta imediata à erosão costeira, sem maiores estudos detalhados sobre qual o melhor e mais apropriado método de proteção.

Na segunda metade da década de 1990 o balneário foi castigado por severas tempestades, o que gerou uma grande degradação da orla, com retirada de cordão

de dunas frontais e destruição de propriedades, destacando-se os eventos de alta energia hidrodinâmica ocorridos em 1995, 1998 e 1999 (Ulisses R. Oliveira, comunicação pessoal).

Esteves et.al.(1999b), observaram o impacto de um evento de alta energia ocorrido em 16 e 17 de abril de 1999. Havia sido feita uma caracterização antes, e uma logo após o impacto. E foram contadas 20% das casas à beira-mar que haviam sido parcialmente ou totalmente destruídas neste evento. Algumas das conclusões tiradas deste trabalho foram que as obras de estrutura rígida estavam sem fundação, e quando retirada uma grande quantidade de sedimentos elas perdiam sua sustentação e colapsavam. Outra constatação importante é que a destruição das obras de contenção ocorreu sempre pelo lado sul destas contenções. E a destruição foi pior principalmente das casas sem obras de proteção que estavam situadas ao lado sul de casas protegidas.

Quando se trata das respostas da população sobre a erosão do Balneário, vários foram os trabalhos realizados, alguns exemplos são Esteves et.al. (1999a e 1999b), Esteves et.al. (2000), Esteves & Santos (2001), Teixeira (2007).

Esteves & Santos (2001) monitoraram as obras de proteção das casas e perceberam que estas estruturas foram reconstruídas de maneira semelhante às estruturas encontradas antes da tempestade de abril de 1999. A partir de entrevistas com os moradores, foi computado um gasto aproximado de U$ 121.500,00 para a reconstrução da orla, com aterros, muros de contenção e enrocamentos, com uma média de U$ 2.530,00 por propriedade.

Teixeira (2007) padronizou uma metodologia de monitoramento para a caracterização das obras de contenção do balneário do Hermenegildo, a qual foi seguida nesta parte do presente estudo. Com isto foi possível fazer uma análise da evolução das estruturas de contenção no Balneário do Hermenegildo nos últimos 10 anos (Tabela 3).

Tabela 3 - Característica e evolução das estruturas de contenção na orla do Balneário do Hermenegildo, RS, nos últimos 10 anos (1999 - 2009). (modificado de Teixeira, 2007) [2].

Proteção	Característica		ANO					
	Tipos de estruturas	Material principal	Fev 1999 (%)	Abr 1999 (%)	Fev 2001 (%)	Dez 2003 (%)	Dez 2005 (%)	Ago 2009 (%)
SEM proteção	Sem nada	-	43 **(39)**	65 **(74)**	51 **(41)**	29 **(21)**	55 **(40)**	50 **(34)**
	Entulhos	-	zero	zero	zero	5 **(4)**	10 **(7)**	13 **(9)**
COM Proteção	Revestimentos	Enrocamento	31 **(28)**	16 **(18)**	24 **(20)**	14 **(10)**	13 **(9)**	16 **(11)**
		Outros	2 **(2)**	zero	3 **(2)**	zero	6 **(4)**	6 **(4)**
	Muros de contenção	Madeira	10 **(9)**	2 **(2)**	19 **(15)**	24 **(17)**	21 **(15)**	19 **(13)**
		Concreto	10 **(9)**	zero	3 **(2)**	5 **(4)**	7 **(5)**	3 **(2)**
	Mista	Muros de madeira ou concreto com enrocamento	14 **(13)**	5 **(6)**	23 **(19)**	13 **(9)**	20 **(14)**	30 **(20)**
	Estacas	Madeira	zero	zero	zero	zero	7 **(5)**	10 **(7)**
Casas sem informações			-	-	-	49 **(35)**	-	-
TOTAL DE CASAS			**110 (100)**	**88 (100)**	**123 (100)**	**139 (100)**	**139 (100)**	**147 (100)**

É importante ressaltar que muito provavelmente o número real de casas não tenha passado de 110 para 147 entre 1999 e 2009. Este total foi aumentado também porque, com a evolução do cadastro, foram considerados novos lotes vazios. Isto foi feito a fim de que, caso futuramente este espaço seja erodido e alcançar a casa que se encontra na retaguarda, visto que já esteja presente na planilha de dados para futuros monitoramentos. Muito possivelmente esta evolução do método cadastral na área de estudo seja o motivo da ocorrência do aumento do número de casas SEM PROTEÇÃO de 39% em 1999 para 43% em 2009.

Calculando o total do número de casas com estruturas de contenção obtemos: 67 casas em fevereiro e 23 em abril de 1999; 72 casas com proteção em 2001; 56 em 2003; 74 em 2005; e por último, 84 casas protegidas em 2009. Percebe-se com isto que ocorre uma oscilação deste número de casas protegidas e uma tendência a um aumento na colocação de estruturas nos últimos anos. Esta oscilação no número de casas protegidas provavelmente é conseqüência da destruição das obras ou mesmo de casas inteiras pela erosão costeira, como aconteceu em abril de 1999, ou também devido à insuficiência de informações.

Observando a Tabela 3 percebe-se que o total das casas com MUROS DE CONTENÇÃO (tanto de madeira como de concreto) diminuiu em relação a 2005. Provavelmente estas casas tiveram suas estruturas reforçadas, com enrocamento

[2] Fontes: 1999 (ESTEVES et.al., 1999a e 1999b), 2001 (ESTEVES & SANTOS, 2001), 2003 e 2005 (Teixeira, 2007), 2009 (gerados pelo presente estudo).

na base, ou então com blocos de concreto ou ainda entulhos, passando então a outra categoria, a MISTA, que efetivamente aumentou (de 20 para 30 casas). Outras 3 casas reforçaram diretamente com enrocamentos, enquanto que outras, provavelmente casas de proprietários com menor poder aquisitivo, passaram a colocar estacas de madeira como uma tentativa de proteção (nenhuma casa até 2003, 7 em 2005 e 10 em 2009 apresentam esta categoria).

As figuras 13 e 14 mostram exemplos da evolução das estruturas de contenção de diferentes casas ao longo destes 10 anos de monitoramento. Pode-se ver como existe uma manutenção ou uma reconstrução das estruturas passando de categorias SEM NADA para MURO DE CONCRETO (figura 13) ou de MURO DE CONCRETO para MISTA (figura 14) com o passar dos anos e com as incidências de tempestades e consequente destruição e “reconstrução” da orla.

Figura 13 – Evolução da estrutura de contenção de uma casa situada à beira-mar do balneário do Hermenegildo entre 1999 e 2009 (Fotos; 1999 a 2003, Esteves et.al.; 2005 Priscila Teixeira; 2009a e 2009b, o autor).

Na sequencia da figura 13 observa-se a evolução de uma casa sem estruturas sobre uma escarpa para um muro de concreto, o qual literalmente caiu na tempestade que ocorreu em 24 de julho deste ano (2009).

Figura 14 – Evolução de estrutura de contenção do tipo "muro de contenção" de uma casa situada na orla do Balneário do Hermenegildo entre 1999 e 2009 (Fotos; 1999 a 2003, Esteves et.al.; 2005 e 2006a, Priscila Teixeira; 2006b, John Williams; 2009, o autor).

Na sequencia da figura 14, as imagens de 1999a, 1999b e 1999c são de antes, durante e após o evento de tempestade ocorrido em abril de 1999. Em 2001 o muro já havia mudado a sua configuração, permanecendo o mesmo até 2006, quando sofreu uma erosão na sua base (2006a), a qual foi preenchida naturalmente (2006b); em 2009 este muro foi modificado e reforçado com enrocamento na base.

As casas classificadas como SEM PROTEÇÃO não necessariamente estão desprotegidas, na verdade elas se apresentam sem "obras" de proteção. A maioria

das casas que estão classificadas como SEM NADA estão protegidas, até o presente momento, por um cordão de dunas frontais. Estas refletem uma ocupação mais recente, estando estruturadas com um recuo em relação a linha de costa atual. Teixeira (2007) entrevistou proprietários de casas protegidas por dunas frontais situadas no extremo norte do balneário e estes moradores responderam que as mesmas nunca sofreram os impactos diretos da erosão costeira.

As casas com estruturas do tipo ENTULHOS geralmente são casas que já sofreram destruição parcial ou total, estando realmente “desprotegidas” (Figura 15). Em alguns casos, tais entulhos foram reorganizados como forma de proteção.

Figura 15 - Fotografias acompanhando a evolução de duas casas (setas amarela e verde), entre 2003 e 2009. (Fotos: 2003, Luciana Esteves; 2005, John Williams; 2006, Priscila Teixeira; 2009, Ulisses Oliveira)

Percebe-se então com a Figura 15 que em alguns casos de ausência de estrutura as casas podem correr o risco de desabamento. Em 2003 estas casas estavam presentes e sem estruturas de contenção. Em 2005 já estavam mais

fragilizadas, e uma delas (seta verde) caiu no decorrer de 2005 até 2006. Já em 2009 as duas casas foram destruídas pelo mar.

A degradação da orla do balneário pelo processo de erosão foi percebida até mesmo no período de realização deste trabalho. No dia 24 de julho de 2009 ocorreu uma tempestade gerada por um ciclone extratropical ocorrido na costa sudeste da Argentina no dia anterior (Figura 16).

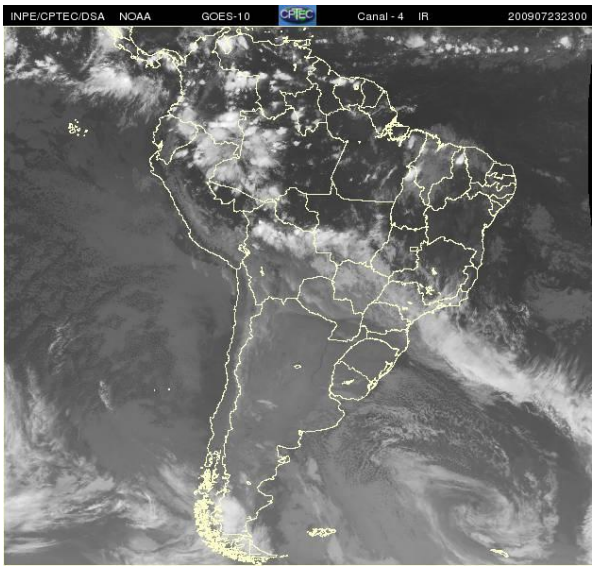

Figura 16 – Imagem GOES-10 da ocorrência de um ciclone extratropical a leste da Argentina no dia 23/07/09. Fonte: INPE/CPTEC

Esta tempestade, que ocorreu nos dias 23/24 de julho de 2009 provavelmente se enquadra na categoria de Tempestades do Meio do Atlântico Sul segundo a classificação de Tozzi (1999), descrita anteriormente no item 1.2.2.

Após este evento algumas casas tiveram as suas estruturas de contenção comprometidas. Já aquelas desprovidas de obras de proteção perderam área de terreno devido á escarpa gerada na duna frontal. Outro aspecto relevante foi que após este evento, a praia subaérea literalmente “desapareceu” por alguns dias na porção central do balneário, voltando a aparecer dias depois (Figura 17). A figura 17 mostra como estava a parte central da Iemanjá antes, durante e após este evento.

Figura 17 – Escadaria da pracinha de Iemanjá no centro do balneário antes (A), durante (C) e após a tempestade de 24 de julho de 2009 (E). As figuras B e D são de durante a ocorrência da tempestade, com vista para o Norte e com vista para o Sul respectivamente. (fotos: A e E do autor; B,C e D Renato Lopes)

3.3. Estado atual da orla do balneário do Hermenegildo: ano de 2009

Após uma breve caracterização e análise do processo de expansão urbana do balneário do Hermenegildo nos últimos 60 anos e das estruturas de contenção à erosão nos últimos 10 anos, será por fim, caracterizado e analisado o atual estado da orla do balneário do Hermenegildo.

Baseado nas medições realizadas em campo (item 2.3) verificou-se que existe uma diferença nos "níveis" de proteção das casas situadas ao Norte, na porção Central e ao Sul do Balneário. Para verificar a hipótese apresentada no início do presente estudo, o balneário foi dividido de maneira arbitrária em três setores ou "porções". São estes: Setor Norte, que abrange todas as casas a partir da quarta rua ao norte da estátua da Iemanjá (quinta quadra em diante); o Setor Central, que abrange quatro quadras ao Norte e ao Sul da Iemanjá, e o Setor sul, que inicia na quinta quadra ao sul da Iemanjá até a última rua para sul (Figura 18).

Figura 18 – Área urbana do balneário do Hermenegildo com a identificação dos três setores da orla.

Após a fragmentação dos três setores, foram analisados os tipos e a distribuição das estruturas de contenção para cada setor (Tabela 4).

Tabela 4 – Tipos e distribuição das estruturas de contenção das casas por cada setor do Balneário do Hermenegildo, RS. (tabela baseada em dados obtidos em agosto de 2009. Entre parênteses estão as porcentagens relacionadas a cada setor).

	Tipos de estruturas	Material principal	NORTE (% N)	CENTRO (% C)	SUL (% S)	*TOTAL (%)*
SEM proteção	Sem nada	-	42 **(67.7)**	3 **(6.4)**	5 **(13.2)**	***50 (34)***
	Entulhos		2 **(3.2)**	2 **(4.3)**	9 **(23.7)**	***13 (9)***
COM proteção	Revestimentos	Enrocamento	2 **(3.2)**	11 **(23.4)**	3 **(7.9)**	***16 (11)***
		Outros	4 **(6.5)**	1 **(2.1)**	1 **(2.6)**	***6 (4)***
	Muros de contenção	Madeira	4 **(6.5)**	7 **(14.9)**	8 **(21.1)**	***19 (13)***
		Concreto	1 **(1.6)**	2 **(4.3)**	0 **(0)**	***3 (2)***
	Mista	Muros de madeira ou concreto com enrocamento	3 **(4.8)**	21 **(44.7)**	6 **(15.8)**	***30 (20)***
	Estacas	Madeira	4 **(6.5)**	0 **(0.0)**	6 **(15.8)**	***10 (7)***
Total sem Proteção			*44 (71%)*	*5 (11%)*	*14 (37%)*	***63 (43%)***
Total com Proteção			*18 (29%)*	*42 (89%)*	*24 (63%)*	***84 (57%)***
TOTAL						***147 (100)***

A Tabela 4 retrata que na porção Norte 71% das casas estão sem obras de proteção. Neste setor a maioria das casas estão “protegidas” por dunas frontais. Já na porção Central do balneário quase a totalidade das casas apresenta algum tipo de proteção costeira (89%). Neste setor predominam obras de proteção mais resistentes, como os enrocamentos e muros de concreto com enrocamentos (mista). Na porção Sul são diversas as casas que já foram destruídas pelo mar, sendo que a maioria dos entulhos encontrados são deste setor (com 9 das 13 casas do total classificado como ‘entulho’). No setor Sul, a maioria das casas apresenta obras de proteção (63%), ainda que com um número inferior a porção central, sendo a maior parte das estruturas mais simples e baratas, tais como muros e estacas de madeira ou, quando mistas, apresentam muro de madeira com enrocamento ou blocos de concreto. Para representar como as estruturas de contenção se diferenciam ao longo da orla, foi gerado um mosaico de fotos (Figura 19).

Na Figura 19 é importante frisar que os mosaicos de fotos A, B fazem parte do setor Norte, C, D, E do setor Central, e F e G do setor Sul. Nesta figura também é possível reparar como nas periferias do balneário a ocorrência de dunas e ausência

de estruturas de contenção é mais freqüente, bem como o desnível das escarpas são menores do que na porção central do balneário. A marca da linha máxima de maré no dia da obtenção das fotos também é distinta, atingindo a porção superior da praia na porção central (Figura 19D), o que não ocorre nas porções periféricas.

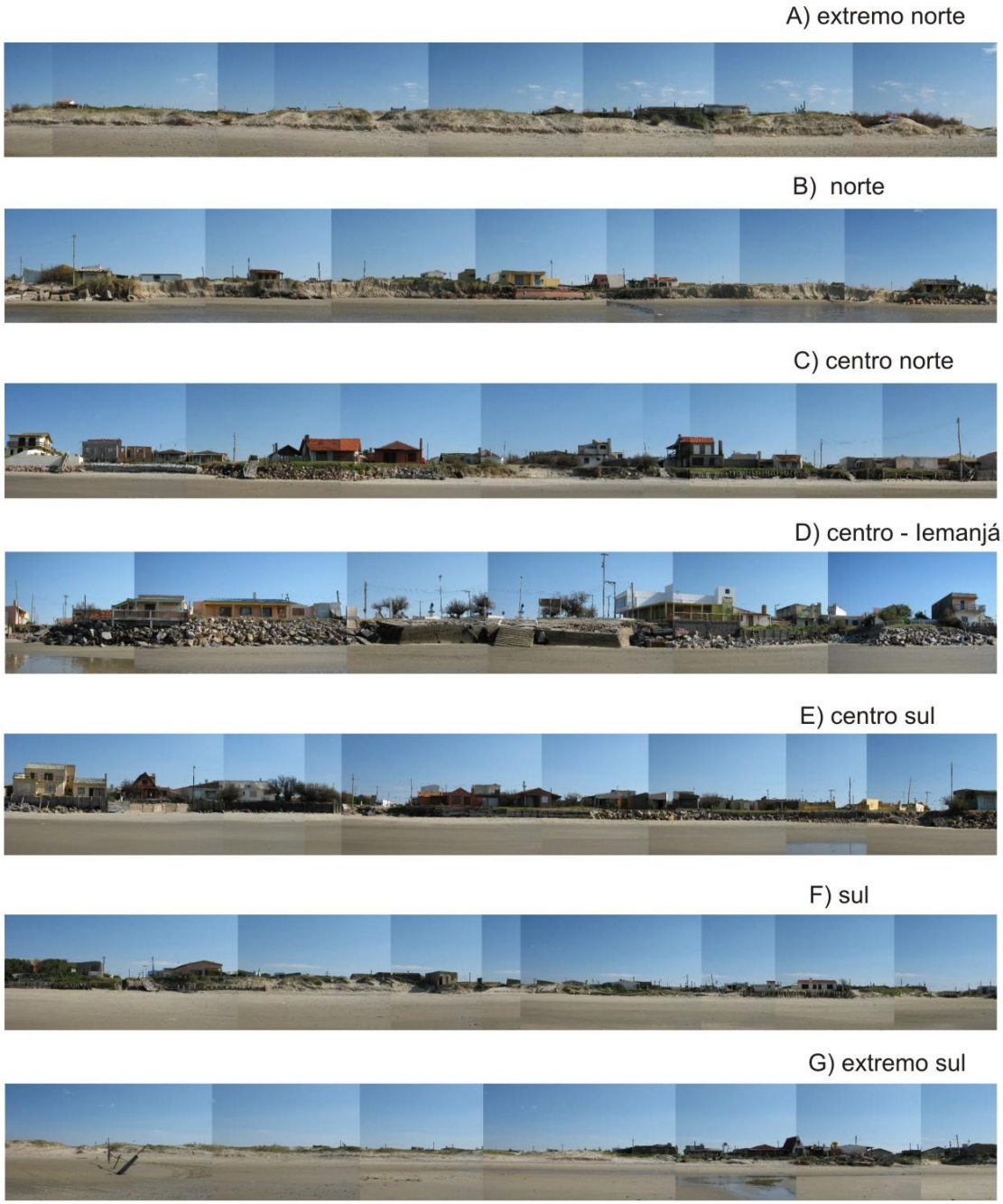

Figura 19 – Mosaico de fotos de diferentes trechos da orla do balneário do Hermenegildo no dia 28 de agosto de 2009. (fotos e mosaicos: Ulisses Oliveira)

Para verificar se os desníveis das escarpas são realmente maiores na porção central, foram traçados perfis topográficos em diferentes setores do balneário (Figura 20). É importante observar nesta figura que as escalas verticais dos gráficos estão padronizadas em 6 metros de altitude, e as horizontais se alteram, sendo 80, 150 e 200 metros de distância nos perfis centrais, periféricos (norte e sul), e extremos respectivamente, com o fim de facilitar a visualização.

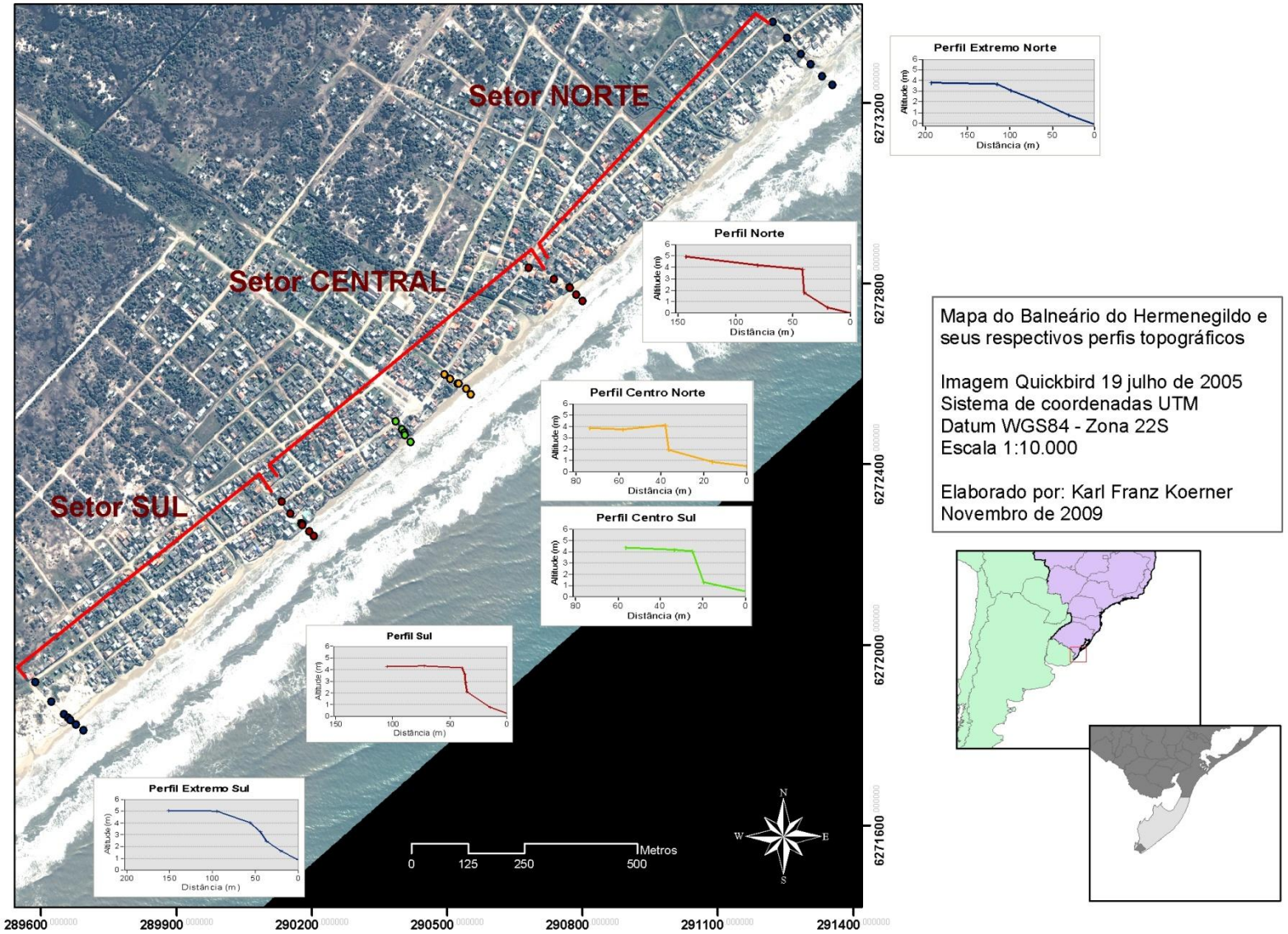

Figura 20 – Mapa do balneário do Hermenegildo e com os perfis topográficos de cada setor e suas respectivas localizações.

Percebe-se na Figura 20 que existe realmente uma diferença nas alturas das escarpas nos diferentes setores, sendo que o desnível topográfico é maior nas porções centrais com valores na ordem de 3 e 2 metros e com pendentes quase verticais e inclinação da praia mais suave. Já nos perfis periféricos passa a desníveis de 2 metros das escarpas, que ainda são verticais, mas com inclinação da praia mais marcada. E por fim, uma ausência de escarpas nas ruas dos extremos norte e sul, com a topografia variando mais suavemente, apresentando uma maior declividade horizontal e menor pendente vertical. Isto provavelmente é resultado de dois fatores principais: a ocupação mais antiga e a maior densidade de estruturas de contenção.

A ocupação mais antiga na parte central vista no item 3.1 do presente estudo, provavelmente foi responsável por uma maior densidade urbana neste setor do que nas periferias, onde os perfis são mais largos e as ruas se afastam da linha de costa conforme a ocupação foi mais recente, dando ao balneário esta forma “curiosa” de seta apontando para o mar.

Outro fator seria a maior densidade de estruturas de contenção no setor central (Tabela 4), o que vem contendo o avanço horizontal da praia em direção ao interior continental. Mas como uma forma de compensação, isto vem gerando um déficit sedimentar no sentido vertical, resultando em escarpas mais elevadas neste setor.

Com a contenção do avanço marinho, a porção central da orla do balneário do Hermenegildo encontra-se, em 2009, numa posição mais próxima da linha da água do que as dunas frontais adjacentes. O setor central, além de estar com um maior desnível topográfico, está também atualmente sobre o pós-praia (Figura 21). Este avanço do balneário sobre o pós-praia foi determinado utilizando o método mostrado na Figura 9.

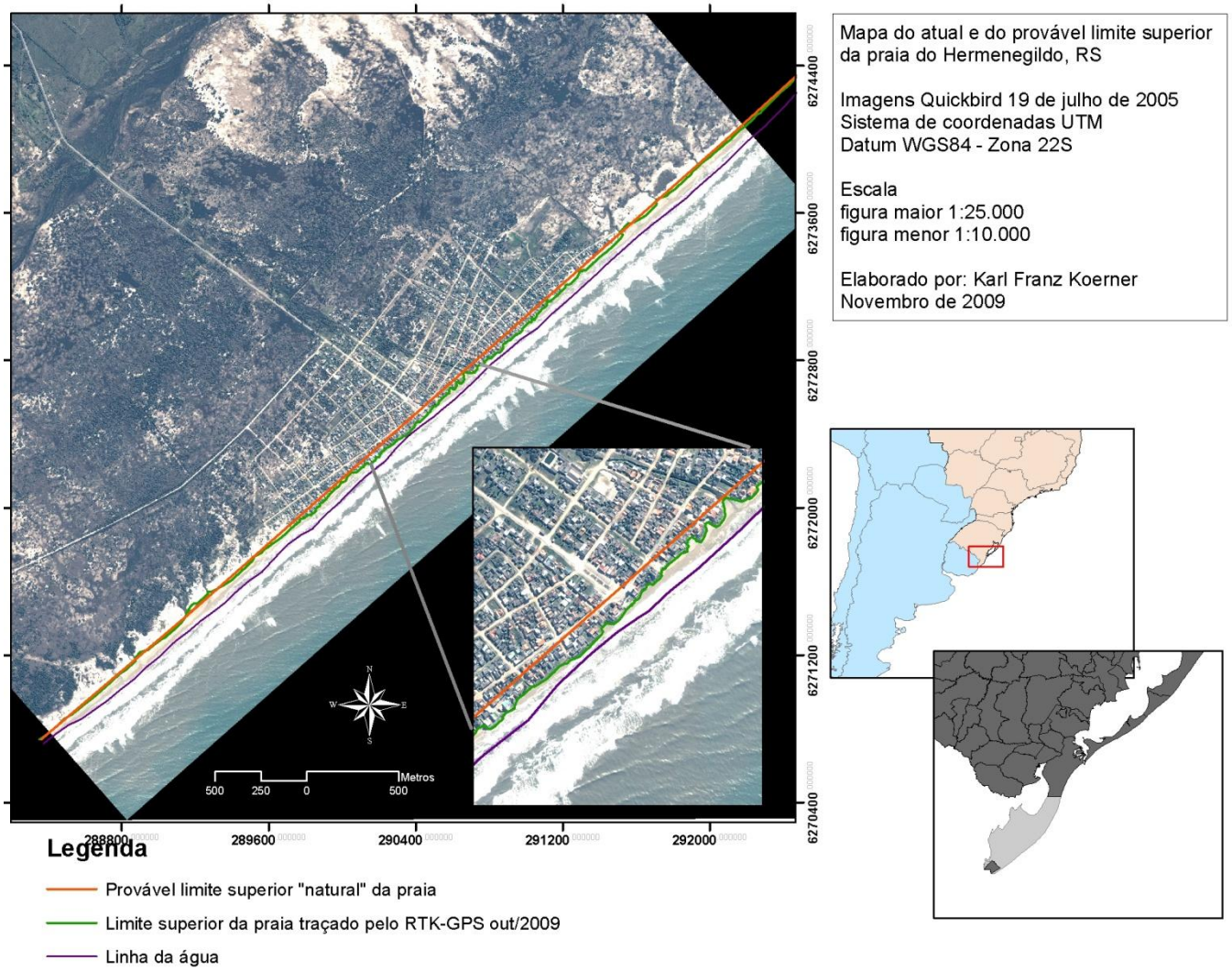

Figura 21 – Mapa da praia do Hermenegildo, RS e as linhas de dunas (atual e provável limite superior da praia) e linha da água.

Visualiza-se a partir da Figura 21 que há, no setor central do balneário, uma maior distância na parte central entre as linhas do limite superior “real” da praia e a linha de provável limite superior “natural” da praial se comparada com as porções periféricas. Do mesmo modo, a distância entre a linha limite superior da praia e a linha da água está diminuta neste mesmo ponto (Figura 22).

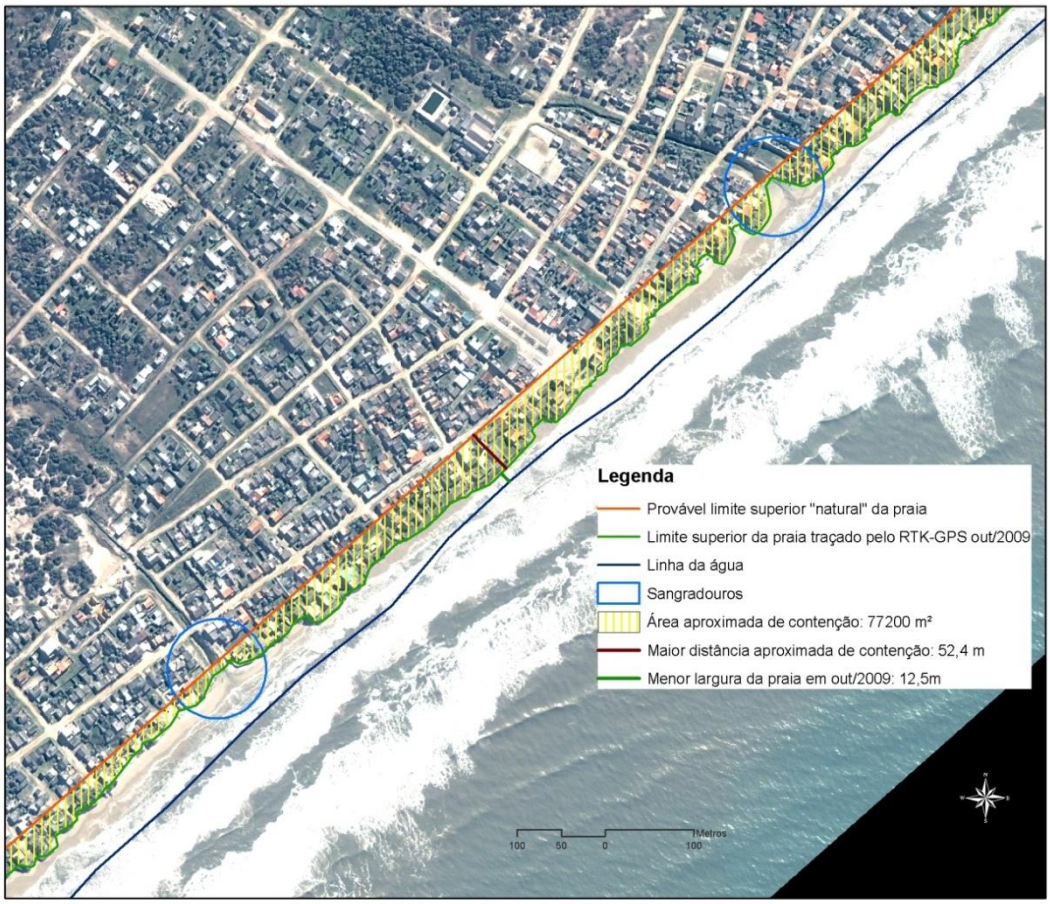

Figura 22 – Área aproximada de contenção da orla do balneário do Hermenegildo, RS

A área de avanço de toda a orla urbanizada sobre a suposta linha natural do limite superior da praia foi calculada, sendo uma área aproximada de 77.200 m², e a maior distância entre estas linhas era de aproximadamente 52,4 metros, enquanto a menor distância da costa em relação à linha da água do dia 10 de outubro foi de aproximados 12,5 metros (Figura 22).

É interessante observar na Figura 22 que mesmo estando na zona urbanizada, as desembocaduras dos sangradouros tendem a acompanhar esta linha natural das dunas. Junto aos sangradouros não existem estruturas de contenção, permitindo assim o deslocamento horizontal da linha de costa em direção ao interior continental.

Outro aspecto relevante, é que em frente ao Setor Central do balneário a linha da água apresenta-se côncava (Figura 21 e Figura 22). Durante a realização do presente estudo, este setor da praia manteve-se com menor estoque sedimentar subaéreo do que nas periferias. Oliveira (2009) percebeu que construções sobre as dunas frontais, sem recuo em relação à praia, interrompem o balanço sedimentar entre a praia e a duna, e geralmente esta interrupção do fluxo de balanço sedimentar pode gerar e/ou agravar problemas ambientais, como a erosão costeira.

Esta interrupção da troca sedimentar entre a praia e o oceano é provavelmente o que ocorre neste setor da costa devido a este barramento da migração horizontal da linha de costa para o interior continental. Como uma forma de compensação, é retirado sedimento da praia no sentido vertical, gerando como conseqüência, este embaiamento da praia neste setor. Segundo Short & Masselink (1999), o grau de impacto das ondas sobre as estruturas de contenção no limite praia-orla depende primeiro da sua natureza e tamanho; e segundo, da sua posição relativa na praia (longitudinal e transversal).

Como foi visto na caracterização das obras de proteção da orla do balneário neste estudo, no setor central é onde estão concentradas estruturas de contenção mais resistentes, formando um conjunto de estruturas longitudinalmente. Neste setor central do balneário é também onde se encontra a máxima distância das estruturas de contenção sobre o pós-praia, bem como a mínima distância destas estruturas com a linha d'água.

Segundo Kraus & Pilkei (1988, *apud* SHORT & MASSELINK, 1999) as estruturas de contenção diminuem a permeabilidade dos sedimentos e induzem processos de reflexão das ondas, tornando a praia mais plana e acelerando o processo erosivo. Esta praia plana foi identificada nos perfis realizados no presente estudo para estes setores centrais. Oliveira (2009) percebeu que as estruturas de contenção também causam aumento do refluxo das ondas, aumentando o transporte para a porção subaquosa da praia. Isto pode ser um dos motivos pelo qual a praia está mais erodida nas proximidades da praça central, e com a linha de água mais próxima das estruturas. Estes processos da interação do sedimento entre o mar e a costa na face praial necessitam ser mais bem investigados.

4. CONCLUSÕES

Fazendo uma análise histórica das fotos aéreas de 1947, 1964 e imagem de satélite de 2005, foi possível concluir que a ocupação do balneário do Hermenegildo já se iniciou paralela a costa, mantendo esse padrão até os dias atuais. Comparando a linha de dunas com o limite das casas a beira mar do balneário, foi percebida uma aproximação entre elas, ou seja, houve uma migração horizontal da linha de costa em direção ao interior continental no decorrer dos últimos 60 anos.

Com base em entrevista com um geógrafo, historiador e antigo morador do Balneário do Hermenegildo, pode-se inferir que o processo de estruturação e proteção das casas contra o processo “natural” de erosão costeira não é atual, estando já presentes na orla do balneário desde antes da década de 1960 e intensificando-se com enrocamentos a partir da década de 70. Analisando o comportamento e as alterações ocorridas nas estruturas de contenção nos últimos 10 anos, nota-se que há uma tendência de aumentar o número de casas com obras de contenção para os próximos anos.

Dividindo a orla urbanizada do balneário do Hermenegildo em três setores (Norte, Central e Sul), pode-se caracterizar que existem diferenças na distribuição das estruturas atuais e dos principais materiais utilizados ao longo da orla. No setor Norte ainda é a maioria das casas que se encontram sem obras de proteção costeira, com diversas delas protegidas naturalmente pelas dunas frontais. O setor Central do balneário está muito mais estruturado, com obras de contenção da linha de costa de materiais mais resistentes, como muros de concreto e enrocamentos. No setor Sul foi encontrado a maioria dos entulhos e restos de casas destruídas..

Analisando perfis topográficos realizados nas ruas do balneário perpendicularmente a costa, concluiu-se que os desníveis das escarpas do setor Central estão maiores do que nas periferias, assim como a largura e a declividade da praia neste setor são menores.

Percebendo e analisando as diferenças encontradas entre a posição da linha da base das escarpas na parte urbanizada e a linha da base das dunas frontais adjacentes, concluiu-se que as estruturas de contenção do balneário do Hermenegildo vêm, de certa maneira, impedindo a migração horizontal da linha de costa em direção ao interior continental, ou seja, estão realmente fixando a linha de

costa nesta área, embora muitas casas já tenham sido destruídas e substituídas por área de praia. Atualmente a porção central do balneário se encontra sobre o pós-praia. Ademais, também foi percebida uma concavidade da linha de água, em planta, em frente ao setor Central do balneário.

Com base no que foi estudado, pode-se concluir a ocupação já se iniciou sobre as dunas, e com uma orientação paralela e muito próxima da praia, visto que as estruturas de contenção estão presentes no balneário há muitos anos. Estas estruturas geraram, principalmente nos últimos anos, uma significativa alteração na configuração da orla com modificações na estrutura (de sedimentar para enrocamento), aumento no desnível topográfico (principalmente no setor Central), alteração na linha de dunas (com saliência da área urbana frente as dunas adjacentes) e mesmo uma alteração da linha máxima de maré (com concavidade no setor central).

Em relação à gestão, até hoje não houve um planejamento urbano ou um plano diretor para o balneário visando desestimular a ocupação à beira mar, com implementação de um recuo de segurança da costa, fato que poderia ter pelo menos minimizado os problemas derivados do processo erosivo na orla urbanizada. O processo de gestão futura da área deve buscar novas alternativas, tais como o incentivo a ocupação em áreas mais afastadas da costa.

4.1. MEDIDAS RECOMENDADAS

Com este trabalho pôde-se comprovar que a praia do Hermenegildo está em um processo de EROSÃO COSTEIRA. Também foi averiguado que as dunas e a linha de costa migraram pelo menos 50 a 60 metros em direção ao interior continental nos últimos 60 anos, como está mais bem apresentado na figura 22.

Uma possível solução para lidar com este processo de erosão costeira é desestimular a ocupação à beira-mar, com eficiente implementação de um recuo de segurança da costa, com uma distância que considere esta contínua taxa de erosão. Uma outra sugestão seria de valorizar as áreas mais ao interior do balneário, mudando a concentração urbana que atualmente está paralela á costa para uma distribuição da urbanização de maneira perpendicular a costa.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L.E.S.B.; LIMA, S.F.; TOLDO Jr., E.E., 2001. Estimativa da capacidade de transporte de sedimentos a partir de dados de ondas para a costa do Rio Grande do Sul. VIII Congresso da ABEQUA, Boletim de Resumos (Imbé, Brazil), p. 59-60.

CALLIARI, L. J. & KLEIN, A.H. F., 1993. Características morfodinâmicas e sedimentológicas das praias oceânicas entre Rio Grande e Chuí, RS Pesquisas 20: 48-56.

CALLIARI, L.J.; BOUKAREVA, I.; PIMENTA, F.; SPERANSKI, N., 2000. Classificação da costa gaúcha com base nos padrões de refração de ondas de tempestade e evidências geomorfológicas de erosão costeira. Anais do Simpósio Brasileiro sobre Praias Arenosas: Morfodinâmica, Ecologia, Usos, Riscos e Gestão (Itajaí, Brazil), p. 195-198.

CALLIARI, L. J. & SPERANSKI, N. S. 2006. Padrões de refração de ondas para a costa do Rio Grande do Sul e sua relação com a erosão costeira. In: Erosão e progradação no litoral brasileiro. Dieter Muehe, organizador. Brasília: MMA, 2006.

CORSEUIL, C.W. & ROBAINA, A.D., 2003. Determinação altimétrica através de sistema de posicionamento global. Ciência Rural, 33(5), 673-678.

CURRAY, J.R. 1964. Transgressions and Regressions. In Miller, R.L., ed., Papers in Marine Geology – Shepard Commemorative Volume, MacMillan Comp., New York, 175-203.

DILLENBURG, S.R.; ROY, P.S.; COWELL, P.J.; TOMAZELLI, L.J., 2000. Influence of antecedent topography on coastal evolution as tested by the Shoreface Translation-Barrier Model (STM). Journal of Coastal Research, 16(1), 71-81.

DILLENBURG, S.R.; TOMAZELLI, L.J.; CLEROT, L.C.P., 2003. Gradients of wave energy as the main factor controlling the evolution of the coast of Rio Grande do Sul in southern Brazil during the Late Holocene. In: Proceedings of the 5th International Symposium on Coastal Engineering and Science of Coastal Sediment Process (New York: American Society of Civil Engineers), v. 1, CD.

ESTEVES, L. S.; VANZ, A. R. P.; SILVA, A. R. P.; PIVEL, M. A. G.; ERTHAL, S.; BARLETTA, R. C.; VRANJAC, M. P.; OLIVEIRA, U. R., 1999a. Caracterização das obras de proteção costeira no balneário do Hermenegildo, RS, Brasil. In: Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, VII, 1999, Porto Seguro, BA. Anais... Porto Seguro (CD). Viiabequa_heo001.pdf.

ESTEVES, L. S.; VRANJAC, M. P.; BARLETTA, R. C.; PIVEL, M. A. G.; ERTHAL, S.; VANZ, A.; SILVA, A.R.P.; OLIVEIRA, U. R., 1999b. Impacto de um evento de alta energia nas obras de proteção costeira no balneário do Hermenegildo, RS, Brasil. In: Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, VII, 1999, Porto Seguro, BA. Anais... Porto Seguro (CD).

ESTEVES, L.S.; PIVEL, M.A.G.; SILVA, A. R. P.; BARLETTA, R.C.; VRANJAC, M.P. OLIVEIRA, U.R. ; VANZ, A., 2000. Beachfront owners perception of erosion along an armored shoreline in southern Brazil. Pesquisas, 27(2), 97-109.

ESTEVES, L. S. & SANTOS, I. R. 2001. Impacto econômico da erosão na praia do Hermenegildo (RS), Brasil. Pesquisas, 28(2): 393-404.

ESTEVES, L. S.; TOLDO, Jr., E. E.; ALMEIDA, L. E. S. B.; NICOLODI, J. L., 2001. Variações da linha de costa no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. In: I Quaternary Congress of Countries of Iberian Languages, 2000, Lisboa, Portugal. Livro de Resumos, p. 194-197.

ESTEVES, L.S., 2002. Estado-da-arte dos métodos de avaliação da linha de costa. Exame de qualificação. Doutorado em Geociências. Instituto de Geociências, Porto Alegre, RS. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS: 82p.

ESTEVES, L.; OLIVEIRA, U.; SILVA, A.; VRANJAC, M.; PIVEL, M.; VANZ, A., 2003. Seasonal Changes in Beach Profile Inducing the Response of Beachfront Owners in Southern Brazil. *Journal of Coastal Research* , 557-563.

ESTEVES, L. S., 2004. Variabilidade Espaço-Temporal dos deslocamentos da linha de costa no Rio Grande do Sul. Curso de Pós-Graduação em Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tese de Doutorado.139 p.

ESRI. 2009. ArcView GIS 9.3.1, ESRI.

FIGUEIREDO, S. A. de & CALLIARI, L. J., 2005. Sangradouros: Distribuição Espacial, Variação Sazonal, Padrões Morfológicos e Implicações no Gerenciamento Costeiro. Gravel, nº3, 47-57. Porto Alegre.

GRUBER, N., BARBOZA, E.; NICOLODI, J., 2003. Geografia dos Sistemas Costeiros e Oceanográficos: Subsídios para a Gestão Integrada da Zona Costeira. Gravel, (1), 81-89.

GUIMARÃES, P.V., CALLIARI, L.J., PEREIRA, P.S., GUEDES, R.M.C., 2008. Sazonalidade de dunas do tipo barcanóide na região do pós-praia através de vídeo-imagens. In: Semana Nacional de Oceanografia, XX, 2008, Arraial do Cabo – RJ. Anais de congresso (CD de resumos).

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Consultado em 14 de outubro de 2009. *http://www.inmet.gov.br/sonabra/dspDadosCodigo.php?QTg5OQ==*

LIMA, L.G., 2008. Estratigrafia e evolução da barreira holocênica na Praia do Hermenegildo (RS). Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências. Porto Alegre, RS. Universidade Federal do Rio Grande do Sul: 78p.

LIMA, S.F.; ALMEIDA, L.E.S.B.; TOLDO JR., E.E., 2001. Estimate of longshore sediments transport from waves data to the Rio Grande do Sul coast. Pesquisas, 48(2), 99–107.

OLIVEIRA, U.R., 2009. Relações entre a morfodinâmica e a utilização em trechos da costa oceânica da Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Florianópolis, SC. Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC: 198 p.

PARISE, C.K., 2007. Padrões atmosféricos sinóticos geradores de marés meteorológicas intensas e a resposta morfodinâmica da praia do Cassino. Monografia de conclusão de curso. Departamento de Geociências. Rio Grande, RS. Universidade Federal do Rio Grande – FURG: 70p.

Praticagem do Rio Grande. Informações obtidas no banco de dados do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - CPTEC/INPE através do sítio http://ondas.cptec.inpe.br/, consultado no dia 20 de novembro de 2009.

PEREIRA, P. S., 2005. Variabilidade da orla oceânica do Rio Grande do Sul e suas implicações na elaboração de planos de contingência: aspectos morfodinâmicos, sedimentológicos e geomorfológicos. Dissertação de mestrado em Oceanografia Física,Química e Geológica. FURG.

SHORT, A. D. & HESP, L., 1982. Wave, Beach and Dune Interactions Southeastern Austrália. Marine Geology, 48: 259-284.

SHORT, A.D. & MASSELINK, G. 1999. Embayed and structurally controlled beaches. In: SHORT, A.D. (Ed.) Handbook of beach and shoreface morphodynamics. Chichester, 230-249pp.

TEIXEIRA, P.S., 2007. Subsídios para o Gerenciamento Costeiro por Erosão da Falésia no Balneário Hermenegildo, RS, Brasil. Dissertação de Mestrado. Departamento de Geociências, Rio Grande, RS, Universidade Federal do Rio Grande - FURG: 107p.

TOLDO JR., E.E.; ALMEIDA, L.E.S.B.; NICOLODI, J.L.; MARTINS, L.R., 2005. Retração e progradação da zona costeira do estado do Rio Grande do Sul. Gravel, v.3, 31-38.

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. Geologia do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: CIGO/UFRGS, p. 375-406.

TOZZI, H. A. M., 1999. Influência das Tempestades Extratropicais sobre o estoque subaéreo das praias entre Rio Grande e Chuí, RS. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, UFRGS: 115 p.

U.S. ARMY COASTAL ENGINEERING RESEARCH CENTER / CERC, 1984. Shore Protection Manual. (4ed.), v. 1, Waterways Experiment Station, Corps of Engineers. USA. 208p.

VILLWOCK, J. A. & TOMAZELLI, L. J., 1995. Geologia costeira do Rio Grande do Sul. Notas Técnicas. CECO/IG/UFRGS. Porto Alegre, RS. 8: 1-45.

WRIGHT, L. D. & SHORT, A. D., 1984. Morphodynamics variability of high energy surf zones and beaches: a synthesis. Marine Geology, 56: 93-118.

6.ANEXOS

Anexo 1

Planilhas utilizadas para a caracterização das estruturas de contenção.

Planilha 1: Descrição das casas da orla do balneário do Hermenegildo

casa	quadra	descricao_casa2005	a casa é a mesma?
15	3	pousada quebra-mar	
14	3	casa de alvenaria amarela	
13	2	casa de dois andares	
12	2	casa de alvenaria branca	
11	2	n1470	
10	2	n1396	
9	2	casa branca com detalhes verdesn1368	
8	2	sobrado amarelo bem grande	
7	2	terreno de muro azul a casa esta atras do muro sao dos mesmos proprietarios	
6	1	sobrado de alvenaria branco com azul a casa de alvenaria branca faz parte deste sobrado	
5	1	casa de alvenaria branca com um murinho de material vazado com outro muro maior um pouco atras	
4	1	casa de alvenaria branca com as aberturas verdes	
3	1	n601(visto pela rua de tras)	
2	1	casa de alvenaria branca com aberturas marrons	
1	1	primeira casa saindo da praca da iemanja	
0	0	IEMANJÁ	
-1	-1	casa de alvenaria bege n1178	
-2	-1	casa de alvenaria com muro sustentado por pilares	
-3	-2	casa de alvenaria bege meia-agua n25	
-4	-2	terreno vazio este terreno que esta vazio era uma casa q foi destruida entre este terreno e a 40 tem um terreno com uma casa muito + recuada com saida para a rua de tras(o muro que delimita o terrenofundose para beira mar)	
-5	-2	casa de alvenaria branca com aberturas verdes n1122	
-6	-2	casa de alvenaria branca	
-7	-2	casa de alvenaria bege recuada no terreno	
-8	-2	casa de alvenaria branca com lage	
-9	-2	casa de alvenaria branca com aberturas verdes	
-10	-2	casa de alvenaria sem pintura com o reboco caindo	
-11	-3	casa de alvenaria amarela com aberturas vermelhas	
-12	-3	casa de alvenaria amarela	
-13	-3	casa de alvenaria de reboco meia-agua n305 pela rua cruzeiro do sul	
-14	-3	casa de alvenaria e tijolo a vista meia agua	
-15	-3	casa de alvenaria amarela n970 com terreno ao norte	
-16	-3	casa de alvenaria azul	
-17	-4	sobrado branco de alvenaria	
-18	-4	n908	
-19	-4	chale laranja	

Planilha 2: Descrição e caracterização das obras de proteção.

casa	quadra	obra_protecao2005	confere? Saida II	classificação estruturas
14	3	nao tem		
13	2	revestimento de pedras		
12	2	nao tem		
11	2	nao tem		
10	2	muro de tijolos para reter o aterro		
9	2	revestimento de pedras tem uma tela de arame para segurar as pedras		
8	2	revestimento de pedras		
7	2	revestimento de pedras		
6	1	muro de madeira para delimitar o terreno e revestimento de pedras		
5	1	revestimento de pedras e sacos de areia		
4	1	muro de madeira para retencao de aterro entulho espalhados		
3	1	revestimento de pedras espalhadas e muro madeira para reter o aterro		
2	1	muro de retencao de aterro madeira		
1	1	muro de concreto e revestimento de pedras e entulhos espalhados		
0	0	muro de contencao de aterro Concreto		
-1	-1	revestimento de pedras		
-2	-1	muro de contencao de aterro e revestimento de pedra Madeiras e entulhos		
-3	-2	muro de retencao de aterro madeira		
-4	-2	nao tem		
-5	-2	muro de retencao de aterro e pedras espalhadas na frente		
-6	-2	revestimento de pedras e muro de retencao de aterro concreto		
-7	-2	muro de retencao de aterro madeira e revestimento de pedras		
-8	-2	revestimento com pedras pneus e entulhos		
-9	-2	revestimento de pedras (continuacao do revestimento da -8)		
-10	-2	revestimento de pedras e entulhos		
-11	-3	muro de retencao de aterro com pedras espalhadas na frente		
-12	-3	muro de retencao de aterro com pedras espalhadas na frente		
-13	-3	muro de retencao de aterro madeira e revestimento de pedras		
-14	-3	muro de retencao de aterro e revestimento de pedra		

Anexo 2

Relaórios das Referências de Nível utilizadas neste trabalho.

Estações altimétricas – RNs

1. RN – 1969A

IBGE **Relatório de Estação Geodésica**

Estação :	1969A	*Nome da Estação :*	1969A	*Tipo :*	Estação Altimétrica - RN
Município :	SANTA VITÓRIA DO PALMAR			*UF :*	RS
Última Visita:	17/8/1983	*Situação Marco Principal :*	Bom		

	DADOS PLANIMÉTRICOS		DADOS ALTIMÉTRICOS		DADOS GRAVIMÉTRICOS
	Latitude	33 ° 39 ' 53 " S	*Altitude Ortométrica(m)*	4,5517	*Gravidade(mGal)*
	Longitude	53 ° 15 ' 34 "W	*Fonte*	Nivelamento Geométrico	*Sigma Gravidade(mGal)*
	Fonte	Carta 1:50000	*Classe*	Preliminar	*Precisão*
	Origem		*Datum*	Imbituba	*Datum*
S	*Datum*	SAD-69	*Data Medição*	17/8/1983	*Data Medição*
A	*Data Medição*	17/8/1983	*Data Cálculo*	17/8/1983	*Data Cálculo*
D	*Data Cálculo*		*Sigma Altitude Ortometrica(m)*		*Correção Topográfica*
6	*Sigma Latitude(m)*				*Anomalia Bouguer*
9	*Sigma Longitude(m)*				*Anomalia Ar-Livre*
	UTM(N)	6.272.715			*Densidade*
	UTM(E)	290.507			
	MC	-51			
	Latitude	33 ° 39 ' 55 " S			*Gravidade(mGal)*
S	*Longitude*	53 ° 15 ' 36 "W			*Sigma Gravidade(mGal)*
I	*Fonte*	Carta 1:50000			*Precisão*
R	*Origem*	Transformada			*Datum*
G	*Datum*	SIRGAS2000			*Data Medição*
A	*Data Medição*	17/8/1983			*Data Cálculo*
S	*Data Cálculo*				*Correção Topográfica*
2	*Sigma Latitude(m)*				*Anomalia Bouguer*
0	*Sigma Longitude(m)*				*Anomalia Ar-Livre*
0	*UTM(N)*	6.272.665			*Densidade*
0	*UTM(E)*	290.458			
	MC	-51			

* *Último Ajustamento Planimétrico Global SAD-69 em 15/09/1996*

** *Ajustamento Planimétrico SIRGAS2000 em 23/11/2004 e 06/03/2006*

*** *Dados Planimétricos para Fonte carta nas escalas menores ou igual a 1:250000, valores SIRGAS2000 = SAD-69*

Localização

CHAPA CRAVADA NA BASE DE UM MONUMENTO, NA FRENTE DE UMA IGREJA; 16,17 KM ALEM DO ENTRONCAMENTO DA BR-471 (RN 1968-S); 0,70 KM AQUEM DA PRACA PRINCIPAL DESTA VILA (RN 1969-B) E 2,30 KM ALEM DA RN 1968-Z.

Descrição

CHAPA PADRÃO IBGE

2. RN – 1969B

Relatório de Estação Geodésica

Estação :	1969B	*Nome da Estação :*	1969B	*Tipo :*	Estação Altimétrica - RN
Município :	SANTA VITÓRIA DO PALMAR			*UF :*	RS
Última Visita:	17/8/1983	*Situação Marco Principal :*	Bom		

	DADOS PLANIMÉTRICOS		DADOS ALTIMÉTRICOS		DADOS GRAVIMÉTRICOS
	Latitude	33 ° 39 ' 42 " S	*Altitude Ortométrica(m)*	5,4001	*Gravidade(mGal)*
	Longitude	53 ° 15 ' 15 "W	*Fonte*	Nivelamento Geométrico	*Sigma Gravidade(mGal)*
	Fonte	Carta 1:50000	*Classe*	Preliminar	*Precisão*
	Origem		*Datum*	Imbituba	*Datum*
S	*Datum*	SAD-69	*Data Medição*	17/8/1983	*Data Medição*
A	*Data Medição*	17/8/1983	*Data Cálculo*	17/8/1983	*Data Cálculo*
D	*Data Cálculo*		*Sigma Altitude Ortometrica(m)*		*Correção Topográfica*
6	*Sigma Latitude(m)*				*Anomalia Bouguer*
9	*Sigma Longitude(m)*				*Anomalia Ar-Livre*
	UTM(N)	6.273.064			*Densidade*
	UTM(E)	290.989			
	MC	-51			
	Latitude	33 ° 39 ' 44 " S			*Gravidade(mGal)*
S	*Longitude*	53 ° 15 ' 17 "W			*Sigma Gravidade(mGal)*
I	*Fonte*	Carta 1:50000			*Precisão*
R	*Origem*	Transformada			*Datum*
G	*Datum*	SIRGAS2000			*Data Medição*
A	*Data Medição*	17/8/1983			*Data Cálculo*
S	*Data Cálculo*				*Correção Topográfica*
2	*Sigma Latitude(m)*				*Anomalia Bouguer*
0	*Sigma Longitude(m)*				*Anomalia Ar-Livre*
0	*UTM(N)*	6.273.014			*Densidade*
0	*UTM(E)*	290.940			
	MC	-51			

* *Último Ajustamento Planimétrico Global SAD-69 em 15/09/1996*

** *Ajustamento Planimétrico SIRGAS2000 em 23/11/2004 e 06/03/2006*

*** *Dados Planimétricos para Fonte carta nas escalas menores ou igual a 1:250000, valores SIRGAS2000 = SAD-69*

Localização

LOCALIZADO NA PRACA PRINCIPAL, JUNTO A CAIXA D'AGUA DESTA VILA; 16,87 KM ALEM DO ENTRONCAMENTO DA BR-471 (RN 1968-S) E 0,70 KM ALEM DA RN 1969-A.

Descrição

MARCO PADRÃO IBGE

3. RN – 1969N

Relatório de Estação Geodésica

Estação :	1969N	*Nome da Estação :*	1969N	*Tipo :*	Estação Altimétrica - RN
Município :	CHUÍ			*UF :*	RS
Última Visita:	27/10/2006	*Situação Marco Principal :*	Bom		
Conexões :	GPS : 93772				

	DADOS PLANIMÉTRICOS		DADOS ALTIMÉTRICOS		DADOS GRAVIMÉTRICOS
	Latitude	33 ° 42 ' 02,8279 " S	*Altitude Ortométrica(m)*	8,6198	*Gravidade(mGal)*
	Longitude	53 ° 25 ' 13,7096 "W	*Fonte*	Nivelamento Geométrico	*Sigma Gravidade(mGal)*
	Fonte	GPS Geodésico	*Classe*	Preliminar	*Precisão*
	Origem	Ajustada	*Datum*	Imbituba	*Datum*
S	*Datum*	SAD-69	*Data Medição*	19/8/1983	*Data Medição*
A	*Data Medição*	27/10/2006	*Data Cálculo*	19/8/1983	*Data Cálculo*
D	*Data Cálculo*	25/1/2007	*Sigma Altitude Ortometrica(m)*		*Correção Topográfica*
6	*Sigma Latitude(m)*	0,008			*Anomalia Bouguer*
9	*Sigma Longitude(m)*	0,014	*Altitude Ortométrica(m)*	9,63	*Anomalia Ar-Livre*
	UTM(N)	6.268.376,459	*Altitude Geométrica(m)*	12,44	*Densidade*
	UTM(E)	275.667,056	*Sigma Altitude Geométrica(m)*		
	MC	-51	*Fonte*	GPS Geodésico	
			Data Medição	27/10/2006	
			Data Cálculo	25/1/2007	
			Modelo Geoidal	MAPGEO2004	
	Latitude	33 ° 42 ' 04,6210 " S	*Altitude Ortométrica(m)*	9,49	*Gravidade(mGal)*
S	*Longitude*	53 ° 25 ' 15,7202 "W	*Altitude Geométrica(m)*	20,52	*Sigma Gravidade(mGal)*
I	*Fonte*	GPS Geodésico	*Fonte*	GPS Geodésico	*Precisão*
R	*Origem*	Ajustada	*Data Medição*	27/10/2006	*Datum*
G	*Datum*	SIRGAS2000	*Data Cálculo*	25/1/2007	*Data Medição*
A	*Data Medição*	27/10/2006	*Sigma Altitude Geométrica(m)*	0,030	*Data Cálculo*
S	*Data Cálculo*	25/1/2007	*Modelo Geoidal*	MAPGEO2004	*Correção Topográfica*
2	*Sigma Latitude(m)*	0,005			*Anomalia Bouguer*
0	*Sigma Longitude(m)*	0,004			*Anomalia Ar-Livre*
0	*UTM(N)*	6.268.332,948			*Densidade*
0	*UTM(E)*	275.617,392			
	MC	-51			

* *Último Ajustamento Planimétrico Global SAD-69 em 15/09/1996*

** *Ajustamento Planimétrico SIRGAS2000 em 23/11/2004 e 06/03/2006*

*** *Dados Planimétricos para Fonte carta nas escalas menores ou igual a 1:250000, valores SIRGAS2000 = SAD-69*

Localização

Na frente da Fazenda São José, no lado direito de uma porteira; 4,60 km, além da prefeitura da Vila Chuí.

Descrição

Tronco de pirâmide de concreto, medindo 15 cm X 15 cm no topo, aflorando 20 cm de uma base de 50 cm X 50 cm. Possui uma chapa, estampada: RN 1969-N.

Itinerário

Partir do lado brasileiro da Ponte Internacional, situada sobre o Arroio Chuí e seguir pela Rodovia RS-080, em direção a Barra do Chuí; com 1,4 km, seguir à esquerda; com 4,6 km, seguir em frente; com 7,3 km, deixar a rodovia que leva ao centro da cidade de Chuí-RS, entrar a direita e no lado direito de uma porteira, local da estação.