

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**CENTRO DE ENGENHARIAS**  
**CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA**



**Trabalho de Conclusão de Curso**

**Relação dos Eventos extremos com a variação da Linha de Costa da Praia do  
Hermenegildo (RS)**

**LUIZA SOUZA DE PAULA**

Pelotas, 2017

**LUIZA SOUZA DE PAULA**

**Relação dos Eventos extremos com a variação da Linha de Costa da Praia do  
Hermenegildo (RS)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Centro de Engenharias da Universidade  
Federal de Pelotas, como requisito parcial à  
obtenção do título de Bacharel em Engenheiro  
Ambiental e Sanitarista.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Diuliana Leandro  
Coorientador: Prof. Dr. Maurízio Silveira Quadro

Pelotas, 2017

Banca examinadora:

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Diuliana Leandro – Centro de Engenharias/UFPel  
(Orientadora)

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Tirzah Moreira Siqueira - Centro de Engenharias/UFPel

Prof<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup> Andréa Souza Castro - Centro de Engenharias/UFPel

## **Agradecimentos**

À meus pais, Eliane e Sérgio, que sempre me incentivaram a estudar e me apoiaram em tudo que necessário nesta etapa da minha vida. À minha irmã, Larissa, por me auxiliar sempre quando eu precisava e estar sempre ao meu lado.

À meu namorado, Raphael, por me acalmar nos momentos de crise, por aguentar as épocas estressantes e manter o companheirismo sempre.

À minha orientadora Professora Dr. Diuliana Leandro, por me orientar da melhor forma possível, dar apoio e servir de exemplo de uma excelente profissional.

À todos meus amigos, tanto os que me acompanham de dentro da universidade, como os que conheço desde a infância, sempre com um ombro pra desabafar, pra rir e descontrair.

E não menos importante, à todos os meus professores que contribuíram com o seus conhecimentos para que hoje eu pudesse realizar mais esta etapa da minha formação .

Muito Obrigada!

## RESUMO

DE PAULA, Luiza Souza. **Relação dos Eventos extremos com a variação da Linha de Costa da Praia do Hermenegildo (RS).** 2017. 77f. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

A ocupação pelo homem das zonas costeiras de forma cada vez mais intensa vem agravando problemas globais de erosão costeira nas regiões litorâneas. A erosão costeira aliada ao avanço da linha de costa está aumentando a ocorrência de desastres naturais, com o intuito de evitar perdas, necessita-se a implantação de um sistema de gerenciamento da Zona Costeira e Marinha. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi delimitar a linha de costa da praia do Hermenegildo, localizada na cidade de Santa Vitória do Palmar (Rio Grande do Sul) e correlacionar com os eventos extremos ocorridos no decorrer deste período, e sua associação com a ocupação urbana da área e o gerenciamento costeiro local. Foram delimitadas a linha de costa dos anos de 2005, 2009, 2010, 2014 e 2016, e a essas se correlacionou o desastre que ocorreu no Hermenegildo em outubro de 2016. Também, foram analisados os impactos na região, a legislação acerca do assunto, a intensificação do processo de avanço da linha de costa e a situação da defesa civil local, além de estratégias de redução e controle destes desastres. Ao correlacionar as linhas de costa, verificou-se uma tendência de avanço destas, ressaltando o curto intervalo de tempo entre estes anos, como também, constatou-se a intensificação deste processo nos últimos anos. Com relação ao evento extremo de outubro de 2016, identificou-se que o fator atuante foi um ciclone extratropical que resultou em um avanço de até 30 metros da linha de costa sobre as estruturas de contenção humanas, os impactos incluíram perdas econômicas, redução de veranistas no ano de 2017 e perdas de infraestrutura, como também impactos ambientais, desestabilização do solo e arraste de resíduos de construção civil pelo mar. Como resposta ao desastre, o município expediu um decreto de interdição preventiva da orla marítima, no entanto verificou-se que o município não possui plano de redução de riscos a desastres. Através de consulta a legislações constatou-se que as residências após o ano de 1965 foram construídas de forma irregular. Sugeriram-se algumas estratégias para redução de desastres como a implantação de leis municipais exigindo a utilização de dispositivos de contenção e proteção contra o mar nas residências à beira da praia, taxas para proteção ambiental e controle sobre o uso do solo de acordo com o crescimento populacional.

**Palavras-chave:** erosão costeira, desastres naturais, gestão costeira, sensoriamento remoto, defesa civil.

## ABSTRACT

DE PAULA, Luiza Souza, **Relation between extreme events with the coastline variation of Hermenegildo Beach (RS)**. 2017. 77f. Thesis conclusion course. Environmental and sanitary engineering graduation. Federal University of Pelotas, Pelotas.

The more intensively men occupation of shore zones is aggravating global problems of costal erosion in coastal regions. The costal erosion allied with the advance of the coastline is increasing the occurrence of natural disasters, with the purpose of avoiding losses, an implementation of a coastal and marine zones management system is necessary. Thus, the objective of this thesis was to delimit coastline of Hermenegildo Beach, located in the city of Santa Vitória do Palmar (Rio Grande do Sul) and correlate with the extreme events occurred in this period and its association with the urban occupation of the area and the local coastal management. A coastline was delimited in the years of 2005, 2009, 2010, 2014, 2016 and to these, correlated with the disaster occurred at Hermenegildo in October 2016. In addition, the region impact was analyzed, the legislation about the subject, the coastline advancement process intensification and the local civil defense situation besides the strategies of reduction and control of these disasters. By correlating the coastlines, it was verified a tendency of advancement of these, highlighting the short gap between these years, also, the intensification of this process was verified in the last years. In relation to the extreme event at October 2016, it was verified that the factor was an extratropical cyclone, which resulted in an up to 30 meters advance of the coastline over the human containment structures, the impacts included economical losses, reduction of the vacationers in the year of 2017 and infrastructure damage and also environmental impact, soil destabilization and the drag of construction waste by the sea. As a response to the disaster, the municipality issued a preventive interdiction decree of the seashore, however, it was verified that the municipality does not have a disasters risk reduction project. Through consulting the legislation, it was found that the residences after the year of 1965 were constructed irregularly. Some strategies were suggested to reduce disasters like the implementation of municipals laws demanding the utilization of devices to contain and protect against the sea in residences by the sea, environmental protection fees and control over the use of the soil according to the population growth.

**Keywords:** costal erosion, natural disasters, costal management, remote detection, civil defense.

## Lista de Figuras

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 - Delimitação de linha de costa.....  | 22 |
| Figura 2 - Praia do Hermenegildo após desastre de 2016.....                                | 27 |
| Figura 3 - Praia do Hermenegildo após desastre de 2016.....                                | 27 |
| Figura 4 - Localização da praia do Hermenegildo.....                                       | 30 |
| Figura 5 - Tabela de erros residuais do processo de georreferenciamento.....               | 34 |
| Figura 6 - Exemplo de delimitação de linha de costa no software QGIS 2.18.5.....           | 35 |
| Figura 7 - Linha de costa de 2005 (rosa) e linha de costa de 2009 (roxa).....              | 37 |
| Figura 8 - Linha de costa de 2005 (rosa) e linha de costa de 2009 (roxa): zona urbana..... | 38 |
| Figura 9 - Localização do Marégrafo no Porto de Rio Grande.....                            | 39 |
| Figura 10 - Linha de costa de 2005 (rosa), de 2010 (verde), 2014 (azul).....               | 41 |
| Figura 11 - Linha de costa de 2009 (roxa), de 2010 (verde), 2014 (azul).....               | 42 |
| Figura 12 - Imagem do Ciclone Extratropical.....   | 43 |
| Figura 13 - Carta sinótica 28/10/2016.....   | 44 |
| Figura 14 - Variação da pressão atmosférica entre os dias 27 e 29 de Outubro de 2016.....  | 45 |
| Figura 15 - Rajadas de vento entre os dias 27 e 29 de Outubro de 2016.....                 | 45 |
| Figura 16 - Linha de costa de 2014 (azul) e 2016 (vermelha).....                           | 46 |
| Figura 17 - Linha de costa de 2014 (azul) e 2016 (vermelha).....                           | 47 |
| Figura 18 - Pontos em que foram realizados os registros fotográficos.....                  | 47 |
| Figura 19 - Ponto 1.....   | 48 |
| Figura 20 – Ponto 1. A cima o ano de 2010 e abaixo o ano de 2016.....                      | 49 |
| Figura 21 - Ponto 2.....   | 49 |
| Figura 22 - Ponto 2. A cima o ano de 2010 e abaixo o ano de 2016.....                      | 50 |
| Figura 23 - Ponto 3.....   | 51 |
| Figura 24 - Ponto 3. A cima o ano de 2016 e abaixo o ano de 2010.....                      | 51 |
| Figura 25 - Reconstrução de casa tomada pelo mar.....                                      | 53 |
| Figura 26 – Vegetação de restinga da praia do Hermenegildo.....                            | 54 |
| Figura 27 - Predição de linha de costa.....  | 57 |
| Figura 28- Anomalias de Temperatura para os meses de Outubro desde 1880.....               | 58 |

## **Lista de Tabelas**

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1 - Eventos históricos com perdas econômicas .....    | 28 |
| Tabela 2 - Tábua de Marés.....                               | 39 |
| Tabela 3 - Condições do Tempo (21/07/2009 e 18/07/2005)..... | 40 |
| Tabela 4 - Condições do Tempo.....                           | 44 |
| Tabela 5 - O Quadro de Ação de Hyogo.....                    | 60 |

## **Lista de Abreviaturas e Siglas**

|       |  |
|-------|--|
| APP   | Área de Preservação Permanente                   |
| BNDO  | Banco Nacional de Dados Oceanográficos           |
| CE    | Ciclones Extratropicais                          |
| CHM   | Centro de Hidrografia da Marinha                 |
| CPTEC | Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos |
| DHN   | Diretoria de Hidrografia e Navegação             |
| Fepam | Fundação Estadual de Proteção Ambiental          |
| GPS   | Sistema de Posicionamento Global                 |
| INMET | Instituto Nacional de Meteorologia               |
| INPE  | Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais        |
| LIDAR | Light Detection and Ranging                      |
| Máx.  | Máxima   |
| Mín.  | Mínima   |
| NOAA  | National Oceanic and Atmospheric Administration  |
| QGIS  | Quantum GIS                                      |
| Raj.  | Rajadas  |
| RMS   | Erro Médio Quadrático                            |
| S     | Sul  |
| UTC   | Coordinated Universal Time                       |
| UTM   | Universal Transversa de Mercator                 |
| Vel.  | Velocidade                                       |
| W     | Leste  |
| WGS   | World Geodetic System                            |
| ZEE   | Zoneamento Ecológico-Econômico                   |

## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO .....                                      | 12 |
| 1.1 OBJETIVOS .....                                      | 14 |
| 1.1.1 Objetivo Geral.....                                | 14 |
| 1.1.2 Objetivos específicos.....                         | 14 |
| 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....                           | 15 |
| 2.1 PLANEJAMENTO E GESTÃO DE ZONAS COSTEIRAS .....       | 15 |
| 2.1.1 Zonas costeiras .....                              | 15 |
| 2.1.2 Terreno de marinha .....                           | 16 |
| 2.1.3 Área de preservação permanente .....               | 17 |
| 2.2 LINHA DE COSTA .....                                 | 19 |
| 2.2.1 Progradação e retrogradação de linha de costa..... | 20 |
| 2.2.2 Variações do nível do mar.....                     | 20 |
| 2.2.3 Métodos de Delimitação de linha de costa .....     | 21 |
| 2.3 EROSÃO COSTEIRA .....                                | 23 |
| 2.4 DESASTRES NATURAIS .....                             | 25 |
| 2.4.1 Ciclones Extratropicais .....                      | 25 |
| 2.4.2 Ressacas Marítimas .....                           | 26 |
| 2.5 Evento de ressaca na Praia do Hermenegildo.....      | 26 |
| 3. METODOLOGIA.....                                      | 29 |
| 3.1 Área de estudo.....                                  | 30 |
| 3.2 Sensoriamento Remoto .....                           | 31 |
| 3.3 Imagens Históricas.....                              | 32 |
| 3.4 Georreferenciamento das imagens .....                | 33 |
| 3.5 Vetorização de linha de costa .....                  | 34 |
| 3.6 Análise dos dados coletados .....                    | 35 |
| 3.7 Registros fotográficos .....                         | 36 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....                          | 37 |
| 4.1 Análise da Variação de Linha de Costa .....          | 37 |
| 4.2 Análise do Desastre ocorrido em 2016 .....           | 42 |
| 4.2.1 Atuantes Ambientais.....                           | 42 |
| 4.2.2 Avanço de Linha de costa .....                     | 46 |
| 4.2.3 Impactos Econômicos e Ambientais.....              | 47 |
| 4.2.4 Resposta do município ao desastre .....            | 52 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 4.2.5 | Legislação Vigente .....   | 54 |
| 4.3   | Intensificação do processo de Erosão Costeira no balneário .....       | 56 |
| 4.4   | Situação da Defesa Civil do Município de Santa Vitória do Palmar ..... | 59 |
| 4.5   | Estratégias para Redução dos Desastres .....                           | 60 |
| 5.    | CONCLUSÃO .....  | 62 |
|       | REFERÊNCIAS .....  | 64 |
|       | ANEXOS .....   | 72 |

## 1. INTRODUÇÃO

O homem vem ocupando as zonas costeiras de forma cada vez mais intensa, interferindo na dinâmica destes ecossistemas, principalmente quando se refere à variação espacial e temporal da linha de costa. Tal cenário vem agravando os problemas globais de erosão costeira nas regiões litorâneas, devido a fatores relacionados a ações antrópicas, que reduzem o abastecimento de sedimentos e degradam as estruturas naturais de proteção como os campos dunares costeiros (OLIVEIRA, 2005).

A erosão é um processo natural que sempre existiu e desempenha papel importante na modelação da costa. No entanto, este processo vem sendo potencializado ao longo dos anos, de modo a ameaçar a capacidade de adaptação das zonas costeiras aos efeitos gerados pelas alterações climáticas, como a subida das águas do mar e o aumento de eventos extremos, acarretando em desastres naturais atrelados a perdas econômicas e de vidas humanas. Com o intuito de evitar tais perdas, se faz necessário a implantação de um sistema de gerenciamento da Zona Costeira e Marinha, através do conhecimento da vulnerabilidade associada à modificação da posição de linha de costa, estabelecendo áreas de risco de perdas de propriedades e assim, implantando normas de manutenção de uma faixa de não edificação junto à orla (NICOLODI et al, 2008).

A vulnerabilidade à erosão costeira é representada por uma soma de variáveis que resultam em uma maior susceptibilidade a incidência de um evento, fenômeno, ou de uma ação de potencial destrutivo (GOULDBY et al., 2005). A determinação do grau de vulnerabilidade de um ambiente litorâneo é dada em função do deslocamento da linha de costa, sua estabilidade e características (LIMA, 2012).

O ambiente costeiro sofre ações de diversos elementos, dentre estes, o aumento do nível dos oceanos é caracterizado como a principal ameaça às populações residentes em zonas costeiras, visto que aumenta à exposição da costa à erosão e causa a intensificação dos eventos de inundação sob as atividades e infra-estruturas litorâneas, provocando danos à saúde pública e à economia nestas regiões (MUSSI, 2011; ASHTON et al., 2008).

Para que o gerenciamento costeiro seja executado de forma eficaz é indispensável o monitoramento da estabilidade costeira, sendo essencial a obtenção de dados posicionais referentes à evolução da posição da linha de costa em uma determinada área de estudo (GONÇALVES, 2010).

Para estudar as variações de linha de costa ao longo do tempo se faz necessário a utilização de: mapas históricos, cartas topográficas e náuticas, fotografias aéreas, imagens de satélite de alta resolução, e perfis de monitoramento praial. Estes instrumentos possuem suas próprias características, além de diferentes escalas espaciais e temporais, sendo atrelados a diversos tipos de erros (SOUZA e LUNA, 2010).

A utilização destas informações geográficas obtidas a partir de técnicas de sensoriamento para o estudo da vulnerabilidade à erosão costeira como fonte de análises temporais, permite a otimização do tempo e custos, além de poder ser aplicada em várias escalas (AMARO, SANTOS e SOUTO, 2012).

Neste trabalho foi realizada a delimitação da linha de costa da praia do Hermenegildo, localizada na cidade de Santa Vitória do Palmar, no estado do Rio Grande do Sul através de técnicas de sensoriamento remoto nos anos de 2005, 2009, 2010, 2014 e 2016, como também, foi realizada uma associação com os eventos extremos locais e suas caracterizações. Este estudo é de suma importância, visto que o conhecimento a respeito da variação de linha de costa e de eventos meteorológicos intensos auxilia o gerenciamento costeiro adequado e eficaz, agregando estratégias de uso e ocupação territorial, obras de contenção/proteção costeira apropriadas entre outras medidas preventivas, de maneira a evitar perdas econômicas e garantir a conservação e preservação do ecossistema litorâneo.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

O objetivo deste trabalho é delimitar a linha de costa da praia do Hermenegildo, localizada na cidade de Santa Vitória do Palmar (Rio Grande do Sul) para os anos de 2005, 2009, 2010, 2014 e 2016, e correlacionar com os eventos extremos ocorridos no decorrer deste período, e sua associação com a ocupação urbana da área e o gerenciamento costeiro local.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- Analisar a progressão e retrogradação da linha de costa a curto-prazo;
- Identificar eventos extremos que atingiram a área e seus atuantes ambientais;
- Associar a modificação da linha de costa aos desastres que vem ocorrendo nesta região litorânea;
- Correlacionar as variações de linha de costa com planejamento e gestão costeira adequada.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 PLANEJAMENTO E GESTÃO DE ZONAS COSTEIRAS

No planejamento e gestão de zonas costeiras é de extrema importância o conhecimento dos agentes que agem e influenciam os processos dinâmicos neste ambiente e sua evolução ao longo dos anos. Além disso, possui a capacidade de determinar as taxas de progradação e retrogradação de linha de costa, a qual a região é submetida (FARIAS, 2008). Para tal, se faz necessário, de acordo com Gonçalves et al. (2010), reunir e organizar com consistência os dados posicionais da evolução da linha de costa em uma determinada área de estudo.

Outro fator importante na gestão ambiental costeira é a determinação da sensibilidade à erosão, indicando a sua susceptibilidade à perda de praia (SILVA et al., 2005).

#### 2.1.1 Zonas costeiras

O ambiente praial constitui um sistema dinâmico, onde os elementos que o compõe como vento, água e areia interagem, resultando em processos hidrodinâmicos e deposicionais de grande complexidade (BROWN & MCLACHLAN, 1990).

Portanto, estes ambientes caracterizam-se por constantes mudanças devido seus agentes modificadores que ali atuam (MAGALHÃES, 2000). Desta maneira conceituam-se algumas zonas importantes para compreensão deste trabalho, de acordo com Magalhães (2000):

- Zona de pós-praia: área acima da influência da maré alta e que só é alcançada pelas ondas de ressacas ou tempestade.
- Zona de estirâncio: parte do litoral que é exposto durante a maré baixa e coberto em maré alta.
- Dunas e/ou falésias: situada no limite superior da pós-praia.

Além destas zonas, algumas definições relacionadas à dinâmica marítima serão citadas ao decorrer do estudo:

- Preamar: Nível máximo da altura da maré (LIMA, 2002).

- Baixa-mar: Nível mínimo da altura da maré (LIMA, 2002).
- Altura de preamar média anual: é à média de todas as alturas das preamaras durante um ano, sendo tomado como referência o nível médio do mar no mesmo local e período (OLIVEIRA, 2008).
- Preamar de Sizígia: a linha de água instantânea depende de um processo chamado de maré astronômica, que é influenciado pela posição da Lua e do Sol em relação à Terra e, seus picos ocorrem na Lua cheia ou na Lua nova denominado de baixa-mar ou preamar de sizígia (GONÇALVES, 2010).
- Maré astronômica: oscilação periódica do nível das águas devido às ações atrativas da Lua e do Sol (LIMA, 2002).
- Nível médio: média dos níveis atingidos pela superfície líquida durante o fenômeno da maré (LIMA, 2002).

### **2.1.2 Terreno de marinha**

Outro conceito fundamental envolvido no desdobramento do trabalho são os terrenos de marinha. Esses e seus acréscidos são categorizados como bens de imóveis pertencentes ao patrimônio da União (OLIVEIRA, 2008).

O instituto jurídico dos terrenos de marinha e seus acréscidos foram criados em 1818, quando se estabeleceu uma faixa territorial de 33 metros para o lado continental a partir do limite aonde chegavam às águas do mar. No entanto, no final de 1832 houve uma modificação na norma jurídica, a qual se mantém até os dias de hoje, a linha de referência da medida da faixa de 33 metros foi alterada para ser a partir da 'linha da preamar média do ano de 1831' (OLIVEIRA, 1966).

Esta referência altimétrica, possivelmente, foi estabelecida pela falta de conhecimento na época de que o nível médio do mar varia no tempo e espaço (LIMA, 2002). Portanto, este procedimento de demarcação dos terrenos de marinha apresenta diversos entraves, uma vez que não foram fixados marcos visuais, nem determinados métodos cartográficos que garantissem a precisão e o registro da posição da linha nesta época (OLIVEIRA, 2008).

Existem três instrumentos de regulação que estabelecem a posse de um terreno de marinha:

- Aforamento: A União pode conceder aforamento quando compreender que não há interesse público, econômico ou social em manter o imóvel, no entanto quando for conveniente em prol da preservação ambiental e da defesa nacional, opta-se por radicar o indivíduo ao solo e a propriedade retorna a domínio público (OLIVEIRA, 2008).
- Inscrição da Ocupação: Pressupõe o aproveitamento efetivo do terreno pelo ocupante. É realizada uma análise de conveniência e oportunidade, a qual é outorgada pela administração, ensejando o pagamento anual de uma taxa de ocupação, entretanto não gera direitos ao ocupante sobre o imóvel (OLIVEIRA, 2008).
- Cessão: concede a terceiros direitos sobre os bens de União, para alcançar algum interesse público. Podem receber a cessão, Estados, Distritos Federal e Municípios, pessoas físicas, entidade, entre outros (OLIVEIRA, 2008).

Dentro deste contexto, os bens da União, incluindo os terrenos de marinha, têm por finalidade apoiar o funcionamento da administração federal e, sob o panorama de interesse patrimonial, são utilizados também para completar a arrecadação de receitas pelo governo federal. Além disso, todos os bens da União devem priorizar a uso socioambiental em benefício da coletividade, considerando as diferenças regionais, sociais, econômicas e culturais (SAULE JR et al, 2006).

Para identificar o uso e destinação adequados dos bens de imóveis da União é importante considerar a necessidade de proteger os direitos socioambientais aliados à política agrária, fundiária, urbana e do meio ambiente (SAULE JR et al, 2006).

### **2.1.3 Área de preservação permanente**

A zona costeira é umas das áreas de estresse ambiental mais intenso, em vista do excesso de exploração de seus recursos naturais e o uso desordenado do solo, podendo ser considerada um desafio na implantação de estratégias de gestão ambiental. Estas regiões abrigam atividades portuárias e industriais, intensa urbanização e grande exploração turística (GRUBER, BARBOSA e NICOLODI, 2003).

Diante deste cenário, as dunas, formações de acúmulos de sedimentos, tornam-se indispensáveis na manutenção das faixas de praia, pois fornecem continuamente grãos e evitam a erosão costeira (PINHEIRO et al. 2013).

Em função da fragilidade deste ambiente e o aumento das pressões relacionadas à preservação ambiental, a ocupação de áreas costeiras incitou a ação de mecanismos legais, a fim de promover a organização e ocupação destas áreas de dunas (PINHEIRO et al. 2013).

Um dos mecanismos legais que podem ser citados para preservação destes ambientes litorâneos são as APP's (Área de Preservação Permanente). Segundo o novo Código Florestal, no art. 3º da Lei nº 12.651/2012, diz que:

(...) II - Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (...)

Outro conceito apresentado neste artigo que está associado ao ambiente costeiro:

(...)XVI - restinga: depósito arenoso paralelo à linha da costa, de forma geralmente alongada, produzido por processos de sedimentação, onde se encontram diferentes comunidades que recebem influência marinha, com cobertura vegetal em mosaico, encontrada em praias, cordões arenosos, dunas e depressões, apresentando, de acordo com o estágio sucessional, estrato herbáceo, arbustivo e arbóreo, este último mais interiorizado;

No entanto, além desta, a única menção aos ecossistemas dunares se apresenta no art. 4º na seção “Da Delimitação das Áreas de Preservação Permanente: VI - as restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues”.

Portanto, quando ocorrem as restingas há a proteção de praias e dunas, no entanto as praias ou as dunas móveis não são entendidas como Áreas de Preservação Permanente fora do âmbito espacial das restingas, tampouco a feição que faz o contato entre as praias e os campos de dunas (PINHEIRO, MOURA-FÉ e FREITAS, 2013).

Deste modo, vale ressaltar a importância da preservação das áreas de dunas móveis para manter o equilíbrio da natureza como recarga de aquífero e dinâmica sedimentar, sendo necessário o uso adequado e sustentável dessas áreas (PINHEIRO et al. 2013).

## 2.2 LINHA DE COSTA

Primeiramente é de extrema importância entender que a linha de costa é um limite móvel, sua posição varia tanto na escala espacial, quanto na temporal. Portanto, seus critérios de definição devem ser rigorosos para que seja possível realizar uma comparação de resultados (FARIAS, 2008).

Existem diversos conceitos de linha de costa, segundo Farias e Maia (2009): “sob o ponto de vista físico a linha de costa corresponde simplesmente à linha de interface entre a terra e a água” e sua posição é determinada pela linha limite atingida na preamar de sizígia, de possível visualização em fotografias aéreas.

Outra definição para linha de costa desenvolvida por Suguiu (1992) diz que:

É o limite entre o continente e a porção adjacente ao mar onde não há efetiva ação marinha no alcance máximo das ondas, concretizando-se pela presença de falésias, no limite entre a vegetação e a praia, ou nos costões rochosos, ou por qualquer outra feição que marque o início da área continental.

Já de acordo com Gonçalves (2010): O conceito de linha de costa é o limite entre o continente e o mar, sendo necessário definir o que seria exatamente esse limite de separação entre estas duas porções, de acordo com a aplicação.

Independente dos diferentes conceitos existentes, todos os autores concordam na complexidade de identificação e compreensão das tendências desta variável ao longo do tempo, assim como os fatores associados ao seu movimento. Para facilitar o entendimento a respeito deste assunto, neste tópico iremos abordar questões relacionadas à progressão e retrogradação da linha de costa e métodos de delimitação da mesma.

## **2.2.1 Progradação e retrogradação de linha de costa**

Inicialmente é importante distinguir os processos de progradação da linha de costa e erosão costeira, a primeira refere-se a mudanças na posição da linha de costa e a segunda a mudanças volumétricas que ocorrem nas praias (PILKEY e THIELER, 1992)

O ambiente praial tem como característica natural alterações de formato e variações na posição da linha de costa. O movimento de sedimentos é a principal causa destas mudanças, e ocorre devido a ações do vento, das correntes marinhas, ondas, e transporte de areia. Além destes fatores, podem ocorrer mudanças bruscas, em razão de eventos extremos como tempestades tropicais, “ressacas”, ciclones, sendo possível um avanço de 30 m em apenas um dia (GIBEAUT et al., 2001).

Desta forma podem-se classificar as mudanças da linha de costa como de longo-prazo e de curto-prazo. As mudanças de longo-prazo atuam em escala de tempo de décadas a séculos, podem estar relacionadas com mudanças no nível médio dos mares, transporte de sedimentos, fatores antropogênicos entre outros. Já as mudanças de curto-prazo, ocorrem com mais frequência, em intervalos de tempo de 80 anos ou menos e estão relacionadas com a movimentação diária, mensal ou sazonal das variações das marés, correntes, ondas, clima e eventos episódicos (FARIAS 2008 e GONÇALVES 2010).

## **2.2.2 Variações do nível do mar**

As variações na altura do nível do mar constituem um dos mecanismos mais eficientes de modificação da linha da costa (LIMA, 2002).

A medida do nível do mar sintetiza influências de vários processos oceânicos, dentre eles efeitos de correntes marinhas, efeitos de densidade, efeitos meteorológicos, efeitos do geopotencial terrestre, efeitos de força das marés de natureza astronômica, entre outros (MESQUITA, 1997). A sua variação pode ser de curta duração, por exemplo, variações sazonais, ou de longa duração. As variações sazonais são explicadas por quatro fatores principais, de acordo com Lima (2002):

- Diminuição da pressão atmosférica local;
- Aumento da quantidade de calor contida nos oceanos;
- Diminuição da salinidade;
- Aumento na componente dos ventos dirigidos para as terras.

As variações de curta duração temporal podem resultar de diversas variáveis, segundo Guerra (1998), como:

- Modificações climáticas;
- Ajustamentos isostáticos;
- Efeitos tectônicos locais;
- Variações da pressão atmosférica;
- Modificação na circulação oceânica;
- Deformações do geóide por efeitos gravitacionais.

Além destes fatores, o fenômeno de maré também influencia o nível do mar. De acordo com Franco (1997) a maré é uma variação periódica do nível do mar sob influência de forças astronômicas. Acrescenta que as marés apresentam um máximo a cada 12 horas e 25 minutos (metade de um dia lunar) e mínimos em intervalos de 6 horas e 12 minutos após cada preamar. Portanto, a altura da maré varia com as fases da Lua e com a distância da Lua e do Sol à Terra.

### **2.2.3 Métodos de Delimitação de linha de costa**

O principal desafio para detectar e monitorar a linha de costa é desenvolver uma técnica que possua a capacidade de mapear esta feição. Para que o levantamento da linha de costa seja realizado com êxito deve-se encontrar uma situação favorável para o rastreio dos pontos, de maneira a cruzar informações de visibilidade de diversos satélites, considerando obstruções locais e previsões de maré para aquele dado instante (SILVA, GONÇALVES e TANAJURA, 2012).

Segundo SOUZA e LUNA (2010) as melhores fontes de dados para o estudo das variações temporais da linha de costa, através de séries históricas, são: mapas, fotografias aéreas, imagens de satélite e perfis de monitoramento praial. No entanto,

cada fonte está associada a um tipo de erro e implica em algumas vantagens e desvantagens, além de apresentarem diferentes escalas espaciais e temporais.

Dentre os métodos de delimitação de linha de costa podemos citar alguns amplamente utilizados, de acordo com Gonçalves (2010):

- Sensoriamento Remoto (Aerofotogrametria e Imagens de satélite)

A linha de costa pode ser extraída de fotografias aéreas verticais ou de imagens provenientes de sensores instalados em plataformas espaciais em torno da Terra. No caso das aerofotogrametrias, a linha de costa é identificada e traçada na fotografia, em seguida faz-se a transferência desta linha para um mapa com base cartográfica em comum (GONÇALVES, 2010).

Segundo Crowell, Leatherman e Buckley (1991) a linha de costa é facilmente visualizada em fotografias aéreas e imagens de sensoriamento remoto por uma mudança nítida de tonalidade nas areias da praia, conforme Figura 1.



Figura 1 - Delimitação de linha de costa.  
Fonte: Crowell, Leatherman e Buckley (1991).

- LIDAR (Light Detectionand Ranging)

O LIDAR é a combinação entre o laser, um dispositivo que grava os movimentos do avião e receptores GPS, sua precisão vertical varia de 8 a 15 cm, esta técnica de laser scanner aerotransportado possibilita a obtenção de dados acurados e detalhes topográficos da superfície terrestre (GONÇALVES, 2010).

Farias (2008) cita outro método que demanda um maior trabalho em campo: a execução de perfis de praia. Nesta técnica é realizado um levantamento topográfico com intuito de analisar as variações de curto prazo da linha de costa, onde os perfis são feitos perpendicularmente a linha de costa com intervalo de tempo definido durante a baixa-mar das marés de sizígia.

### 2.3 EROSÃO COSTEIRA

A erosão praial é um problema global que vem sendo levado muito a sério, visto que afeta praticamente todos os países litorâneos, chegando a alcançar estágios elevados (CUNHA, 2004). Este problema consiste no desgaste (mecânico ou químico) que se desenvolve ao longo da linha de costa devido à ação de ondas, correntes marinhas e marés (PEIXOTO FILHO et al, 2011).

É crucial a distinção entre a erosão e um problema erosivo, pois o primeiro termo constitui um processo de evolução das formas de relevo holocênicas, ou seja, um fenômeno natural dos ecossistemas litorâneos. No entanto, o problema erosivo é caracterizado apenas quando este processo atua sob áreas ocupadas pelo homem, causando prejuízos econômicos (FARIAS, 2008).

O litoral do Rio Grande do Sul consiste em depósitos Quaternários inconsolidados, os quais não recebem areias modernas, visto que a maior quantidade de carga transportada pelos rios é armazenada em lagunas, neste caso, especialmente na Lagoa dos Patos e a Lagoa Mirim que representam cerca de um terço da Planície Costeira do Estado (TOMAZELLI e VILLWOCK, 1992, TOLDO e DILLENBURG, 2002).

De acordo com Calliari et. al. (2006) nas proximidades da praia do Hermenegildo a taxa de erosão observada é de aproximadamente -1.800.000 m<sup>3</sup>/ano.

Segundo Farias (2008), diversos condicionantes naturais atuam nos processos de erosão nos ambientes litorâneos, tais como: as flutuações do nível do mar, as variáveis hidrodinâmicas (ondas, correntes e marés), a migração de sedimentos e o transporte fluvial, sendo estes influenciados por variáveis climatológicas (ventos e/ou a precipitação).

O processo de erosão costeira também pode ser agravado por intervenções humanas, como exemplo construções como áreas portuárias, edifícios, estradas, entre outros, no litoral. Estas atividades sobre dunas e pós-praia contribuem para redução de sedimentos, uma das causas da erosão. As dunas frontais e o pós-praia funcionam como reservas de areia, servindo de anteparo contra a arrebentação das ondas mais fortes. Portanto, a erosão marinha na zona costeira está relacionada a mudanças no balanço sedimentar, a qual é influenciada pela ocupação desordenada devido à falta de planejamento urbano (CUNHA, 2004).

Além das causas naturais e antrópicas da erosão costeira, já citadas, podemos adicionar as mudanças climáticas globais que vem interferindo nos níveis dos mares. Um dos fenômenos associados a estas alterações é o aquecimento global, que tem por causa o acúmulo de gases de efeito estufa na atmosfera do planeta, o qual impede, de forma crescente, que os raios infravermelhos sejam refletidos para o espaço, aumentando a temperatura na atmosfera global (IPCC, 2005). Este aquecimento provoca o derretimento das calotas polares e assim, aumento dos níveis do oceano e perda de regiões costeira, aliados a prejuízos ecológicos e econômicos (FARIAS, 2008).

A magnitude do aumento dos níveis do oceano já está interferindo diretamente na dinâmica espacial da linha de costa, de modo a maximizar os impactos oriundos da erosão, tais como: a destruição dos recursos paisagísticos do litoral, a salinização dos lençóis freáticos, a destruição de praias com potencial turístico e a destruição de habitats de diversas espécies marinhas (FARIAS, 2008).

## 2.4 DESASTRES NATURAIS

Desastres naturais são considerados fenômenos intensos como inundações, escorregamentos, secas, furacões, entre outros, que ocorrem em locais de habitação humana, que resultam em danos (materiais e humanos) e prejuízos (sócio-econômico). Quando não são aplicadas medidas de minimização dos efeitos dos desastres, a tendência é um aumento da intensidade, da magnitude e da frequência dos impactos (KOBAYAMA et al., 2006).

Atualmente as mudanças da posição de linha de costa representam um problema grave em diversos países litorâneos, suas repercussões econômicas como perda de infra-estrutura afetam, principalmente, países em desenvolvimento como o Brasil, em função da falta de recursos para recuperação de danos (MAIA, 2005).

Alguns fenômenos que podem influenciar mudanças bruscas da posição de linha de costa e consequentemente, causarem danos econômicos e sociais no ambiente praial, são os ciclones extratropicais e as ressacas marítimas.

### 2.4.1 Ciclones Extratropicais

Ciclone é o termo usado para caracterizar uma baixa pressão central, em relação às áreas circundantes, aliado a tempo instável e tempestuoso.

Os ciclones extratropicais (CE) são circulações atmosféricas de baixa pressão formadas pela convergência de massas de ar e propagam-se junto com frentes polares (VAREJÃO-SILVA, 2001).

Sua magnitude depende do tempo de ação, do tamanho da pista do vento na superfície do oceano e da distância que o ciclone se encontra da linha de costa, podendo causar variações positivas no nível do mar (TABAJARA, MARTINS e ALMEIDA, 2004).

Os ciclones extratropicais na América do Sul surgem no Pacífico, passam pelos Andes e chegam ao Atlântico, no litoral do Uruguai e Argentina, onde se intensificam. Normalmente, formam ventos fortes que transferem energia para o mar, criando ondas que se propagam até a costa brasileira (TABAJARA, MARTINS e ALMEIDA, 2004).

#### **2.4.2 Ressacas Marítimas**

As Ressacas marítimas ou maré de tempestade, é o termo utilizado para caracterizar a sobre-elevação do nível do mar durante eventos de tempestade. (KOBIYAMA et al., 2006).

As ressacas das regiões sul e sudeste do Brasil estão associadas às passagens de frentes frias e ciclones extratropicais, tais eventos proporcionam o empilhamento da água do mar sobre a costa, avançando sobre dunas e edificações. Na costa do Rio Grande do Sul a elevação do nível do mar aumenta o poder erosivo das ondas, intensificando os danos principalmente ao coincidir com a maré de sizígia (KOBIYAMA et al., 2006).

#### **2.5 Evento de ressaca na Praia do Hermenegildo**

A praia do Hermenegildo foi alvo deste estudo devido os desastres que vem ocorrendo no local. Entre o dia 27 e 28 de outubro de 2016, segundo reportagem do Diário Popular, ocorreram ventos de 80 km/h, provocando ondas de 3 metros de altura, em que cerca de 100 casas foram danificadas. De acordo com o Jornal Zero Hora o último evento que provocou estragos significativos no balneário foi em 1990, no entanto, de magnitude inferior. A seguir, a Figura 2 e a Figura 3 mostram o cenário de destruição após o desastre.



Figura 2 - Praia do Hermenegildo após desastre de 2016.  
Fonte: Sérgio Vera Gonzalez.



Figura 3 - Praia do Hermenegildo após desastre de 2016.  
Fonte: Sérgio Vera Gonzalez.

Estes eventos são resultado da ocupação humana local, visto que se desenvolveu sobre as dunas do balneário, portanto em eventos de tempestades as ondas atingem intensamente a zona urbanizada causando danos às residências.

O balneário do Hermenegildo apresenta problemas de erosão costeira desde o final da década de 1950, quando ocorreu uma tempestade marinha de alta energia que destruiu várias casas (KOERNER, 2009). Sem apoio e sem planejamento governamental adequado, os proprietários de casa à beira-mar vêm construindo estruturas de proteção de diversos materiais (ESTEVES et al., 2000; TEIXEIRA, 2007, KOERNER, 2009). Desta maneira, os moradores, por conta própria, vêm tentando fixar a linha de costa nos seus limites de propriedade e assim, reduzir a erosão. No entanto, sem muito sucesso, segue ocorrendo desbarrancamentos e consequentes perdas econômicas na região.

A Tabela 1 apresenta alguns eventos históricos que ocorreram no balneário Hermenegildo com perdas materiais.

Tabela 1 - Eventos históricos com perdas econômicas.

| Data do Evento             | Consequências   | Fonte                 |
|----------------------------|---|-----------------------|
| 1978                       | Relatos de destruição de casas.                                     | Teixeira (2007)       |
| 21 de julho de 1996        | Dois ciclones extratropicais acarretaram grandes perdas por erosão. | Machado (2010)        |
| 16 e 17 de abril de 1999   | 22 casas destruídas por tempestade.                                 | Esteves et al. (1999) |
| Junho de 2006              | 5 propriedades foram destruídas por granizo.                        | Teixeira (2007)       |
| 27 e 28 de Outubro de 2016 | 80 casas destruídas por ciclone extratropical.                      |                       |

### 3. METODOLOGIA

O trabalho iniciou com um levantamento bibliográfico acerca do assunto, incluindo artigos, teses e dissertações publicadas. O principal enfoque da pesquisa foram aos que se reportam ao estudo da morfodinâmica praial, erosão costeira, sensoriamento remoto aplicado ao estudo dos ambientes costeiros, flutuações do nível do mar e planejamento e gestão da zona costeira.

Posteriormente foram selecionadas imagens de satélite e fotografias aéreas do local de estudo e catalogadas de acordo com a data a qual foram obtidas. Estas imagens foram georreferenciadas por meio de Pontos de Controle através do método Imagem-Imagem no software ArcMap 10.1.

Em seguida foi realizada a delimitação de linha de costa dos diversos anos, através da geração de shapefiles no software QGIS 2.18.5, de modo a permitir uma sobreposição destes vetores e assim, uma análise da mudança temporal ocorrida no local, associando as variáveis envolvidas neste processo.

Posteriormente, associou-se o desastre que ocorreu no Hermenegildo com a variação da linha de costa, considerando as diversas atuantes ambientais. A caracterização do fenômeno ocorrido foi realizada através de pesquisas nos bancos de dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) e Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Assim como, foram analisados os impactos econômicos e ambientais resultantes do desastre, em que esta etapa foi complementada pelos registros de fotografias obtidos em campo onde foi possível observar as localidades que apresentam significativas taxas de erosão.

Verificou-se também a legislação acerca do assunto, a intensificação do processo de avanço da linha de costa e a situação da defesa civil local, além de estratégias de redução e controle destes desastres.

### 3.1 Área de estudo

A praia do Hermenegildo pertence ao município de Santa Vitória do Palmar, no Estado do Rio Grande do Sul. Encontra-se aproximadamente a 18 quilômetros da sede do município e 12 quilômetros da fronteira com o Uruguai. Localiza-se aproximadamente a 33° 40'S e 53° 15'W (Figura 4).

De acordo com o Censo de 2010 do IBGE, o município de Santa Vitória do Palmar possui 30.990 habitantes, em 2014, tinha um PIB per capita de R\$ 24972,25 e sua área de unidade territorial é de 5.243,578 km<sup>2</sup>. O município faz divisa com Rio Grande e Chui.

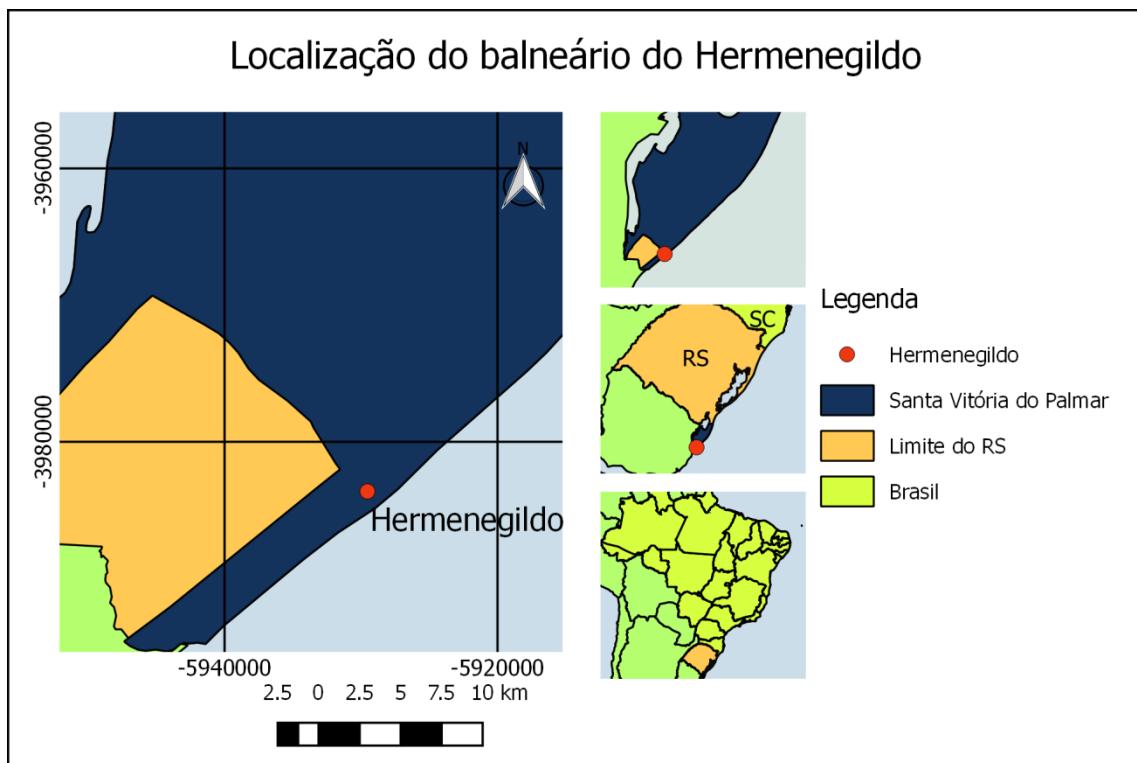


Figura 4 - Localização da praia do Hermenegildo.  
Fonte: Autora (2017).

A urbanização do balneário do Hermenegildo iniciou no final do século XIX, a população foi se instalando sobre uma área extensa de dunas, já próximo à linha de costa. Este processo só se intensificou na década de 1970, o qual vem ocorrendo de forma mais acelerada nos últimos anos, sendo o principal atrativo a faixa de praia durante o verão (VIDAL, 2008; ESTEVES, et al., 2000; KOERNER, 2009).

Segundo Silva (2017), o balneário do Hermenegildo, foi criado sobre as terras do senhor Hermenegildo Luís da Silva, de acordo com Azambuja (1978), suas terras se estendiam desde o litoral do Oceano Atlântico, ao leste, até o arroio Chuí, ao oeste, adquiridas por Carta Régia do Império, no século XIX. O balneário apresenta uma faixa costeira urbanizada com 2,3 km de comprimento, segundo Albuquerque (2013).

### **3.2 Sensoriamento Remoto**

A aquisição de informações através do sensoriamento remoto consiste em duas etapas: aquisição de dados (processos de detectar e registrar informações) e utilização e análise dos dados (tratamento e extração de informações dos dados coletados). A aquisição de dados é realizada por sensores remotos que detectam o alvo na superfície terrestre, devido à reflexão da radiação eletromagnética de cada objeto, os quais absorvem esta radiação e transmitem (FARIAS, 2008).

A variação de energia refletida pelos objetos é medida pelo espectro eletromagnético e pode ser representada por curvas espectrais. Os sensores remotos eletrônicos, a bordo de satélites, coletam a energia proveniente dos objetos e convertem em sinal elétrico, o qual é registrado e transmitido para estações de recepção na Terra, em seguida é processado para gerar produtos digitais como gráficos, tabelas ou imagens, que poderão ser utilizados no estudo dos recursos naturais e do meio ambiente (SAUSEN, 2005).

Para o desenvolvimento, processamento e análise dos dados presentes neste trabalho, foram utilizados os seguintes softwares: QGIS, ArcGIS e Google Earth.

O QGIS é um software livre de geoprocessamento, com a licença GNU (General Public License), começou a ser desenvolvido em 2004 e continua sendo melhorado ininterruptamente. Esse Sistema de Informações Geográficas permite a visualização edição e análise de dados georreferenciados.

O ArcGIS foi desenvolvido pela empresa americana ESRI e consiste em um conjunto integrado de softwares de Sistema de Informações Geográficas, que possibilita a criação e utilização de mapas, compilação de dados geográficos, análise de informações mapeadas e gestão de informações geográficas em bancos de dados.

O Google Earth é um programa de computador desenvolvido pela empresa estadunidense do Google e tem por função apresentar um modelo tridimensional do globo terrestre, construído a partir de mosaico de imagens de satélite.

### **3.3 Imagens Históricas**

A existência de imagens históricas de sensores remotos converte a análise multitemporal em uma ferramenta de auxílio a estudos de geomorfologia costeira no monitoramento costeiro, através da extensão de informações pontuais para um contexto geográfico, oferecendo subsídio à compreensão da história evolutiva destes sistemas (TREBOSSEN et al., 2005, CHU et al., 2006).

Segundo Madruga Filho (2004) a análise de registros históricos de mapas, cartas ou de fotografias aéreas, possibilita a obtenção das taxas de variação da linha de costa durante um intervalo de tempo estudado.

Desta forma, foram coletadas imagens dos anos 2005, 2010, 2014 e 2016 a fim de realizar a delimitação de linha de costa e analisar as mudanças em curto prazo. Estas imagens foram obtidas através do programa Google Earth, em escala 1:2000.

Também, foi utilizada uma ortofoto de 21 de Julho de 2009, cedida pela Prefeitura Municipal de Santa Vitória do Palmar, com resolução espacial de 0,6 metros, compatível com a escala de 1:2000, já georreferenciada associada ao sistema de referência WGS (World Geodetic System) 84 e projetada em UTM (Universal Transversa de Mercator) no fuso 22 Sul.

Essas imagens de sensores remotos possuem estrutura matricial, nas quais seu elemento principal é denominado pixel, o qual representa a menor parcela imageada. Desta forma, a resolução espacial corresponde à dimensão do pixel, portanto, quanto menor o tamanho real deste pixel, maior a resolução espacial desta imagem, e consequentemente maior detalhamento da região (FIGUEIREDO, 2005).

### 3.4 Georreferenciamento das imagens

As imagens históricas analisadas precisaram passar pelo processo de georreferenciamento, o qual consiste na transformação de coordenadas quaisquer de mapa ou imagem para um dado sistema de referência único e conhecido.

Para o georreferenciamento das imagens é necessário estipular pontos homólogos (feições perfeitamente identificáveis que não sofreram alterações temporais) e distribuir nas imagens adequadamente. Desta forma, os pontos homólogos são interligados entre a imagem com coordenadas desconhecidas e a imagem já georreferenciada, este método de georreferenciamento é denominado imagem-imagem. Para realizar o vínculo entre essas duas imagens é definido um modelo de transformação que possibilitará gerar os parâmetros da transformação. A ortofoto de 21 de Julho de 2009 foi utilizada como base para o georreferenciamento das demais imagens.

Durante o processo de georreferenciamento, é importante a verificação dos erros residuais apresentados conforme Figura 5. Esse permitirá a constatação de que a imagem final esteja com qualidade adequada para as análises espaciais. De acordo com Bertucini (2017), cada ponto de controle influencia os coeficientes, mesmo que não exista uma coincidência exata de cada ponto de controle com os coeficientes que representam o polinômio. E esses, de acordo com o mesmo autor, caracterizam o erro médio quadrático (RMS) e são calculados para cada ponto de controle, individualmente, sendo uma medida do desvio dos valores calculados em relação aos valores originais estimado, tomando-se uma amostra dos valores calculados e comparando-a com seus valores reais.

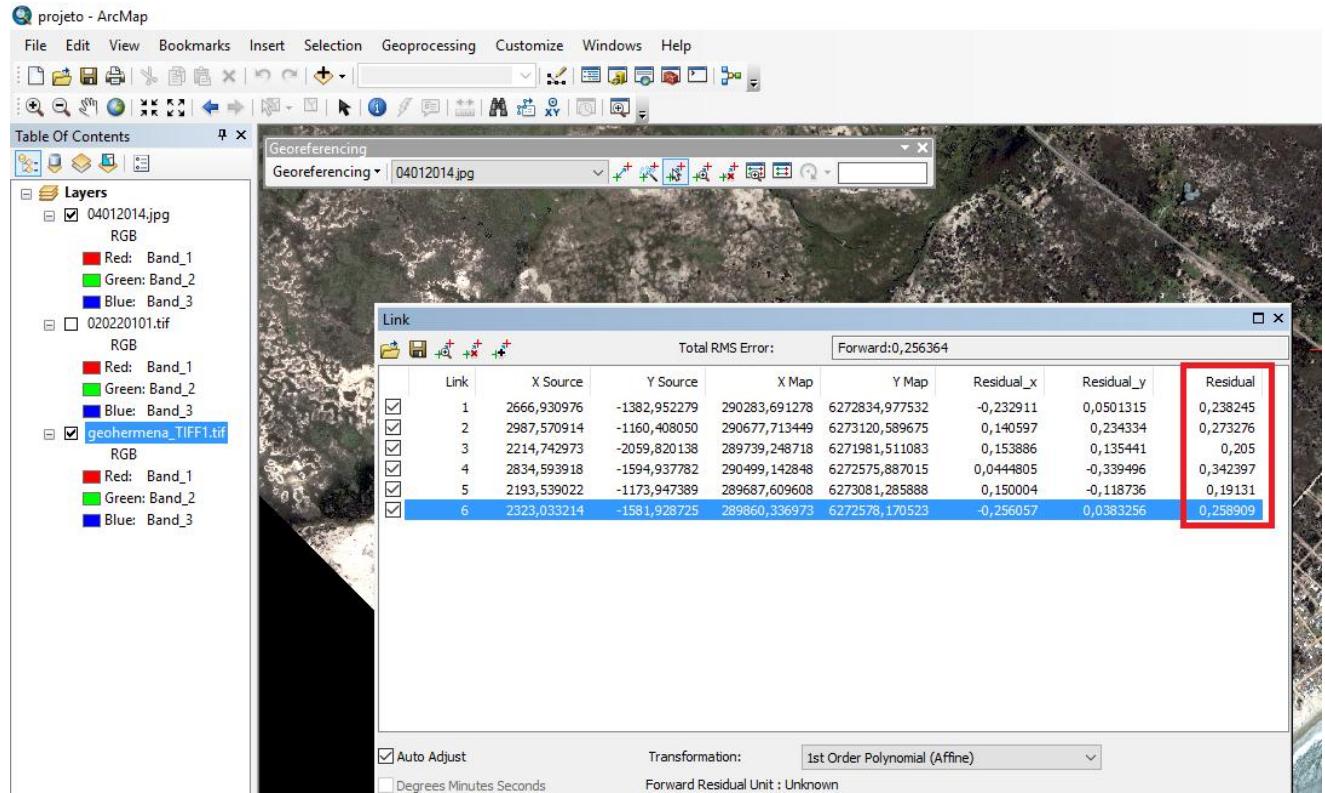


Figura 5 - Tabela de erros residuais do processo de georreferenciamento.

Fonte: Autora (2017).

Tais erros representam o desvio-padrão entre os pontos de controle com coordenadas conhecidas e o que se deseja retificar da imagem após o georreferenciameto, sendo importante que seu valor seja inferior a 1 pixel.

As imagens foram georreferenciadas no software ArcMap 10.1 e foi-lhes atribuída o sistema de referência WGS 84 e o sistema de projeção UTM fuso 22Sul, possibilitando a normatização dos dados para comparação entre os períodos distintos.

### 3.5 Vetorização de linha de costa

A vetorização de linha de costa foi realizada por extração manual através do método de digitalização nas imagens de sensoriamento remoto e fotografias aéreas. A identificação da linha de costa foi obtida pela interpretação de imagens através da mudança de tonalidade nas areias da praia ou, na zona urbanizada, pelo limite imposto pelas barreiras antrópicas, determinando o local máximo ao qual chegou o mar.

Este processo foi executado no software QGIS 2.18.5, como pode ser visto na Figura 6. Utilizou-se a ferramenta Camada em Criar Nova Camada do tipo vetorial shapefile. Com essa nova camada criada no mesmo sistema de referência das imagens utilizou-se a ferramenta Editar Feição e Adicionar feição as quais possibilitaram a vetorização das linhas de costa em anos distintos.

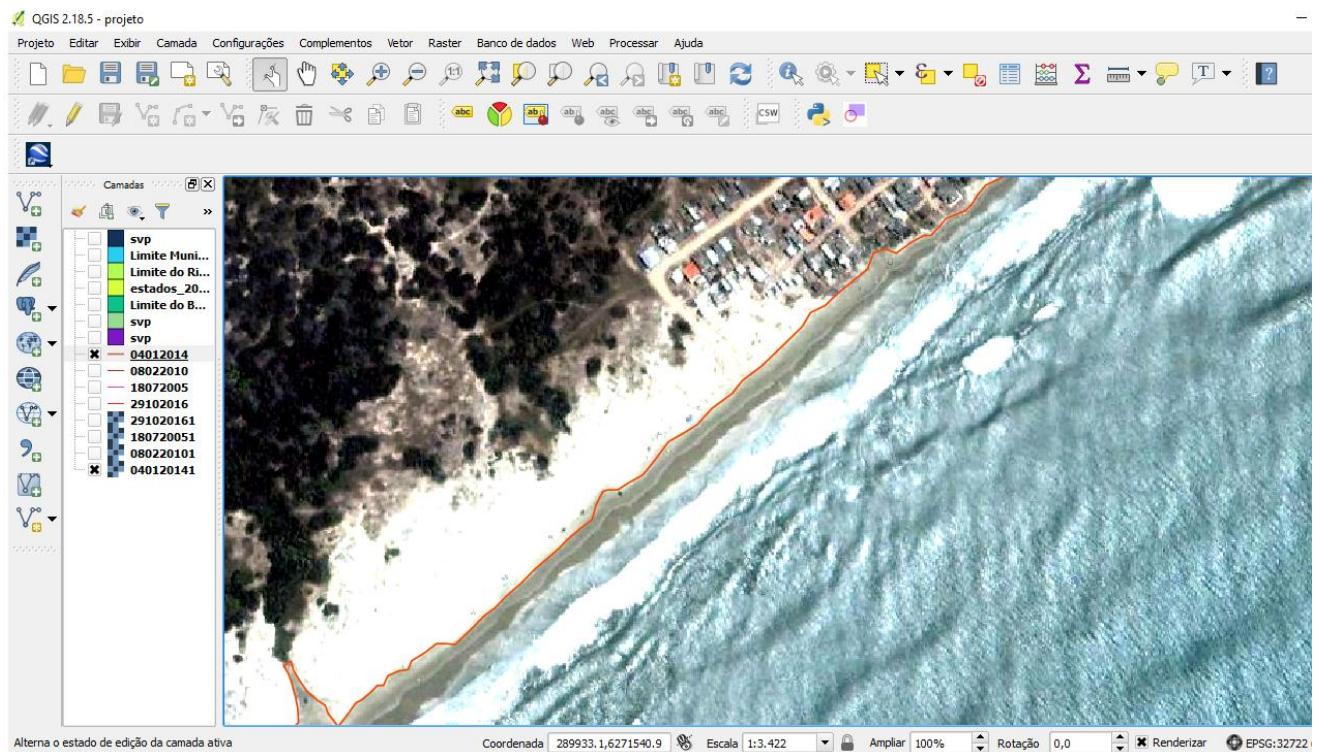


Figura 6 - Exemplo de delimitação de linha de costa no software QGIS 2.18.5.  
Fonte: Autora (2017).

### 3.6 Análise dos dados coletados

Após o georreferenciamento e vetorização das imagens inicia-se o processo de análise dos dados, no qual foi realizada uma comparação entre as posições das linhas de costa em épocas distintas e em seguida, uma verificação das diversas atuantes ambientais neste processo.

Posteriormente, foram analisadas as linhas de costa antes e após o desastre de 2016, contabilizando, ainda, o avanço da mesma sobre a estrutura urbana. Além de mostrar os pontos mais críticos, os impactos causados na região e realizar uma análise socioambiental.

### **3.7 Registros fotográficos**

Como complemento da análise do evento de ressaca da praia do Hermenegildo foi realizado um registro fotográfico no local de estudo no dia 16 de Junho de 2017, no qual foram tiradas fotos nos locais em que as casas sofreram maior impacto pelo mar e para demarcação dos pontos no mapa utilizou-se um mapa impresso.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Análise da Variação de Linha de Costa

Foram realizadas as delimitações de linha de costa dos anos de 2005, 2009, 2010, 2014 e 2016.

Inicialmente, foram comparadas as linhas de costa de 18 de Julho de 2005 e 21 de Julho de 2009, visto que tais imagens foram extraídas na mesma época do ano, permitindo uma maior similaridade das condições ambientais, pois será eliminado o fator de sazonalidade, e assim, maior confiabilidade dos dados. O período de intervalo destas imagens é de 4 anos, o que representa uma mudança de curto-prazo.

A Figura 7 apresenta um trecho da linha de costa dos anos de 2005 e 2009, localizado a sul da zona urbanizada do balneário do Hermenegildo, na qual é possível visualizar que houve um retrocesso desta linha.

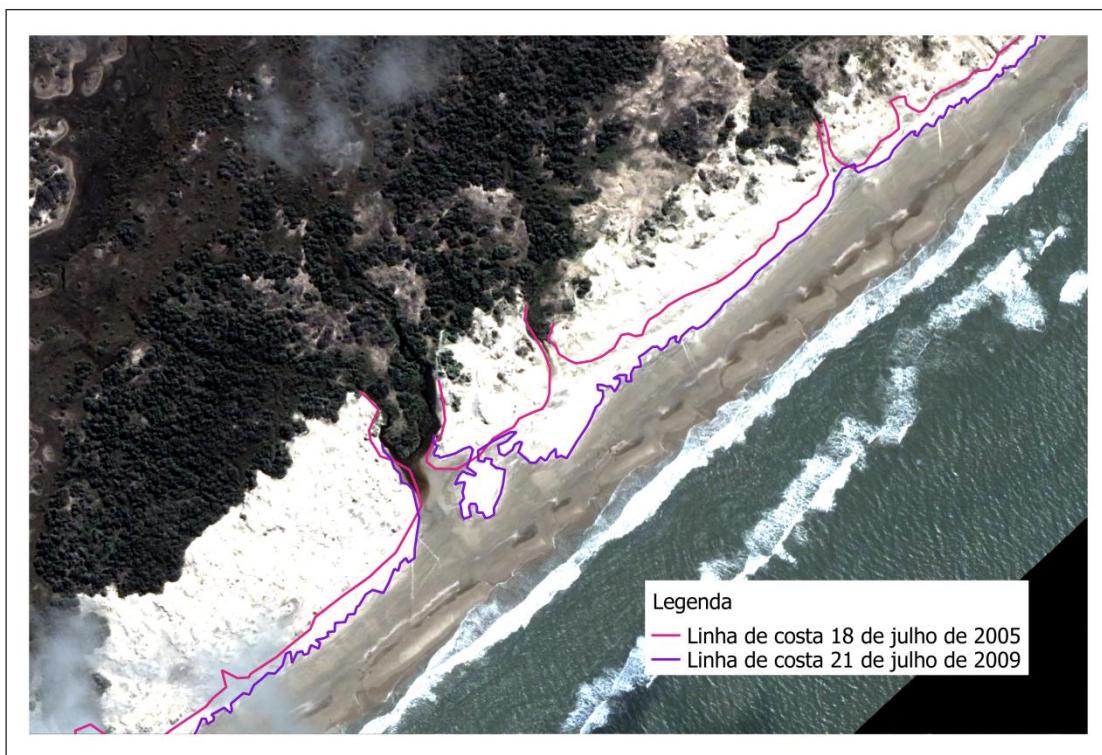


Figura 7 - Linha de costa de 2005 (rosa) e linha de costa de 2009 (roxa).  
Fonte: Autora (2017).

Com auxílio do software QGIS 2.18.5 mediu-se a alteração nesta zona, verificando-se que o retrocesso variou de 10 a 40 metros, podendo ser observado que seus máximos se encontram próximos a desembocadura dos rios, sendo caracterizado por um alargamento do mesmo.

Já na zona urbana as linhas estão quase sobrepostas, no entanto ainda existem variações menores, de até 10 metros, como mostra a Figura 8.



Analizando ambas as imagens, é possível dizer que esta urbanização próxima à linha de costa altera os processos naturais de avanço ou retrocesso do mar. Pode-se verificar que a única barreira para a subida do mar são as construções, o que gera um grande risco a infraestrutura local.

Considerando os fatores que podem ter influenciado nesta mudança de linha de costa podemos incluir as marés, influências do tempo e horário de extração das imagens. Lembrando que existem erros associados à delimitação de linha de costa por se tratar de um método manual, no entanto o retrocesso é evidente, mesmo que considerados os erros.

Através do site da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), Centro de Hidrografia da Marinha (CHM) e o Banco Nacional de Dados Oceanográficos (BND) que apresenta as previsões de marés, foi possível mensurar as marés e fases lunares referentes a cada dia em que foram extraídas as imagens (Tabela 2), no entanto o marégrafo mais próximo ao local de estudo encontra-se no porto de Rio Grande a cerca de 240 quilômetros de distância, conforme a Figura 9.

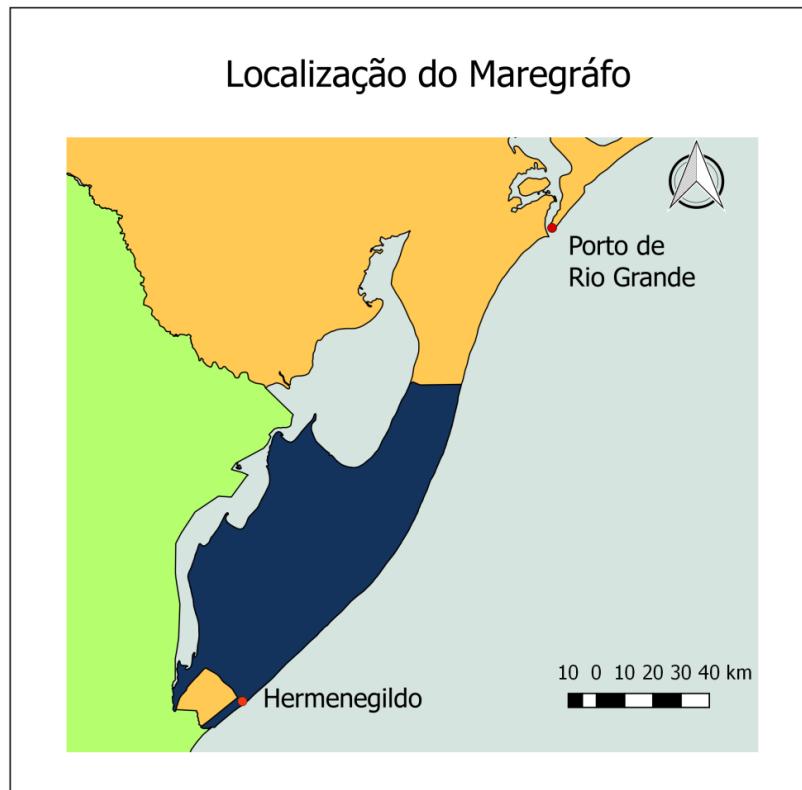


Figura 9 - Localização do Marégrafo no Porto de Rio Grande.  
Fonte: Autora (2017).

Tabela 2 - Tábua de Marés.

| Data       | Horário | Altura (m) |
|------------|---------|------------|
| 18/07/2005 | 00:13   | 0.0        |
|            | 04:32   | 0.0        |
|            | 07:36   | -0.1       |
|            | 16:30   | 0.3        |
|            | 21:28   | -0.1       |
| 21/07/2009 | 00:49   | 0.0        |
|            | 04:04   | -0.2       |
|            | 06:30   | -0.1       |
|            | 09:47   | -0.2       |
|            | 18:56   | 0.3        |
|            | 23:43   | 0.0        |

Fonte: Diretoria de Hidrografia e Navegação, Centro de Hidrografia da Marinha e Banco Nacional de dados Oceanográficos.

Nos dois dias o máximo alcançado pelas marés foi de 0,3 metros, no entanto em 2009 seu mínimo foi de - 0,2 metros, vale ressaltar que estes dados não representam fielmente o que ocorreu no local, visto que o marégrafo se encontra muito distante e em um local com menor influência das marés.

Porém, também é importante ressaltar, como pode ser observado na Tabela 2 e é confirmado pelo relato de Villwock e Tomazelli (2007), que o regime de marés do Rio Grande do Sul é de pequena amplitude e atua de forma secundária em comparação às variações de nível do mar relacionadas à ação dos agentes meteorológicos, conhecido como “maré de tempestade”, ou “maré de vento”. Através dos marégrafos constata-se uma amplitude média das marés inferior a 50 centímetros. Desta forma, Davies (1980) classifica a costa do Rio Grande do Sul do tipo micromarés, visto que a amplitude de marés astronômicas é inferior a 2 metros.

As fases da lua são um fator importante na variação do nível do mar, pois quanto mais alinhados estiverem o Sol, a Lua e a Terra, maior será o efeito na massa marítima, causando, uma alta nas marés.

Outro dado obtido foram as fases da lua, no dia 21 de Julho de 2009 a Lua era Nova, ou seja, Sol, Lua e Terra estão alinhados, e a força de atração é somada causando elevação máxima da maré. Em 18 de Julho de 2005 a Lua era crescente, portanto está mais próxima da Terra, o Sol não consegue anular totalmente a força gravitacional da lua, e assim, a maré apresenta uma ligeira elevação.

Além destes dados, buscou-se no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa do Instituto Nacional de Meteorologia as condições do tempo nos dias observados (Tabela 3).

Tabela 3 - Condições do Tempo (21/07/2009 e 18/07/2005).

| Data       | Hora  | Pressão Atm (hPa) | Direção do Vento (°) | Velocidade do Vento (m/s) |
|------------|-------|-------------------|----------------------|---------------------------|
| 21/07/2009 | 00:00 | 1015              | 5                    | 6                         |
| 21/07/2009 | 12:00 | 1008.3            | 5                    | 9                         |
| 21/07/2009 | 18:00 | 997.9             | 5                    | 12                        |
| 18/07/2005 | 00:00 | 1012.2            | 23                   | 7                         |
| 18/07/2005 | 12:00 | 1013              | 23                   | 8                         |
| 18/07/2005 | 18:00 | 1015              | 23                   | 8                         |

Fonte: INMET

Através destas informações ainda não é possível concluir a causa deste retrocesso, no entanto ao comparar a Imagem de 2005 com as de 8 de Fevereiro de 2010 e 4 de Janeiro de 2014 (Figura 10), verifica-se que a linha de costa de 2005 é a mais avançada, caracterizando assim, um evento adverso que pode ter sido ocasionado por algum fenômeno climático.

Outro fator que pode ter influenciado no posicionamento da linha de costa do ano de 2005 é a data em que foi adquirida a imagem, visto que esta provem de um imageamento ocorrido no inverno, e de acordo com Teixeira (2007), durante os meses de inverno há uma maior ocorrência de ondas de altura significativa variando entre 1 e 2 metros o que corresponde a normalidade do regime anual, porém o mesmo autor ainda cita que registros durante eventos extremos na região já geraram ondas de grande altura, com valores acima de 7 metros.

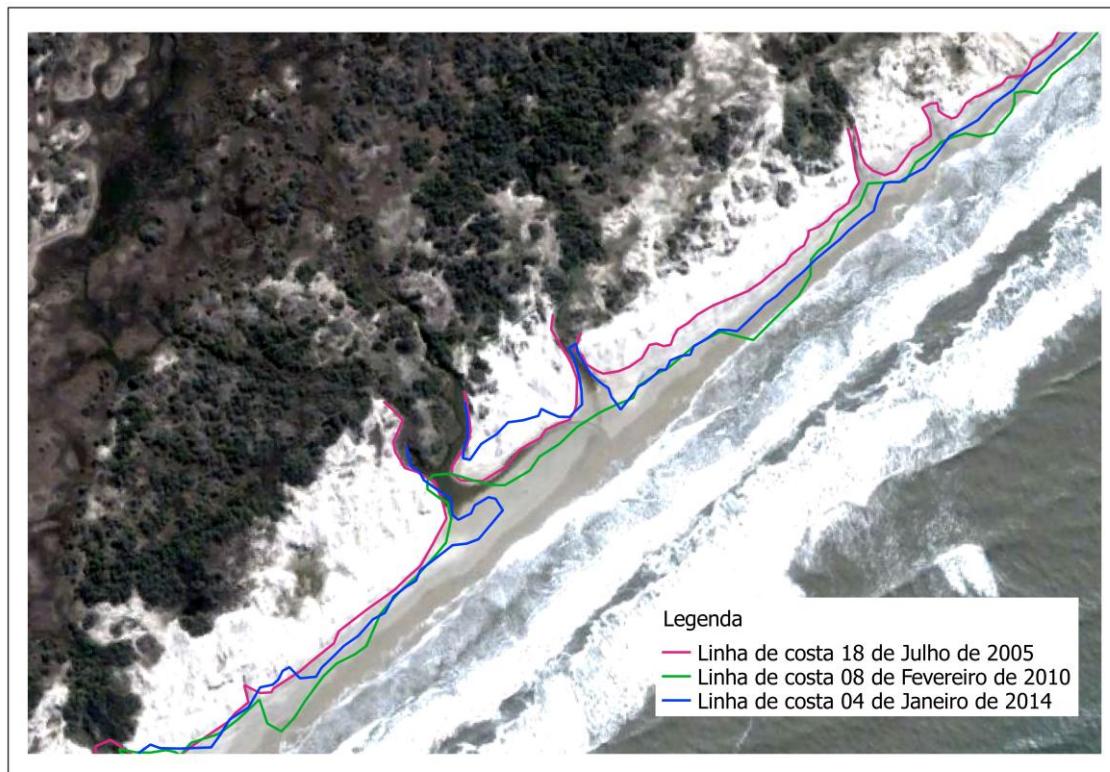


Figura 10 - Linha de costa de 2005 (rosa), de 2010 (verde), 2014 (azul).  
Fonte: Autora (2017).

Constatase também que, ao correlacionar os anos de 2009, 2010 e 2014 (Figura 11), existe uma tendência de avanço da linha de costa, sendo válido ressaltar o curto intervalo de tempo entre estes anos, servindo de alerta a população local, pois apesar de pequenas as alterações representam uma mudança temporal

muito significativa. Lembrando que as linhas de costa do ano de 2010 e 2014 foram obtidas durante meses de verão, no qual a altura de ondas tende a seguir a média anual de 1,5 metros.



Figura 11 - Linha de costa de 2009 (roxa), de 2010 (verde), 2014 (azul).  
Fonte: Autora (2017).

## 4.2 Análise do Desastre ocorrido em 2016

Entre os dias 27 e 28 de Outubro de 2016 ocorreu a maior ressaca na história do balneário do Hermenegildo, resultado de um ciclone extratropical. Tal fenômeno acarretou na danificação de cerca de 100 casas, em que 30 foram totalmente demolidas pela força das ondas.

### 4.2.1 Atuantes Ambientais

O principal fator atuante no desastre foi o ciclone extratropical, desta maneira buscou-se imagens de satélite na Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais para a região de estudo.

Na Figura 12, obtida pelo satélite GOES no dia 28 de Outubro de 2016 às 00:00 horas, é possível visualizar a formação do ciclone extratropical muito próximo ao local de estudo.

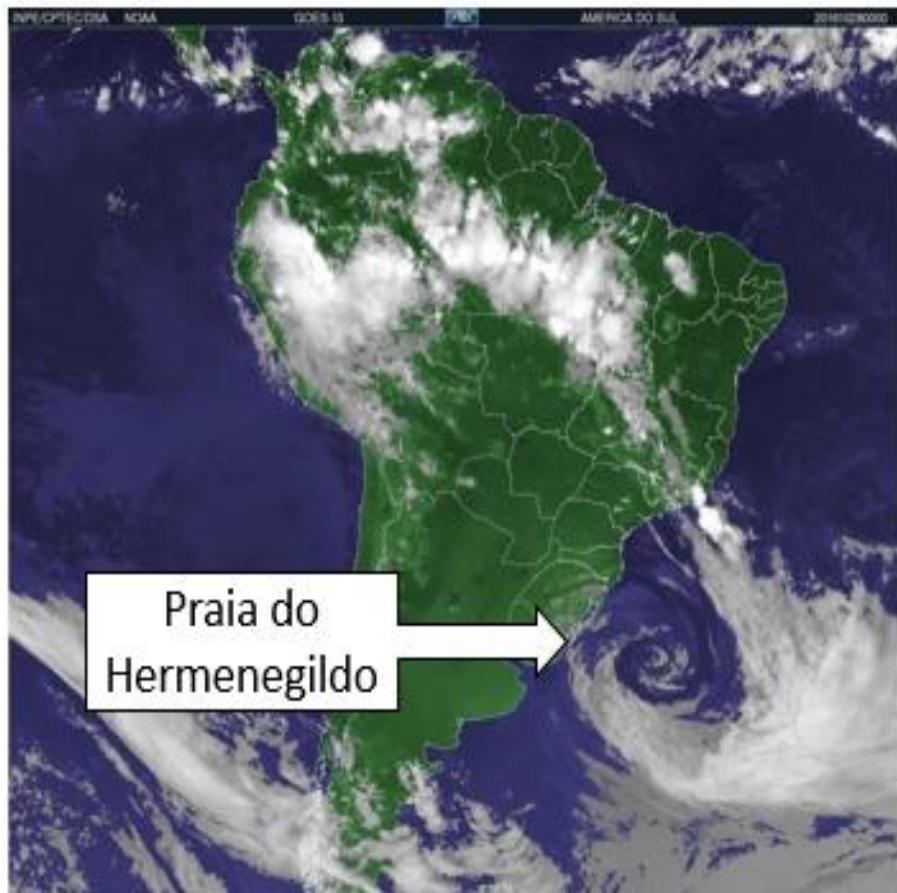


Figura 12 - Imagem do Ciclone Extratropical.

Fonte: Adaptado de INPE

Na análise da carta sinótica de superfície do Centro de Previsão de Tempo e Estudo Climáticos (CPTEC) do dia 28 de Outubro de 2016 às 00:00 horas, o Centro observou um sistema frontal (sistema de massas com características distintas) entre o sul do Amazonas, norte de Roraima, Mato Grosso, sul de Goiás, triângulo Mineiro, sul de Minas Gerais, Rio de Janeiro e Atlântico, adjacente até um centro de baixa pressão (cyclone) de 984 hPa, centrado em torno de 35°S/48°W, muito próximo a região de estudo. Na Figura 13 encontra-se a carta sinótica.

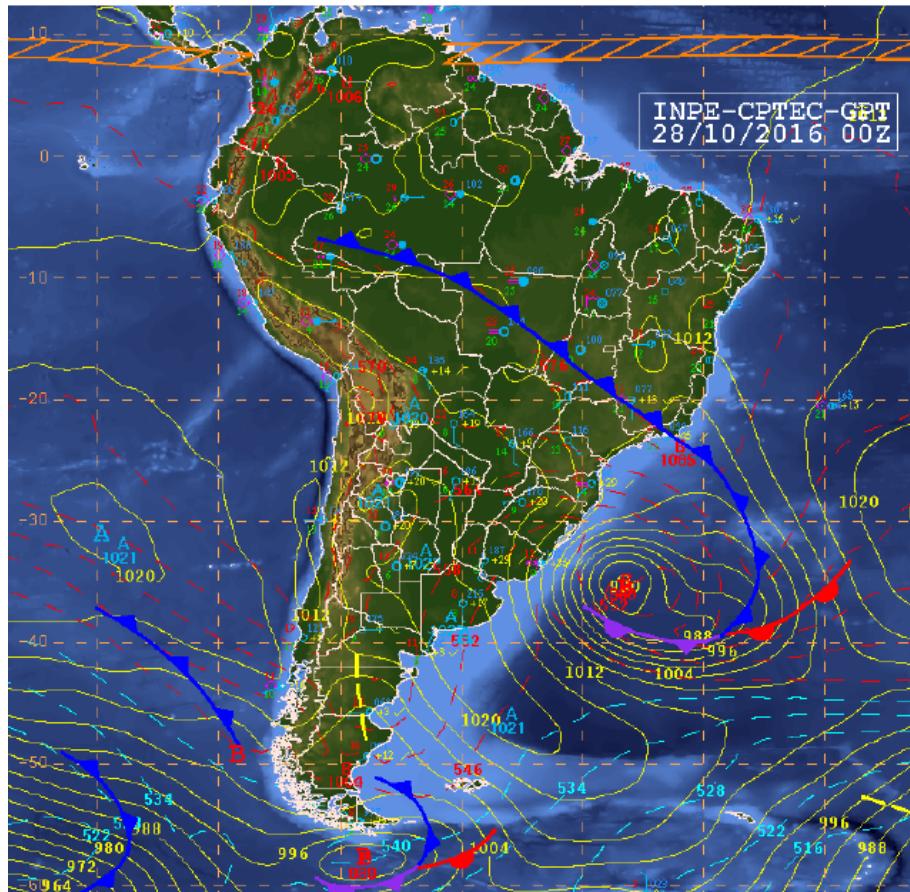


Figura 13 - Carta sinótica 28/10/2016.

Fonte: CPTEC.

Como complemento, foram obtidos dados de variações de temperatura, pressão atmosférica, vento e chuva a cada hora entre os dias 27 e 29 de Outubro de 2016. A Tabela 4 apresenta uma parte destas informações, e a tabela completa encontra-se no Anexo A. Estes dados são referentes à Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática localizada no município de Chuí, que se encontra cerca de 15 quilômetros de distância do local de estudo.

Tabela 4 - Condições do Tempo.

| Data       | Hora  | Temperatura(°C) |      | Pressão (hPa) |        | Vento (m/s) |      |          | Chuva<br>(mm) |
|------------|-------|-----------------|------|---------------|--------|-------------|------|----------|---------------|
|            |       | UTC             | Máx. | Mín.          | Máx.   | Mín.        | Vel. | Dir. (°) |               |
| 27/10/2016 | 16:00 |                 | 13.0 | 12.2          | 997.9  | 997.4       | 14.7 | 231      | 30.9          |
|            | 17:00 |                 | 13.3 | 12.9          | 998.6  | 997.6       | 15.9 | 231      | 28.7          |
|            | 18:00 |                 | 13.6 | 12.9          | 999.8  | 998.4       | 13.7 | 226      | 28.1          |
|            | 19:00 |                 | 12.9 | 12.2          | 1001.0 | 999.7       | 12.4 | 225      | 29.6          |
|            | 20:00 |                 | 12.4 | 11.9          | 1002.6 | 1000.9      | 14.1 | 221      | 25.6          |
|            | 21:00 |                 | 12.1 | 11.8          | 1004.1 | 1002.5      | 13.5 | 217      | 25.8          |
|            | 22:00 |                 | 12.5 | 12.0          | 1005.4 | 1004.1      | 17.9 | 208      | 24.8          |

Fonte: INMET.

Observou-se que a presença de chuva durante o evento foi quase nula. A pressão atmosférica atingiu mínimos de 997,4 hPa no dia 27 entre 15 e 16 horas e em seguida aumentou gradativamente, alcançando 1025,3 no dia 29 entre às 13 e 14 horas, conforme a Figura 14.

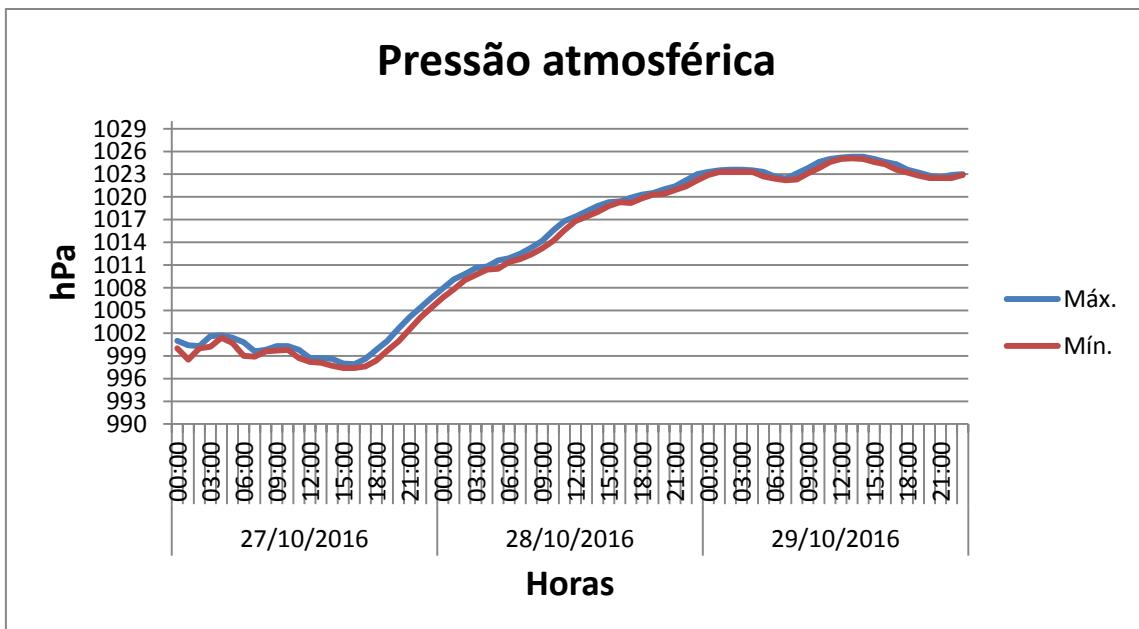


Figura 14 - Variação da pressão atmosférica entre os dias 27 e 29 de Outubro de 2016.  
Fonte: Autora (2017)

O vento atingiu velocidades de até 17,9 metros por segundos, o que corresponde a 64,44 quilômetros por hora às 22 horas do dia 27, com rajadas de até 30,9 metros por segundos às 16 horas do dia 27, em seguida o vento reduz gradativamente durante o dia 28 (Figura 15).

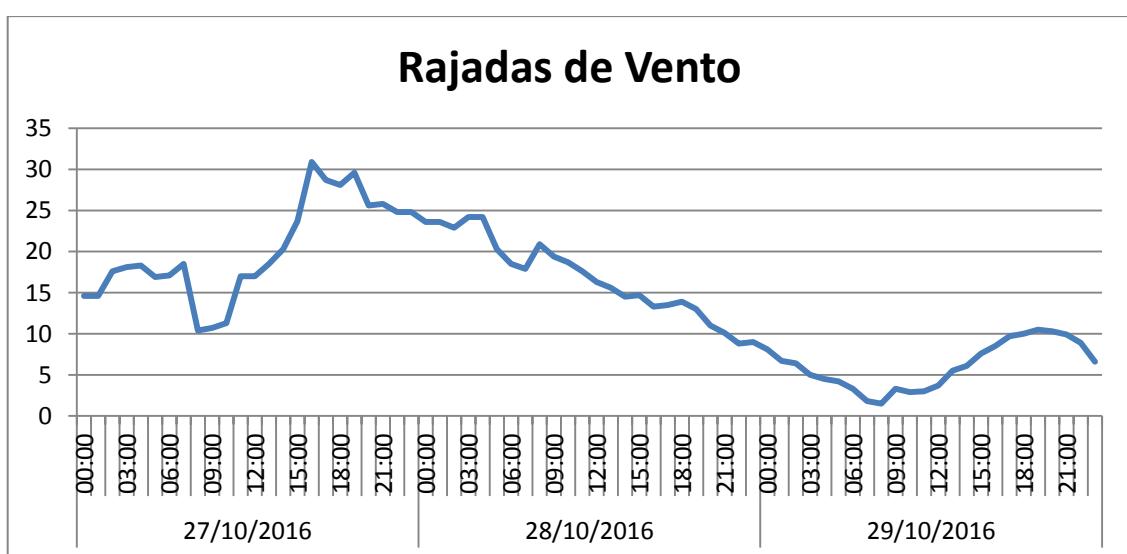


Figura 15 - Rajadas de vento entre os dias 27 e 29 de Outubro de 2016.  
Fonte: Autora (2017).

Analisando ambos os gráficos é possível identificar a ocorrência do ciclone extratropical, visto que se evidencia uma baixa pressão e velocidades altas de vento no dia 27.

#### 4.2.2 Avanço de Linha de costa

Comparando a linha de costa do ano de 2014 com a de 2016 foi verificado, após o desastre, que houve um avanço de até 30 metros, sendo que este avanço ocorreu sobre as estruturas de contenção humanas, causando diversas perdas aos proprietários dos terrenos (Figura 16).

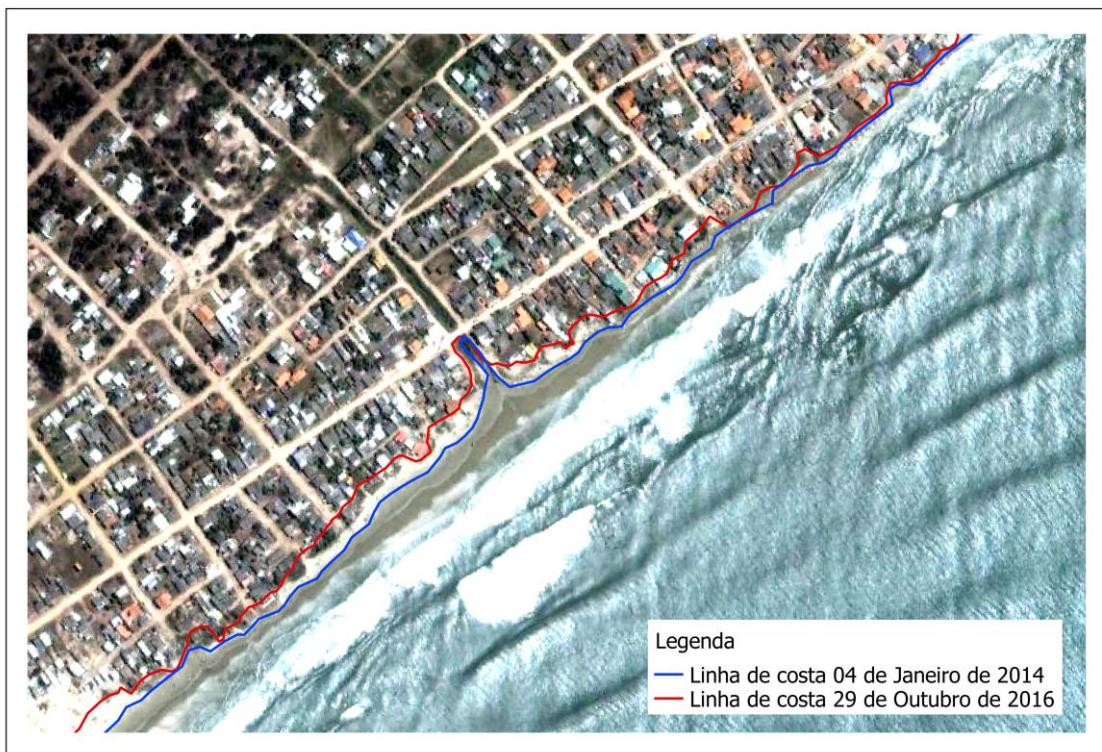


Figura 16 - Linha de costa de 2014 (azul) e 2016 (vermelha).  
Fonte: Autora (2017).

Fora da zona urbanizada o avanço chegou até 50 metros, o que caracteriza a magnitude deste evento e confirma a pressão que o mar vem exercendo sobre as construções (Figura 17).

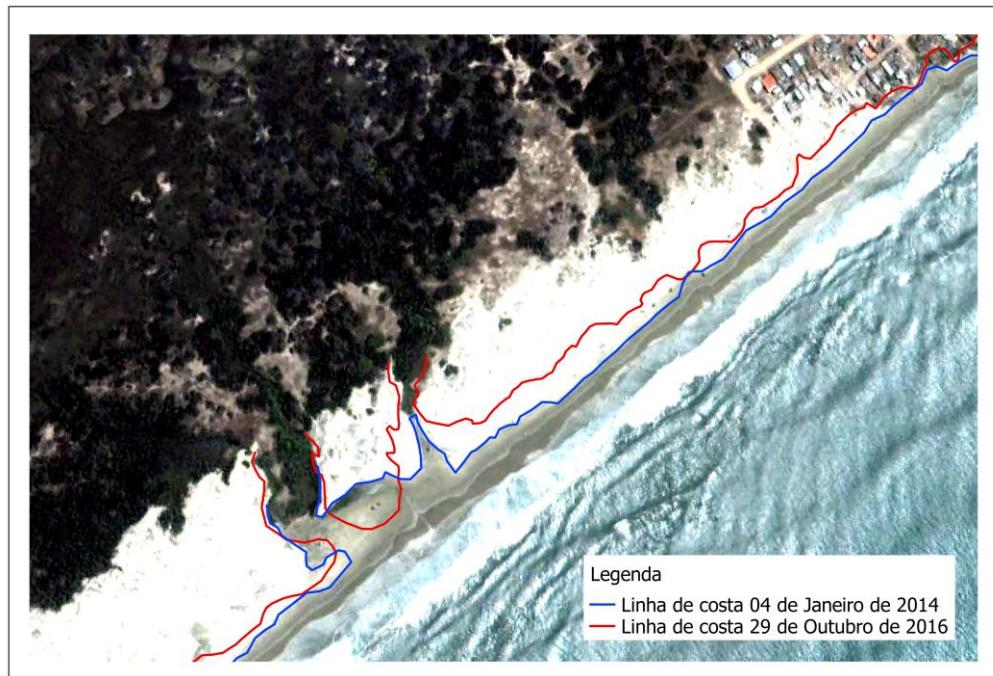


Figura 17 - Linha de costa de 2014 (azul) e 2016 (vermelha).  
Fonte: Autora (2017).

#### 4.2.3 Impactos Econômicos e Ambientais

Para evidenciar os impactos econômicos no local foram realizados registros fotográficos. As fotos foram obtidas no dia 16 de Junho de 2017, cerca de 9 meses após o desastre e o cenário continua sendo de destruição no local. A Figura 18 apresenta os pontos referentes a cada foto.



Figura 18 - Pontos em que foram realizados os registros fotográficos.  
Fonte: Autora (2017)

O ponto 1, além de ser uma atração turística local, visto que encontra-se uma estátua da Sta. Nossa Senhora dos Navegantes, é a principal descida á praia do balneário Hermenegildo. Essa descida se localiza na avenida de entrada do balneário, a qual possui uma praça de lazer cercada por estabelecimentos comerciais. Tal centro representa um local de grande movimentação nas temporadas de verão, além de ser a porta de entrada aos turistas. A Figura 19 apresenta a situação atual do local.



Figura 19 - Ponto 1.  
Fonte: Autora (2017)

A Figura 20 mostra a mudança do Ponto 1 do ano de 2010 a 2016 através de imagens do Google Earth. Em 2010 pode-se visualizar a escadaria que possibilitava o acesso dos veranistas a faixa de areia, já em 2016 percebe-se que no entorno dessa escada há muitos destroços decorrentes do evento de ressaca.



Figura 20 – Ponto 1. A cima o ano de 2010 e abaixo o ano de 2016.  
Fonte: Google Earth.

O Ponto 2 (Figura 21) encontra-se a poucos metros ao sul do Ponto 1, onde verifica-se uma grande quantidade de resíduos sólidos de construção civil decorrentes da destruição, os quais tendem a ser arrastados e enterrados pela força das marés.



Figura 21 - Ponto 2.  
Fonte: Autora (2017).

A Figura 22 apresenta a mudança do Ponto 2 do ano de 2010 a 2016 através de imagens do Google Earth. Nota-se que no local havia uma residência, a qual foi totalmente destruída, como também, houve a perda de grande parte do terreno.



Figura 22 - Ponto 2. A cima o ano de 2010 e abaixo o ano de 2016.  
Fonte: Google Earth.

No Ponto 3 (Figura 23) é possível visualizar a existência de uma estrutura de contenção de pedras, a qual foi ultrapassada pelas ondas. Outro resultado deste evento foi a erosão costeira e, como pode ser visto na imagem, existe uma grande degradação e desestabilização do solo.



Figura 23 - Ponto 3.  
Fonte: Autora (2017).

A Figura 24 apresenta a mudança do Ponto 3 do ano de 2010 a 2016 através de imagens do Google Earth, em que é possível visualizar a grande perda de terreno evidenciando o alcance da água até metade da quadra e a desestabilização desse solo que antes era bem estruturado.



Figura 24 - Ponto 3. A cima o ano de 2016 e abaixo o ano de 2010.  
Fonte: Google Earth.

Estes registros permitem a visualização das perdas na infraestrutura, assim como a degradação ambiental local.

Podemos citar, dentre os impactos econômicos, os danos físicos nas estruturas como também, a redução de veranistas no ano de 2017, os quais representam um significativo apoio à economia de diversos moradores locais e de estabelecimentos que funcionam apenas durante a temporada de verão. Tal cenário deve se estender por alguns anos, visto que ainda se observam na costa da praia destroços e resíduos de construção civil parcialmente enterrados, além de que o aumento do nível do mar tomou conta de grande parte do espaço que era utilizado pelos banhistas. Outro problema é o arraste de resíduos pelo mar, onde são encontrados vidros, ferros, vigas, entre outros materiais nas areias, o que caracteriza um grande perigo as pessoas que usufruem do local.

Desta maneira, além das perdas econômicas são evidenciados impactos ao meio ambiente, como a contaminação do solo e da água por resíduos sólidos de construção civil, desestabilização do solo e consequente arraste de sedimentos pelo mar, como também, perda de habitat e aumento da poluição.

#### **4.2.4 Resposta do município ao desastre**

Como medida preventiva, com intuito de garantir a segurança da população, o município expediu um decreto de interdição preventiva da orla marítima no dia 16 de novembro de 2016 (Anexo B). Neste decreto constava:

- A interdição da orla marítima na área consolidada;
- A proibição do trânsito de pessoas e veículos e demais atividades de recreação;
- Impedia a reocupação das áreas retomadas pela maré;
- A proibição de qualquer intervenção construtiva ou reparatória na orla, inclusive a título de contenção, que importe em deposição de materiais novos e/ou ultrapasse o corte provocado pelo mar no cordão de dunas.

Tal decreto só vigorou até dia 11 de janeiro de 2017, o qual foi emitido a declaração de aprovação ambiental pela Fepam (Fundação Estadual de Proteção Ambiental) de uso da faixa de praia (Anexo C). No entanto, esta Declaração refere-se exclusivamente às estruturas a serem implantadas temporariamente na faixa de praia, ela não especifica à respeito das construções que foram tomadas pelo mar e não apresenta nenhuma medida preventiva, apesar de o local permanecer inseguro.

Desta maneira já são visualizadas tentativas de reconstrução de locais que foram parcialmente destruídos, conforme Figura 25.



Figura 25 - Reconstrução de casa tomada pelo mar.  
Fonte: Autora (2017).

Este tipo de intervenção construtiva representa um grande risco de desabamento, visto que o terreno está desestabilizado, não apresenta nenhum tipo de obra de proteção contra o mar, além da estrutura da casa já estar abalada.

#### 4.2.5 Legislação Vigente

Os principais questionamentos acerca dos desastres ocorridos na praia do Hermenegildo referem-se à legalidade das construções à beira-mar. Desta forma, iremos discutir a respeito das legislações que norteiam este assunto.

Iniciou-se a pesquisa na Lei nº 13.240, de 30 de dezembro de 2015 que trata a respeito da administração, a alienação, a transferência de gestão de imóveis da União e seu uso para a constituição de fundos. No art. 8º, §1º diz que: “Os terrenos de marinha e acrescidos alienados na forma desta Lei não incluirão áreas de preservação permanente”. Desta forma, resta-nos saber se os locais onde se encontram as casas se enquadram como APP's ou terrenos de marinha e se estas casas já estavam consolidadas antes de surgir uma legislação referente a tais áreas.

Como já foi comentado à respeito de APP's em zonas costeiras, sabe-se que apenas são consideradas áreas de preservação permanente em ambientes litorâneos os quais possuem o ecossistema de restinga.

A Figura 26 corresponde a uma foto da praia do Hermenegildo ao norte da zona urbana, a qual comprova a existência de restinga, visto que é possível observar vegetação com características mistas, espalhadas na forma de mosaico, em solo arenoso e com influência marítima.



Figura 26 – Vegetação de restinga da praia do Hermenegildo.  
Fonte: Autora (2017).

Desta maneira, buscou-se a origem histórica do conceito de APP, este surgiu legalmente no Brasil pela Lei nº. 4.771 que instituiu o Código Florestal, em 16 de setembro de 1965, o qual já considera as restingas como APP (RIBEIRO, 2011).

Portanto, como já foi comentado, a intensificação da urbanização do balneário Hermenegildo se deu a partir de 1970, o que representa que todas estas residências consolidadas após o ano de 1965 se fizeram de forma irregular.

No entanto, o Art. 16 da Lei nº 13.240 diz que:

“A Secretaria do Patrimônio da União poderá reconhecer a utilização de terrenos da União por terceiros em áreas de preservação ambiental ou necessárias à preservação dos ecossistemas naturais, inclusive em Área de Preservação Permanente – APP, inscrevendo-os em regime de ocupação, devendo ser comprovado perante o órgão ambiental competente que a utilização não concorre nem tenha concorrido para comprometimento da integridade dessas áreas”.

Desta forma, caso estas residências tenham comprovado que manterão a integridade destas áreas é emitida uma liberação para utilização dos terrenos da união.

Outro instrumento de proteção do ambiente praial é a Lei Federal nº 7.661 de 16 de Maio de 1988, que Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. Este plano prevê no Art.3º o zoneamento de usos e atividades na Zona Costeira e dá prioridade à conservação e proteção dos seguintes bens:

- I - recursos naturais, renováveis e não renováveis; recifes, parcéis e bancos de algas; ilhas costeiras e oceânicas; sistemas fluviais, estuarinos e lagunares, baías e enseadas; praias; promontórios, costões e grutas marinhas; restingas e dunas; florestas litorâneas, manguezais e pradarias submersas;
- II - sítios ecológicos de relevância cultural e demais unidades naturais de preservação permanente;
- III - monumentos que integrem o patrimônio natural, histórico, paleontológico, espeleológico, arqueológico, étnico, cultural e paisagístico.

No entanto esta lei não tem caráter obrigatório no que diz respeito aos Estados e Municípios, ou seja, cabe ao Estado ou Município instituir um Plano Estadual ou Municipal de Gerenciamento Costeiro.

O Decreto Federal nº 5.300 de 7 de Dezembro de 2004, regulamenta esta Lei, dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão da orla marítima, e dá outras providências. A partir deste decreto é possível enquadrar a área de estudo, segundo aspectos físicos e processos de uso e ocupação do solo como área exposta em processo de urbanização, que segundo decreto é :

“Um ambiente sujeito à alta energia de ondas, ventos e correntes, com baixo a médio adensamento de construções e população residente, com indícios de ocupação recente, paisagens parcialmente modificadas pela atividade humana e médio potencial de poluição”.

Desta forma, esta classe prevê estratégia de ação de controle relativa às formas de uso e ocupação do solo pressupondo a adoção de ações para usos sustentáveis e manutenção da qualidade ambiental.

Verificou-se a existência de um Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro para o estado do Rio Grande do Sul, coordenado pela Fepam que visa adoção de uma gestão costeira apoiada em instrumentos de planejamento e gerenciamento como o zoneamento ecológico-econômico (ZEE), um sistema de informações, planos de ação e gestão, monitoramento, licenciamento e fiscalização.

Com base nestes tópicos, considerando a situação atual do balneário Hermenegildo, é de grande importância que os instrumentos legais dêem suporte à população local, de maneira que exijam do poder público, ações de controle do uso e ocupação do solo, além de priorizar a conservação e proteção dos ecossistemas.

A existência de leis mais exigentes, com real aplicação e intensa fiscalização, principalmente em ambientes fragilizados, garantiria o correto gerenciamento e manutenção destes locais e desta forma, a segurança da população e dos seus bens.

#### **4.3 Intensificação do processo de Erosão Costeira no balneário**

Após esta análise dos últimos episódios que ocorreram na região é inevitável falar sobre a intensificação do processo de erosão costeira. A tese de Albuquerque (2013) irá nos auxiliar na abordagem deste assunto, visto que trata-se de uma análise espaço-temporal das causas da variabilidade da linha de costa e erosão na praia do Hermenegildo. Esta tese consta com uma predição da linha de costa da praia do Hermenegildo para os anos de 2022, 2032 e 2100, obtidas através de imagens de satélites, fotografia aéreas e dados GPS RTK coletados *in situ*.

Albuquerque (2013) realizou uma análise estatística pelo método dos mínimos quadrados a partir de dados de erosão entre os anos de 1947 e 2012, tendo como resultado o avanço de linha de costa conforme a Figura 27.

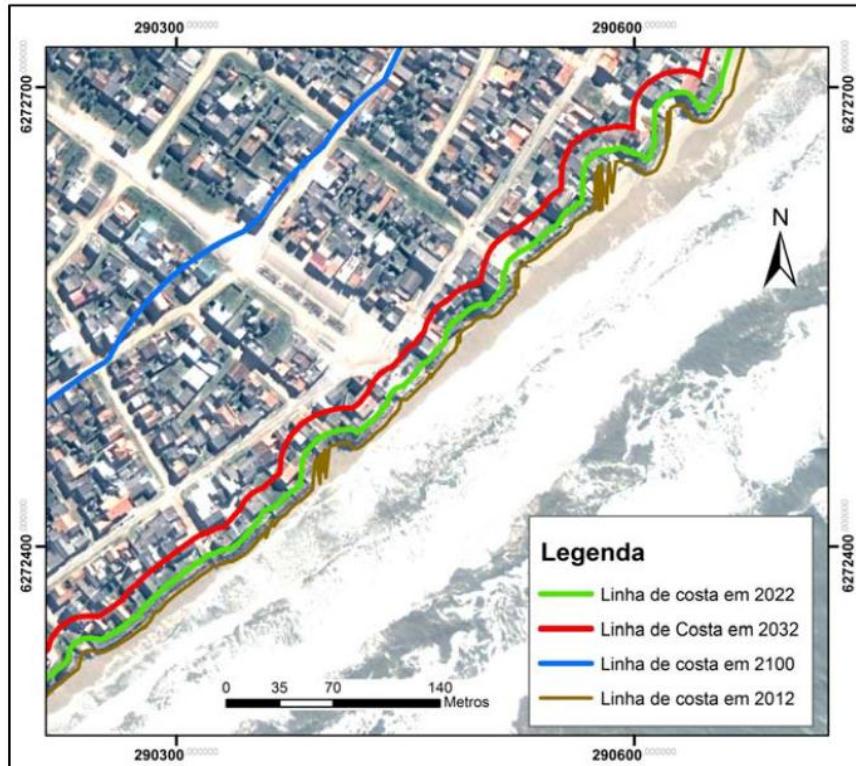


Figura 27 - Predição de linha de costa.  
Fonte: Albuquerque (2013).

Desta forma, é possível visualizar que para o ano 2022 já era esperado que parte das casas sejam tomadas pelo mar. No entanto, com a análise da linha de costa do ano de 2016 após o evento de ressaca, nota-se que o mar já avançou tanto quanto se era previsto para 2022, caracterizando a intensificação deste processo. Vale ressaltar que o trabalho de Albuquerque foi desenvolvido em 2013 e apenas 4 anos após sua pesquisa os resultados já foram muito agravados.

Outro assunto que cabe a este tópico é a relação entre as mudanças climáticas globais e a magnitude dos desastres naturais associados a episódios de ressaca marítima. Sabe-se que o mundo vem evidenciando um aumento do nível do mar que está relacionado, em diversos casos, ao degelo das calotas polares em razão do aquecimento global (FARIAS, 2008). A intensificação dos desastres naturais em zonas litorâneas não está, necessariamente, relacionada à força dos ciclones extratropicais, mas sim ao aumento do nível do mar que resulta em uma progressão da linha de costa. Desta forma, quando ocorrem os eventos extremos, em que se evidencia um avanço de linha de costa em grande escala temporal, aliado ao aumento do nível do mar, as ondas tendem a atingir as estruturas humanas, resultando em perdas econômicas.

No entanto, há relatos de que a magnitude das tempestades tropicais esteja aumentando em razão do aquecimento global e das mudanças de temperaturas médias da superfície do mar.

A Figura 28 apresenta as anomalias de temperatura na praia do Hermenegildo para os meses de outubro desde o ano de 1880. Uma anomalia positiva indica que a temperatura observada foi mais quente do que o valor de referência, enquanto uma anomalia negativa indica que a temperatura observada foi mais fria do que o valor de referência.

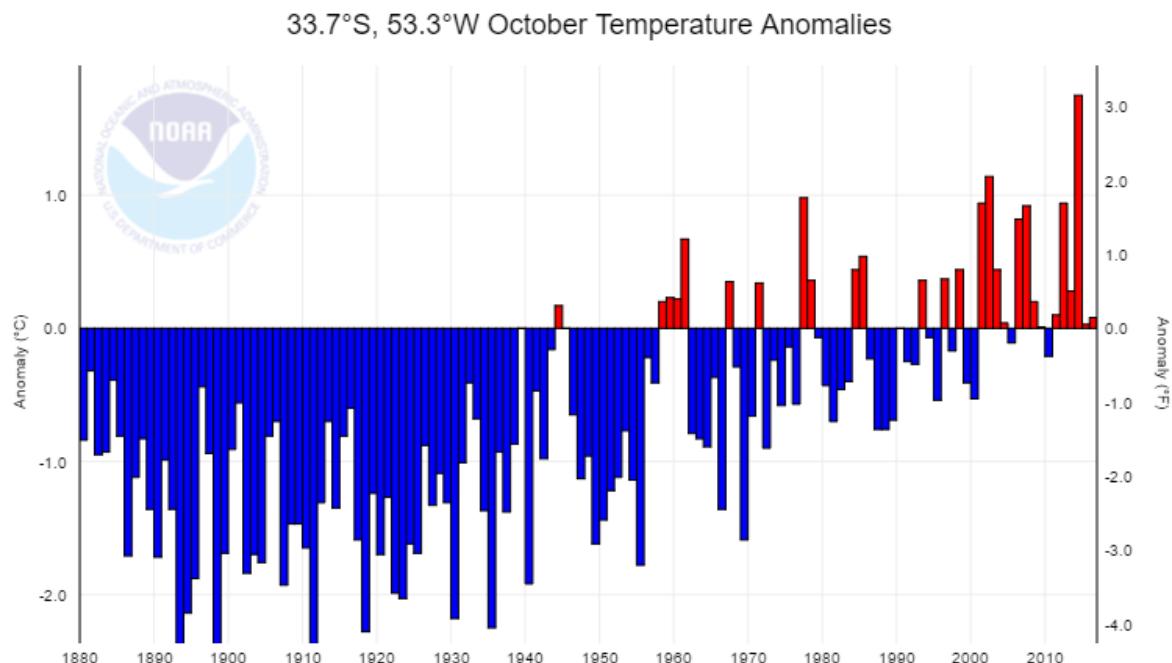


Figura 28- Anomalias de Temperatura para os meses de Outubro desde 1880.  
Fonte: National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)

As anomalias positivas de temperatura representam um cenário de aquecimento global. Esta energia térmica que está aprisionada na atmosfera terrestre converte-se em energia eólica e aumento da temperatura das águas, ela representa uma energia adicional armazenada pelo planeta, a qual se transmite na forma de ondas e evaporação e consequente ressacas, tempestades e aumento do nível dos oceanos. Desta forma, o aumento de energia adicional proporciona ressacas mais severas e intensificação de ciclones e furacões, de forma a atingir regiões inesperadas (ZEE, 2010).

É possível visualizar que a partir de 1960 evidenciaram-se anomalias positivas, dando destaque ao ano de 2014, em que a temperatura chegou a aumentar 1.75°C, podendo ser associado aos últimos eventos ocorridos na região.

De acordo com Zee (2010), o aumento da temperatura das águas proporciona a intensificação do processo de evaporação, consequentemente mais chuvas e tempestades e aumento da formação de ventos, furacões ou ciclones. Essa energia proveniente da movimentação do ar atmosférico é transferida para o mar sob forma de ondas de ressacas. Tais ondas chocam-se no litoral ocasionando o transporte de sedimento e consequente problema erosivo. Este processo associado à elevação do nível das águas causam impactos catastróficos em áreas costeiras urbanizadas.

#### **4.4 Situação da Defesa Civil do Município de Santa Vitória do Palmar**

Através de uma pesquisa da situação da Defesa Civil do Município de Santa Vitória do Palmar descobriu-se que o município não possui:

- Plano de contingência ou redução de riscos a desastres;
- Mapeamento de áreas de risco;
- Nenhuma ação ou programa de prevenção de risco a desastres;
- Estrutura para resposta aos desastres.

Tal cenário caracteriza o despreparo do Poder Público frente a situações de perigo da população.

Este fato pode estar relacionado à frequência que os eventos ocorrem, visto que historicamente o município sofre, principalmente, por eventos de estiagem. No caso dos desastres em razão de ressacas marítimas, o intervalo entre um evento e outro é muito grande, desta forma a população se esquece do ocorrido e não cobra das autoridades responsáveis medidas necessárias ao controle e prevenção de tais calamidades.

No entanto, Raschky (2008) lembra que países com melhores instituições apresentam menos vítimas e menores perdas econômicas por desastres naturais. Nesse contexto, investir em desenvolvimento de uma defesa civil municipal tende a diminuir perdas econômicas dentro do município e minimização de perdas humanas.

#### 4.5 Estratégias para Redução dos Desastres

A partir de tudo que foi estudado é inquestionável a necessidade de adoção de estratégias para redução dos desastres.

Podemos citar como umas dessas estratégias o Quadro de Ação de Hyogo, formulado com base em ações globais com a finalidade de resposta dos impactos a nível nacional. É um conjunto de cinco prioridades relacionadas a um conjunto de atividades essenciais (RODRIGUES, 2010).

A Tabela 5 cita cada prioridade associada a uma atividade essencial conforme proposto no Quadro de Ação de Hyogo.

Tabela 5 - O Quadro de Ação de Hyogo.

| Prioridade  | Atividades Essenciais   |
|---|---|
| 1 <sup>a</sup> : Garantir que a redução de riscos de desastres seja uma prioridade nacional através de um mecanismo institucional designado por Plataforma Nacional para a Redução de Risco de Desastres. | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quadro institucional e legislativo nacional (implementação da Plataforma Nacional para a redução de risco de desastres);</li> <li>- Recursos.</li> </ul>   |
| 2 <sup>a</sup> : Identificar, avaliar, monitorizar os riscos de desastres e melhorar os avisos a tempo.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Avaliação dos riscos a nível nacional e local;</li> <li>- Avisos a tempo.</li> </ul>   |
| 3 <sup>a</sup> : Construir uma cultura de segurança e de resiliência, através do conhecimento, da inovação e da educação.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gestão e partilha de informação;</li> <li>- Educação e formação;</li> <li>- Pesquisa;</li> <li>- Sensibilização do público.</li> </ul>   |
| 4 <sup>a</sup> : Reduzir os fatores de risco subjacentes.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- A gestão ambiental e os recursos naturais;</li> <li>- As boas práticas em matéria de desenvolvimento social e econômico;</li> <li>- O desenvolvimento do território e a adoção de medidas técnicas adequadas.</li> </ul> |
| 5 <sup>a</sup> : Reforçar as estratégias de preparação face aos desastres   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reforçar capacidades de gestão em situação de desastre;</li> <li>- Apoiar o diálogo interinstitucional;</li> <li>- Fundo de calamidades/desastres.</li> </ul>  |

Fonte: Rodrigues (2010).

A implementação do Quadro de Ação de Hyogo permite uma redução da vulnerabilidade da sociedade, visto que prioriza o monitoramento e identificação dos riscos a partir de pesquisas científicas, as quais proporcionam um maior conhecimento dos impactos sociais, econômicos e ambientais e, consequentemente, a facilitação da elaboração de mecanismos de respostas e prevenção. Além de conscientizar a população de sua vulnerabilidade através da informação, de forma a torná-los agentes ativos do processo de prevenção a desastres.

Outro fator importante citado é a redução dos riscos, os quais podem ser realizados através do correto desenvolvimento territorial, evitando ocupações irregulares próximas a encostas ou leitos de rios. No caso do ambiente costeiro, garantir que as dunas possam exercer suas funções ambientais como estabilização da linha de costa e constituírem uma barreira natural contra as ressacas do mar.

Referente às estratégias de preparação face aos desastres é essencial que o Poder Público e a população estejam dotados de conhecimentos e capacidades para reagir de forma eficaz ao desastre. Podemos mencionar algumas medidas como: planos de emergência, estoque de material e de alimentos, serviços de urgência, comunicação, mecanismos de gestão e de coordenação de informação, capacitação de pessoal e a educação do público (RODRIGUES, 2010).

Desta forma, um Plano Municipal de Gerenciamento Costeiro para o município de Santa Vitória do Palmar traria uma série de benefícios à população. Tendo em vista as mudanças climáticas globais que podem interferir na intensificação de tempestades e ciclones, o município deve assegurar a inclusão de estratégias de adaptação nos planos de desenvolvimento, através de avaliações regulares de vulnerabilidade, monitorar os efeitos das mudanças climáticas, analisar a capacidade de adaptação da população.

Dentre as estratégias a se adotar sugere-se a implantação de leis municipais exigindo a utilização de dispositivos de contenção e proteção contra o mar nas residências à beira da praia, além de taxas para proteção ambiental visando à recuperação de áreas já degradadas e controle sobre o uso do solo de acordo com o crescimento populacional.

O desenvolvimento dessas estratégias pode ser baseado em exemplos funcionais globais de países com histórico de catástrofes costeiras, como por exemplo, os Estados Unidos, o qual possui manuais de normatização em construção costeira que visam orientar em práticas de concepção e construções em áreas de riscos e afetadas por processos costeiros, possibilitando que essas sejam sólidas e tenham maiores chances de permanecerem intactas e funcionais por períodos de décadas, mesmo sendo atingidas por eventos de inundação e vento.

No Anexo D encontra-se um exemplo de manual com Princípios, Práticas de Planejamento, Localização, Design, e construção de edifícios residenciais em áreas costeiras.

## 5. CONCLUSÃO

Analisar dados de variação de linha de costa é de extrema importância no gerenciamento costeiro e, neste trabalho foi possível verificar o seu significativo avanço em curto prazo no balneário do Hermenegildo, o qual atingiu máximos de 50 metros após o evento de ressaca no ano de 2016. Embora tenha sido verificado também, um retrocesso entre os anos de 2005 e 2009 variando de 10 a 40 metros.

No entanto, para obtenção de dados mais apurados e com menores erros associados à resolução espacial das imagens se faz necessário um estudo com levantamento de dados a campo como complemento, tomando-se o devido cuidado de realizar o levantamento na mesma época do ano e no horário que ocorre a maré de sizígia através de GPS de alta precisão com desvio padrão inferior a 10 centímetros.

Outro fator que auxilia o gerenciamento costeiro é o conhecimento dos fenômenos que ocorreram na área, seu estudo propicia o entendimento das razões pelo qual o evento ocorreu e, assim permite o planejamento de estratégias de redução dos desastres. Este trabalho permitiu a identificação do evento de ciclone extratropical que ocorreu na praia do Hermenegildo, o qual não apresentou chuva, a pressão atmosférica atingiu mínimos de 997,4 hPa e o vento alcançou velocidades de até 17,9 metros por segundos.

Desta forma, o avanço de linha de costa em grande escala temporal, já evidenciado, associado à ocorrência de eventos extremos vem aumentando a frequência dos desastres naturais. Com o propósito de evitar perdas econômicas, é necessária a implantação de medidas preventivas nestes locais mais sujeitos a desastres, assim como permite a redução dos gastos com medidas de respostas.

Com isso, verificou-se que o município de Santa Vitória do Palmar não está preparado para tais eventos, visto que não apresenta nenhum instrumento de resposta ou órgão específico com profissionais capacitados.

Além do despreparo do município frente ao desastre, nota-se que a sociedade não cobra de seus representantes a devida atenção a este assunto e que mesmo existindo leis direcionadas ao gerenciamento costeiro sua aplicação é falha, visto que apontam a importância da conservação e preservação do ambiente litorâneo, no entanto deixam o poder de escolha para os responsáveis públicos à respeito da adoção de estratégias de gerenciamento.

A par da situação de desamparo da população, evidenciou-se, também, a intensificação do processo de erosão, em razão do avanço de linha de costa somado a eventos de tempestades e ressacas marítimas, caracterizando um grande risco de maiores perdas econômicas em um futuro próximo no balneário do Hermenegildo.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Miguel da Guia. **Análise Espaço-Temporal das causas da Variabilidade da Linha de Costa e erosão na praia do Hermenegildo, RS.** 2013. 127f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Porto Alegre, 2013.

AMARO, Venerando E.; SANTOS, Marcelo ST; SOUTO, Michael VS. **Geotecnologias aplicadas ao monitoramento costeiro: Sensoriamento remoto e Geodésia de precisão.** Natal: Edition by authors, 2012.

ASHTON, A. J. P.; DONNELLY e EVANS, R.L. **Mitigation and adaptation strategies for global change.** [S.I.]: Springer, v. 13, n. 7, p. 719-743. 2008.

AZAMBUJA, Péricles. **História das terras e mares do Chuí.** Universidade de Caxias do Sul, 1978.

**Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa.** Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>> Acesso em: 15 mai. 2017.

BERTUCINI, Junior Jacomo et al. **Registro de série de Imagens Ladsat usando correlação e análise de relação espacial.** Boletim de Ciências Geodésicas, Curitiba, v. 22, n. 4, 2017.

BRASIL. Decreto nº 5.300, de 7 de Dezembro de 2004. Regulamenta a Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro - PNGC, dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão da orla marítima, e dá outras providências. **Diário Oficial [da Republica Federativa do Brasil],** Brasília, DF.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Novo Código Florestal. **Diário Oficial [da Republica Federativa do Brasil],** Brasília, DF.

BRASIL. Lei nº 13.240, de 30 de dezembro de 2015. Dispõe sobre a administração, a alienação, a transferência de gestão de imóveis da União e seu uso para a constituição de fundos. **Diário Oficial [da Republica Federativa do Brasil],** Brasília, DF.

BRASIL. Lei nº 7.661, de 16 de Maio de 1988. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. **Diário Oficial [da Republica Federativa do Brasil]**, Brasília, DF.

BRASIL. Lei nº. 4.771, de 16 de setembro de 1965. Novo Código Florestal (Revogado). **Diário Oficial [da Republica Federativa do Brasil]**, Brasília, DF.

BROWN, Alee; MCLACHLAN, Anton. **Ecology of sandy shores**. New York: Elsevier Science Publishers B.V.,1990. 327p.

CALLIARI, Lauro et al. **Erosão e progradação no litoral brasileiro: Rio Grande do Sul**. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente dos Recursos Renováveis: MMA, 2006.

**Carta Sinótica.** Centro de Previsão de Tempo e Estudo Climáticos. Disponível em: [http://tempo1.cptec.inpe.br/bol\\_tecnico.shtml](http://tempo1.cptec.inpe.br/bol_tecnico.shtml)

CHU, Z. X. et al. **Changing pattern of accretion/erosion of the modern Yellow River (Huanghe) subaerial delta, China: Based on remote sensing images**. [S.l.]: Marine Geology, v. 227, n. 1, p. 13-30, 2006.

**Climate at a Glance.** National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Disponível em: <[https://www.ncdc.noaa.gov/cag/time-series/global/-33.5,-53.5/land\\_ocean/1/10/1880-2017](https://www.ncdc.noaa.gov/cag/time-series/global/-33.5,-53.5/land_ocean/1/10/1880-2017)> Acesso em: 03 jun. 2017.

**Com cem casas danificadas, cenário é de desolação no Hermenegildo.** Zero Hora, Out. 2016. Disponível em: <<http://zh.clicrbs.com.br/rs/noticias/noticia/2016/10/com-cem-casas-danificadas-cenario-e-de-desolacao-no-hermenegildo-8060133.html>>. Acesso em: 25 mai. 2017.

**Como a lua influencia a maré?** Igui Ecologia, Jul. 2016. Disponível em: <<http://www.iguiecologia.com/como-lua-influencia-mare/>> Acesso em: 15 mai. 2017.

CROWELL, Mark; LEATHERMAN, Stephen P.; BUCKLEY, Michael K. **Historical shoreline change: error analysis and mapping accuracy**. Journal of coastal research, v. 7, n. 3,p. 839-852, 1991.

CUNHA, Eugenio Marco Soares. **Evolución actual del litoral de Natal-RN (Brasil) y sus aplicaciones a la gestión integrada/Evolução atual do litoral de Natal-RN**

**(Brasil) e suas aplicações a gestão integrada.** 2004. 132f. Tese (Doutorado em Ciências dos Mar) – Universidade de Barcelona, Barcelona, 2004.

DAVIES, John Lloyd. **Geographical variation in coastal development.** Londres: Longman Publishing Group, 212 p.1980.

**Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais.** Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <<http://satelite.cptec.inpe.br/home/index.jsp>> Acesso em: 10 jul. 2017.

ESTEVES, L. S. et al. **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, [s.n.], 1999.

ESTEVES, Luciana Slomp et al. **Beachfront owners perception of erosion along an armored shoreline in southern Brazil.** Pesquisas em Geociências, Porto Alegre, v. 27, p. 97-109, 2000.

FARIAS, Eduardo Guilherme Gentil. **Aplicação de Técnicas de Geoprocessamento para a Análise da evolução da linha de costa em ambientes litorâneos do estado do Ceará.** Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) – Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciência do Mar, Fortaleza, 2008.

FARIAS, Eduardo Guilherme Gentil; MAIA, Luís Parente. **Aplicação de técnicas de geoprocessamento para a análise da evolução da linha de costa em ambientes litorâneos do estado do Ceará.** In: Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, p. 4585-4592, abr. 2009.

FIGUEIREDO, Divino. **Conceitos Básicos de Sensoriamento Remoto.** [S.I], 2005 Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/conabweb/download/SIGABRASIL/manuais/conceitos\\_sm.pdf](http://www.conab.gov.br/conabweb/download/SIGABRASIL/manuais/conceitos_sm.pdf)> Acesso em: 16 jul. 2017.

FRANCO, A. S. **Tides, fundamentals, analysis and prediction.** Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica. São Paulo, 1997.

GIBEAUT, James C. et al. **Changes in gulf shoreline position, Mustang, and North Padre Islands, Texas: a report of the Texas Coastal Coordination Council**

**pursuant to National Oceanic and Atmospheric Administration.** Texas: Bureau of Economic Geology, The University of Texas. p. 30, 2001.

GONÇALVES, Rodrigo Mikosz et al. **Monitoramento Geodésico da Linha de Costa com o emprego do GNSS.** In: III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2010, Recife - PE, Anais... Recife: [s.n.], 2010, P. 01-05.

GONÇALVES, Rodrigo Mikosz. **Modelagem de tendência a curto-prazo da linha de costa através de dados geodésicos temporais utilizando regressão linear, estimativa robusta e redes neurais artificiais.** 2010. 152 f. Tese (Doutorado em Ciências Geodésicas) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências da Terra, Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Curitiba, 2010.

GOULDBY, Ben et al. **Language of risk-project definitions.** [S.I.]: Floodsite project report, 2005.

GRUBER, Nelson Luiz Sambaqui; BARBOSA, Eduardo Guimarães; NICOLODI, João Luiz. **Geografia dos sistemas costeiros e oceanográficos: subsídios para gestão integrada da zona costeira.** Porto Alegre: GRAVEL, 2003. p.81-89. ISSN 1678-5975.

GUERRA, Antonio José Teixeira. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos.** Rio de Janeiro: Bertrand, 3.ed. 1998.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. **Censo 2010.** Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/>> Acesso em: 11 jul. 2017.

IPCC. **Report of the Joint IPCC WG II & III Expert meeting on the integration of Adaptation, Mitigation and Sustainable Development into the 4th IPCC Assessment Report.** St Denis, Reunion Island, France. February 16 -18, 2005

KOBIYAMA, Masato et al. **Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos.** Curitiba: Organic Trading, 2006.

KOERNER, K. F. **Variação espaço-temporal em médio e curto termo da orla do balneário do Hermenegildo, RS.** 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanologia) - Universidade Federal de Rio Grande, Rio Grande, RS, Brasil, 2009.

LIMA, Obéde Pereira de et al. **Localização geodésica da linha da preamar média de 1831-LPM/1831, com vistas à demarcação dos terrenos de marinha e seus**

**acrescidos.** 2002. 270f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2002.

**LIMA, Renan Silva de.** **Vulnerabilidade da linha de costa a eventos de alta energia na Praia da Caponga-Cascavel, Ceará.** 2012. 94 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais) - Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, Fortaleza, 2012.

**MACHADO, Arthur Antônio et al.** **Historical assessment of extreme coastal sea state conditions in southern Brazil and their relation to erosion episodes.** Rio Grande (RS): Pan- American Journal of Aquatic Sciences, p. 105-114. 2010.

**MADRUGA FILHO, Diniz et al.** **Aspectos geoambientais entre as praias do Paiva e Gaibú, Município do Cabo de Santo Agostinho (Litoral sul de Pernambuco).** 2004. 272f. Tese (Pós- Graduação em Geociências) – Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2004.

**MAGALHÃES, S. H. O.** **Caracterização morfodinâmica e evolução a médio e curto prazo das praias dos municípios de São Gonçalo do Amarante e Caucaia-CE.** 2000. 123f. Dissertação (Mestrado em Sedimentologia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2000.

**MAIA. Projeto Nordeste – Definição e Quantificação dos Processos Costeiros no Litoral do Estado do Ceará: Implicações para a Gestão Adequada da Zona Litorânea.** [S.I.]: [s.n.], 2005.

**MESQUITA, Afranio Rubens.** **Marés, circulação e nível do mar na Costa Sudeste do Brasil.** Documento preparado para a Fundação de Estudos e Pesquisas Aquáticas – FUNDESPA, pelo Laboratório de Marés – MAPTOLAB, do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

**MUSSI, Carolina Schmanech.** **Avaliação da sensibilidade ambiental costeira e de risco à elevação média dos oceanos e incidência de ondas de tempestades: um estudo de caso para a Ilha de Santa Catarina, SC.** 2011. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) - Universidade do Vale do Itajaí, Santa Catarina, 2011.

**NICOLODI, João Luiz (Coord).** **Documento síntese do I Simpósio Nacional sobre Erosão Costeira.** Brasília: [s.n.], 2008, 25p.

OLIVEIRA, José E. Abreu **Aforamento e Cessão dos Terrenos de Marinha.** Fortaleza: Ed. Imprensa Universitária do Ceará, 1966.

OLIVEIRA, Sérgio Manuel Cruz. **Evolução recente da linha de costa no troço costeiro Forte Novo – Garrão (Algarve).** 2005. 136 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Engenharia da Terra) – Universidade de Lisboa, Lisboa, 2005.

OLIVEIRA, Tácio Rodrigues Batista. **Para que servem os terrenos de marinha? Uma análise geoespacial sobre a função sócio-ambiental de terras públicas da união no litoral norte de Maceió, Alagoas.** 2008. 173f. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação) – Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, Recife, 2008.

PEIXOTO FILHO, Getúlio Ezequiel da Costa et al. **Anuário brasileiro de desastres naturais: 2011.** Brasília: CENAD, 2011. p.80.

PILKEY JR, Orrin H.; THIELER, E. Robert. **Erosion of the United States shoreline. Quaternary Coast of the United States: Marine and Lacustrine Systems, SEPM Special Publication, n. 48, 1992.** 7p.

PINHEIRO, Mônica Virna Aguiar et al. **Dunas Móveis. Área de Preservação Permanente?** Sociedade e Natureza, Uberlândia, v. 25, n. 3, p. 595-607, set/dez. 2013.

PINHEIRO, Mônica Virna de Aguiar; MOURA-FÉ, Marcelo Martins; FREITAS, Eduardo Marcelo de Negreiros. **Os ecossistemas Dunares e a Legislação Ambiental Brasileira.** [S.I.]: Geo UERJ, v. 2, n. 24, 2013.

RASCHKY, Paul A. **Institutions and the losses from natural disasters.** Innsbruck, Austria: Natural Hazards and Earth System Sciences, v. 8, n. 4, p. 627-634, 2008.

RIBEIRO, Glaucus Vinicius Biasetto. **A origem histórica do conceito de Área de Preservação Permanente no Brasil.** Revista Thema, v. 8, n. 1, 2011.

RODRIGUES, Teresa. **A estratégia internacional de redução de desastres.** Revista da associação portuguesa de Riscos, prevenção e Segurança, Coimbra, p.223 – 227. 2010.

SAULE JUNIOR, Nelson (Coord.) et al. **Manual de regularização fundiária em terras da União.** São Paulo: Instituto Polis; Brasília: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2006. 120 p.

SAUSEN, Tânia. **Sensoriamento Remoto: Tópicos em Meio Ambiente e Ciências Atmosféricas**. Aula de Sensoriamento Remoto - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). São José dos Campos - São Paulo, 2005.

SILVA, Cristiano da. Análise **da evolução da ocupação urbana na faixa oceânica do município de Santa Vitória do Palmar/RS: balneários do Hermenegildo e da Barra do Chuí**. Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Porto Alegre, BR-RS, 2017.

SILVA, Gleice Pereira; GONÇALVES, Rodrigo Mikosz; TANAJURA, Elmo Leonardo Xavier. **Levantamento Geodésico GNSS-RTK para o Mapeamento de Linha de Costa**. In: IV Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2012, Recife-PE. Anais... Recife: [s.n.], 2012, p. 01-09.

SILVA, Iracema Reimão et al. **Potencial de Danos Econômicos Face à Erosão Costeira, Relativo às Praias da Costa do Descobrimento - Litoral Sul do Estado da Bahia**. In: X Congresso Brasileiro da ABEQUA. Anais... Guarapari, 2005.

SOUZA, Celia Regina de Gouveia; LUNA, Graciele da Costa. **Taxas de retrogradação e balanço sedimentar em praias sob risco muito alto de erosão no município de Ubatuba (Litoral Norte de São Paulo)**. São Paulo: Quaternary and Environmental Geosciences, v. 1, n. 1, 2010.

SUGUIO, Kenitiro. **Dicionário de geologia marinha: com termos correspondentes em inglês, francês e espanhol**. São Paulo: TA Queiroz, Editor, 1992. 171p.

TABAJARA, L. L.; MARTINS, L. R.; ALMEIDA, L. E. S. B. **Resposta e recomposição das praias e dunas após sequência de ciclones extratropicais**. Gravel, Porto Alegre, n.2, p 104-121, out. 2004.

**Tábuas de marés**. Diretoria de Hidrografia e Navegação, Centro de Hidrografia da Marinha, Banco Nacional de dados Oceanográficos. Disponível em: <<http://www.mar.mil.br/dhn/chm/box-previsao-mare/tabuas/index.htm>> Acesso em: 23 jun. 2017.

TEIXEIRA, Priscila da Silva. **Subsídios para o gerenciamento costeiro por erosão na falésia do balneário Hermenegildo, RS, Brasil**. 2007. 107f. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, RS, Brasil.

TOLDO JR, Elirio E. e DILLENBURG, Sérgio R. **Swash bar migration at the inlet of the Lagoa dos Patos Lagoon, Brazil.** West Palm Beach, FL, USA: Journal of Coastal Research. ICS. 489-492. 2002.

TOMAZELLI, L. J.; VILLWOCK, J. A. **Considerações sobre o ambiente praial e a deriva litorânea de sedimentos ao longo do litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1992.

TREBOSEN, Hervé et al. **Monitoring coastal evolution and associated littoral hazards of French Guiana shoreline with radar images.** [S.I.]: Comptes Rendus Geoscience, v. 337, n. 13, p. 1140-1153, 2005.

VAREJÃO-SILVA, Mário Adelmo. **Meteorologia e climatologia.** Brasília: INMET, 2001. 515p.

VIDAL, F. D. C. **Vamos ao Hermenegildo.** Pelotas: Editora e Gráfica Universitária PREC, 2008. 116p.

VILLWOCK, J. A.; TOMAZELLI, L. J. **Planície Costeira do Rio Grande do Sul: gênese e paisagem atual.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, p. 20-33, 2007.

ZEE, David Man Wai. **Elevação do nível do mar e adaptação em grandes cidades costeiras do Brasil.** Rio de Janeiro: Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável. 2010. p. 52-71.

**ANEXOS**

## Anexo A - Condições do Tempo (27/10/2016 à 29/10/2016).

| Data       | Hora  | Temperatura(°C) |      | Pressão (hPa) |        | Vento (m/s) |      |          | Chuva<br>(mm) |
|------------|-------|-----------------|------|---------------|--------|-------------|------|----------|---------------|
|            |       | UTC             | Máx. | Mín.          | Máx.   | Mín.        | Vel. | Dir. (°) |               |
| 27/10/2016 | 00:00 | 19,3            | 17   | 1001          | 1000   | 10,4        | 203  | 14,6     | 2.2           |
|            | 01:00 | 17              | 16,4 | 1000,4        | 998,5  | 7,6         | 215  | 14,6     | 0.4           |
|            | 02:00 | 17,1            | 15,4 | 1000,3        | 1000   | 11,5        | 214  | 17,6     | 0.0           |
|            | 03:00 | 15,4            | 14,5 | 1001,6        | 1000,2 | 10,2        | 219  | 18,1     | 0.2           |
|            | 04:00 | 14,6            | 14,1 | 1001,7        | 1001,4 | 7,2         | 221  | 18,3     | 0.2           |
|            | 05:00 | 14,2            | 13,5 | 1001,4        | 1000,7 | 9           | 225  | 16,9     | 0.2           |
|            | 06:00 | 13,5            | 12,7 | 1000,8        | 999    | 9,5         | 220  | 17,1     | 0.0           |
|            | 07:00 | 12,8            | 11,7 | 999,6         | 998,9  | 6,4         | 248  | 18,5     | 0.0           |
|            | 08:00 | 11,8            | 11   | 999,8         | 999,6  | 4,7         | 266  | 10,4     | 0.0           |
|            | 09:00 | 11,6            | 11   | 1000,3        | 999,7  | 6,7         | 245  | 10,7     | 0.0           |
|            | 10:00 | 12,1            | 11,6 | 1000,3        | 999,8  | 6,4         | 272  | 11,3     | 0.0           |
|            | 11:00 | 12,9            | 12   | 999,8         | 998,7  | 8,6         | 260  | 17       | 0.0           |
|            | 12:00 | 13              | 11,6 | 998,7         | 998,2  | 8,1         | 240  | 17       | 1.6           |
|            | 13:00 | 12,5            | 11,5 | 998,7         | 998,1  | 9,6         | 225  | 18,5     | 1.8           |
|            | 14:00 | 12,2            | 11,6 | 998,6         | 997,7  | 11,2        | 240  | 20,3     | 1.4           |
|            | 15:00 | 12,7            | 11,8 | 998           | 997,4  | 12,4        | 237  | 23,7     | 1.0           |
|            | 16:00 | 13              | 12,2 | 997,9         | 997,4  | 14,7        | 231  | 30,9     | 0.8           |
|            | 17:00 | 13,3            | 12,9 | 998,6         | 997,6  | 15,9        | 231  | 28,7     | 0.6           |
|            | 18:00 | 13,6            | 12,9 | 999,8         | 998,4  | 13,7        | 226  | 28,1     | 0.2           |
|            | 19:00 | 12,9            | 12,2 | 1001          | 999,7  | 12,4        | 225  | 29,6     | 0.4           |
|            | 20:00 | 12,4            | 11,9 | 1002,6        | 1000,9 | 14,1        | 221  | 25,6     | 0.6           |
|            | 21:00 | 12,1            | 11,8 | 1004,1        | 1002,5 | 13,5        | 217  | 25,8     | 0.4           |
|            | 22:00 | 12,5            | 12   | 1005,4        | 1004,1 | 17,9        | 208  | 24,8     | 0.4           |
|            | 23:00 | 12,5            | 12,1 | 1006,7        | 1005,4 | 15          | 213  | 24,8     | 0.0           |
| 28/10/2016 | 00:00 | 12,4            | 12   | 1007,9        | 1006,7 | 17          | 207  | 23,6     | 0.0           |
|            | 01:00 | 12,5            | 12,2 | 1009,1        | 1007,8 | 16,6        | 208  | 23,6     | 0.0           |
|            | 02:00 | 12,3            | 12,1 | 1009,8        | 1009   | 16,5        | 207  | 22,9     | 0.0           |
|            | 03:00 | 12,2            | 11,9 | 1010,6        | 1009,7 | 16,2        | 207  | 24,2     | 0.0           |
|            | 04:00 | 12              | 11,6 | 1010,8        | 1010,4 | 15,6        | 204  | 24,2     | 0.0           |
|            | 05:00 | 11,7            | 11,2 | 1011,6        | 1010,5 | 12,6        | 214  | 20,3     | 0.0           |
|            | 06:00 | 11,4            | 11   | 1011,9        | 1011,4 | 12,3        | 213  | 18,5     | 0.0           |
|            | 07:00 | 11,6            | 11,2 | 1012,5        | 1011,8 | 13,2        | 207  | 17,9     | 0.0           |
|            | 08:00 | 11,8            | 11,5 | 1013,3        | 1012,4 | 15,1        | 196  | 20,9     | 0.0           |
|            | 09:00 | 11,9            | 11,6 | 1014,2        | 1013,2 | 14,1        | 195  | 19,4     | 0.0           |
|            | 10:00 | 12,3            | 11,7 | 1015,6        | 1014,2 | 13,5        | 197  | 18,7     | 0.0           |
|            | 11:00 | 13              | 12,2 | 1016,8        | 1015,6 | 13,2        | 191  | 17,6     | 0.0           |
|            | 12:00 | 13,7            | 12,9 | 1017,4        | 1016,8 | 11,9        | 192  | 16,3     | 0.0           |
|            | 13:00 | 14,3            | 13,5 | 1018,1        | 1017,4 | 11,3        | 192  | 15,6     | 0.0           |
|            | 14:00 | 14,9            | 13,9 | 1018,8        | 1018   | 11,6        | 194  | 14,5     | 0.0           |

|            |       |      |      |        |        |      |     |      |     |
|------------|-------|------|------|--------|--------|------|-----|------|-----|
| 29/10/2016 | 15:00 | 15,5 | 14,4 | 1019,3 | 1018,8 | 10   | 193 | 14,7 | 0,0 |
|            | 16:00 | 15,6 | 14,7 | 1019,4 | 1019,3 | 9,7  | 188 | 13,3 | 0,0 |
|            | 17:00 | 15,4 | 14,3 | 1019,9 | 1019,2 | 10,4 | 193 | 13,5 | 0,0 |
|            | 18:00 | 15,3 | 14   | 1020,3 | 1019,8 | 10,7 | 181 | 13,9 | 0,0 |
|            | 19:00 | 14,7 | 14   | 1020,5 | 1020,3 | 8,3  | 189 | 13   | 0,0 |
|            | 20:00 | 14,6 | 13,6 | 1021   | 1020,4 | 8,5  | 181 | 11   | 0,0 |
|            | 21:00 | 13,9 | 13,4 | 1021,4 | 1020,9 | 7,3  | 183 | 10,1 | 0,0 |
|            | 22:00 | 13,6 | 12,9 | 1022,2 | 1021,4 | 7,1  | 182 | 8,8  | 0,0 |
|            | 23:00 | 13   | 12,5 | 1023   | 1022,2 | 6,1  | 192 | 9    | 0,0 |
|            | 00:00 | 12,9 | 12,6 | 1023,3 | 1022,9 | 48   | 178 | 8,1  | 0,0 |
|            | 01:00 | 12,9 | 12,6 | 1023,5 | 1023,3 | 4,9  | 167 | 6,7  | 0,0 |
|            | 02:00 | 12,8 | 12,4 | 1023,6 | 1023,3 | 3,8  | 154 | 6,4  | 0,0 |
|            | 03:00 | 12,5 | 12,2 | 1023,6 | 1023,3 | 2,4  | 159 | 5    | 0,0 |
|            | 04:00 | 12,4 | 12,2 | 1023,5 | 1023,3 | 3,2  | 147 | 4,5  | 0,0 |
|            | 05:00 | 12,3 | 11,8 | 1023,3 | 1022,7 | 2,3  | 148 | 4,2  | 0,0 |
|            | 06:00 | 12   | 8,7  | 1022,7 | 1022,4 | 0,7  | 156 | 3,3  | 0,0 |
|            | 07:00 | 9,6  | 7,4  | 1022,4 | 1022,2 | 0,5  | 269 | 1,8  | 0,0 |
|            | 08:00 | 8,9  | 7    | 1023,1 | 1022,3 | 0,6  | 173 | 1,5  | 0,0 |
|            | 09:00 | 11,9 | 7,1  | 1023,8 | 1023,1 | 2,4  | 124 | 3,3  | 0,0 |
|            | 10:00 | 14,3 | 11,8 | 1024,6 | 1023,8 | 2    | 97  | 2,9  | 0,0 |
|            | 11:00 | 15,8 | 14,3 | 1025   | 1024,6 | 1,7  | 78  | 3    | 0,0 |
|            | 12:00 | 17,4 | 15,1 | 1025,2 | 1025   | 2,6  | 91  | 3,7  | 0,0 |
|            | 13:00 | 18,2 | 16,7 | 1025,3 | 1025,1 | 4,1  | 87  | 5,5  | 0,0 |
|            | 14:00 | 18,5 | 17,7 | 1025,3 | 1025   | 4,6  | 85  | 6,1  | 0,0 |
|            | 15:00 | 18,9 | 17,9 | 1025   | 1024,6 | 5,8  | 84  | 7,6  | 0,0 |
|            | 16:00 | 19,5 | 18,4 | 1024,6 | 1024,3 | 5,2  | 77  | 8,5  | 0,0 |
|            | 17:00 | 19,7 | 17,5 | 1024,3 | 1023,6 | 6,9  | 70  | 9,7  | 0,0 |
|            | 18:00 | 18   | 17,3 | 1023,6 | 1023,2 | 6,4  | 70  | 10   | 0,0 |
|            | 19:00 | 17,8 | 17   | 1023,2 | 1022,8 | 7    | 62  | 10,5 | 0,0 |
|            | 20:00 | 17,2 | 16,4 | 1022,8 | 1022,5 | 6,5  | 63  | 10,3 | 0,0 |
|            | 21:00 | 16,4 | 15,4 | 1022,6 | 1022,5 | 5,8  | 58  | 9,9  | 0,0 |
|            | 22:00 | 15,4 | 14,4 | 1022,9 | 1022,5 | 4,3  | 48  | 8,9  | 0,0 |
|            | 23:00 | 14,5 | 14   | 1023   | 1022,9 | 3,6  | 41  | 6,6  | 0,0 |

Fonte: INMET.

## Anexo B – Decreto de Interdição preventiva da orla marítima do balneário Hermenegildo.



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA VITÓRIA DO PALMAR  
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

**DECRETO N.º 106, DE 16 DE NOVEMBRO DE 2016.**

ESTABELECE A INTERDIÇÃO  
PREVENTIVA DA ORLA  
MARÍTIMA DO BALNEÁRIO  
HERMENEGILDO.

**O Prefeito Municipal de Santa Vitória do Palmar**, no uso de suas atribuições legais, em conformidade com o inciso VI do artigo 66 da Lei Orgânica Municipal.

**CONSIDERANDO** a catástrofe que se abateu sobre o município de Santa Vitória do Palmar, mais precisamente no Balneário Hermenegildo, originada pelo ciclone extratropical, no dia 27 de outubro do corrente ano;

**CONSIDERANDO** a destruição de inúmeros imóveis que produziram entulhos que poderão comprometer a segurança da população em geral, por conta de possíveis desabamentos;

**CONSIDERANDO** que nos dias 29 e 30 de outubro inúmeros curiosos se deslocaram até a orla marítima do balneário, correndo riscos desnecessários; e

**CONSIDERANDO** que a grande quantidade de entulhos produzidos pelo desabamento dos imóveis na orla precipitaram-se até a água, podendo causar graves acidentes com banhistas e desportistas;

**DECRETA:**

**Art. 1.º** Fica interditado preventivamente a orla costeira da área consolidada do Balneário Hermenegildo.

**Art. 2.º** Além do trânsito de pessoas e veículos ficam proibidos o banho e demais atividades esportivas.

**Art. 3º** Somente será permitido o acesso à orla do balneário a trabalho, após aprovação emitida pelo órgão ambiental municipal da Secretaria Municipal de Planejamento e Orçamento, do projeto de responsabilidade técnica competente.

**Parágrafo único.** Para o recebimento dos pedidos acima indicados a administração pública responsabilizará servidor que estará à disposição da população em horário de expediente da Prefeitura Municipal.

**Art. 4.º** Está impedita a reocupação a qualquer título das áreas retomadas pela maré.

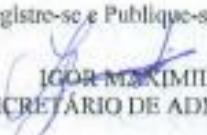
**Art. 5º** Está proibido qualquer intervenção construtiva ou reparatória na orla marítima do Balneário Hermenegildo, inclusive a título de contenção, que impõe em deposição de matérias novas e/ou ultrapassem o corte provocado pelo mar no cordão de dunas.

**Art. 6º** Este decreto entra em vigor da data de sua publicação e vigorará enquanto não for liberada a licença ambiental para uso da orla pela FEPAM.

**GABINETE DO PREFEITO MUNICIPAL DE SANTA VITÓRIA DO PALMAR,**  
16 DE NOVEMBRO DE 2016.

  
EDUARDO CORREA MORRONE  
PREFEITO MUNICIPAL

Registre-se e Publique-se

  
IGOR MAXIMILA DIAS  
SECRETÁRIO DE ADMINISTRAÇÃO

## Anexo C – Declaração de Aprovação Ambiental de uso da faixa de praia.



Processo nº  
8105-05.67 / 16.7

DAPAMB Nº 00003 / 2017-DL

### DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO AMBIENTAL

A Fundação Estadual de Proteção Ambiental, criada pela Lei Estadual nº 9.077 de 04/06/90, registrada no Ofício do Registro Oficial em 01/02/91, e com seu Estatuto aprovado pelo Decreto nº 51.761, de 26/08/14, no uso das atribuições que lhe confere a Lei nº 6.938, de 31/08/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 06/06/90 e com base nos autos do processo administrativo nº 8105-05.67/16.7 concede a presente DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO AMBIENTAL.

#### I - Identificação:

EMPREENDEROR RESPONSÁVEL: 21580 - PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA VITORIA DO PALMAR

CPF / CNPJ / Doc Estr: 88.824.099/0001-97

ENDERECO: RUA MIRAPALHETE, 1179  
CENTRO  
96230-000 SANTA VITORIA DO PALMAR - RS

EMPREENDIMENTO: 221495

LOCALIZAÇÃO: RUA MIRAPALHETE, 1179  
CENTRO  
SANTA VITORIA DO PALMAR - RS

COORDENADAS GEOGRÁFICAS: Latitude: -33,66700600 Longitude: -53,25967900

A PROMOVER: USO DA FAIXA DE PRAIA

RAMO DE ATIVIDADE: 3.417,10

MEDIDA DE PORTE: 3.510,00 comprimento em Km

#### II - Condições e Restrições:

##### 1. Quanto ao Empreendimento:

- 1.1- esta Declaração refere-se exclusivamente às estruturas a serem implantadas temporariamente na faixa de praia;
- 1.2- não poderão ser alteradas as dunas frontais;
- 1.3- quaisquer construções ou equipamentos não poderão ser instalados a menos de cinco metros de distância das dunas frontais;
- 1.4- não será permitida a obstrução ou alteração do percurso das drenagens naturais (sangradouros) incidentes na faixa de praia;
- 1.5- não será admitida a introdução de espécies vegetais não nativas da restinga local na faixa de praia ou na área de dunas frontais;
- 1.6- o município deverá providenciar o fechamento dos demais acessos de veículos particulares para a faixa de praia e executar fiscalização permanente no sentido de coibir tais práticas;
- 1.7- os resíduos sólidos provenientes das atividades a serem desenvolvidas na faixa de praia deverão ser coletados e ter destinação adequada, a cargo da Prefeitura Municipal;
- 1.8- não será admitida a implantação de elementos que impeçam o acesso público à praia e a visualização da paisagem natural;
- 1.9- não poderá haver implantação de cercas ou qualquer barreira física que impeça a livre circulação e uso do espaço público;
- 1.10- as construções com área fechada não poderão exceder a 16m<sup>2</sup>, com área total máxima de projeção de 25m<sup>2</sup> e ter somente um pavimento com altura máxima de 5m;
- 1.11- é de responsabilidade do município a fiscalização da retirada das construções e equipamentos, quando do término de validade desta Declaração;
- 1.12- as instalações e seu funcionamento deverão obedecer à legislação municipal, em especial aos dispositivos legais de controle da

DAPAMB Nº 00003 / 2017-DL

Gerado em 11/01/2017 12:34:57

Id Doc 799873

Folha 1/3

Anexo D - Coastal Construction Manual.



# Coastal Construction Manual

Principles and Practices of Planning, Siting, Designing,  
Constructing, and Maintaining Residential Buildings  
in Coastal Areas (Fourth Edition)

FEMA P-55 / Volume I / August 2011



FEMA