



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS - CFM**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA**

**PÂMELA CHAN DE OLIVEIRA MARINS**

**ANÁLISE TÊMPORO-ESPACIAL DA URBANIZAÇÃO SOBRE AS UNIDADES  
GEOLÓGICAS DA PLANÍCIE COSTEIRA E RELAÇÃO COM A EROSÃO  
COSTEIRA NA COSTA OCEÂNICA DA ILHA DE SANTA CATARINA, SC, BRASIL**

**Florianópolis**

**2020**

Pâmela Chan de Oliveira Marins

**ANÁLISE TÊMPORO-ESPACIAL DA URBANIZAÇÃO SOBRE AS UNIDADES  
GEOLÓGICAS DA PLANÍCIE COSTEIRA E RELAÇÃO COM A EROÇÃO  
COSTEIRA NA COSTA OCEÂNICA DA ILHA DE SANTA CATARINA, SC, BRASIL**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-  
graduação em Oceanografia da Universidade  
Federal de Santa Catarina para a obtenção do  
título de mestre em Oceanografia

Orientador: Prof. Dr. Norberto Olmiro Horn  
Filho

Florianópolis

2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Marina , Pamela Chan de Oliveira  
Análise têmporo-espacial da urbanização sobre as  
unidades geológicas da planície costeira e relação com a  
erosão costeira na costa oceânica da ilha de Santa  
Catarina, SC, Brasil / Pamela Chan de Oliveira Marina ;  
orientador, Norberto Olmiro Horn Filho , 2020.  
159 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas,  
Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, Florianópolis,  
2020.

Inclui referências.

1. Oceanografia. 2. Erosão costeira. 3. Antropização. 4.  
SIG. 5. Gestão Costeira. I. Olmiro Horn Filho , Norberto .  
II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós  
Graduação em Oceanografia. III. Título.

**Análise têmporo-espacial da urbanização sobre as unidades geológicas da planície costeira e relação com a erosão costeira na costa oceânica da ilha de Santa Catarina, SC, Brasil**

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Norberto Olmiro Horn Filho, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Pedro de Souza Pereira, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Alexandre Maimoni Mazzer, Dr.  
Magnitude Mare Consultoria e Projetos em Meio Ambiente

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de mestre em Oceanografia.

---

Prof. Paulo Roberto Pagliosa Alves  
Coordenação do Programa de Pós-graduação em Oceanografia

---

Prof. Dr. Norberto Olmiro Horn Filho  
Orientador

Florianópolis, 2020

Este trabalho é dedicado a Ilha e a magia que nela habita.  
(† Em memória ao Professor Emérito Dr. Pellerin 1939 - 2017)

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer aos meus pais, por todo amor e apoio. Quando digo “meus pais” me refiro também a Nivia, Nilton e Moira, além dos legítimos, Joice e Rubens.

Ao meu orientador Norberto, pelo suporte, pela inspiração e pelo incentivo a prosseguir.

Ao corpo técnico da Defesa Civil, que sem eles não seria possível à execução desta pesquisa, Thobias, Guilherme, Marquinhos, Serginho, Pedro, Frederico, Flávio, Dimitri. Obrigada por todo suporte técnico!

Às pessoas da equipe da Softplan pelo apoio, e da equipe da Secretaria de Estado da Infraestrutura e Mobilidade - SIE pelo incentivo, paciência neste momento final, pelas conversas, e pela inspiração. Éder, Gustavo, Ana Emília, Reginete, Lauren, Florência, etc. Obrigada equipe!

Aos meus amigos que estão sempre ao meu lado dando forças para continuar e suporte para o que for preciso, Gabriela, Júlia, Luisa, Uxa, Dhana, Bruna, Ana Bárbara, Fernanda, Camila, Emanuelle, Marina, Matheus, Franco, Sara, David, André, Randhy. Gratidão pela troca!

Aos docentes do curso da PPGOCEANO e PPGG, por toda sabedoria transmitida, por expandir as percepções quebrando paradigmas e formando novos cientistas. Norberto, Marinez, Jarbas, Klein, Nelson, Janete, Edson e em especial ao professor Emérito Pellerin, obrigada a vocês, por tanto. Aos docentes da UDESC que formaram a mente desta Geógrafa, sou eternamente grata a vocês por me seduzirem com a Geografia. Edna, Daniela, Isa, Thobias, Chico, Graciana, Jairo, Raphaela, Ana Preve, Lucas, Gabriel, Amanda, etc.

Aos professores da banca Alexandre, Pedro, pela paciência, disponibilidade para avaliação desta pesquisa e por todas as contribuições muito apropriadas e eficientes. Que modificaram esta pesquisa em cada nova percepção.

Ao Laboratório de Oceanografia Costeira (LOC), especialmente ao Professor Klein, e as discentes Bianca e Mayara, que permitiram o uso de sua infraestrutura para utilizar o software ArcGis e deram o devido suporte.

Aos colaboradores da UFSC e UDESC, que ao fazerem seus trabalhos, estão proporcionando que novos acadêmicos consigam concluir suas conquistas. Obrigada a vocês, secretários (as), faxineiros (as), porteiros (as), guardas, galera da manutenção, da informática, do xerox, etc. Vocês tornam tudo possível. Ao povo brasileiro que acaba por financiar as faculdades públicas, e proporcionar a formação de novos pesquisadores todos os dias. E a todos que de alguma forma fizeram parte de tudo isso, dando suporte e orientação para a execução desta pesquisa.

À ilha da magia, que me encanta, que me inspira, me instiga, a querer saber, ler e pesquisar, cada dia mais. Serei eternamente grata a todos vocês!

“Que impróprio chamar Terra a este planeta de oceanos!”  
(Arthur C. Clarke)

## RESUMO

O presente estudo analisa a relação da ocupação antrópica com variação da linha de costa nas praias arenosas da costa oceânica da ilha de Santa Catarina, SC, Brasil, objetivando uma compreensão histórica da dinâmica evolutiva espacial em 75 anos (1938-2013), com intuito de apontar possível relação entre a utilização da orla adjacente com o histórico de retrogradação da linha de costa. Para tal, foi utilizado o Sistema de Informação Geográfica (SIG) como ferramenta de pesquisa na vetorização das áreas urbanizadas, a partir da fotointerpretação das imagens aéreas dos anos de 1938, 1957, 1978 e 2013. Para o cálculo da taxa de variação da linha de costa foi utilizado o aplicativo *Digital Shoreline Analysis System (DSAS)* e o método *Linear Regression Rate (LRR)*. As praias foram agrupadas com objetivo de propor uma setorização morfossedimentar, para tal foi utilizado o método estatístico *Factor Analysis of Mixed Data (FAMD)* e o *software R*. Na perspectiva sistêmica observou-se um padrão de comportamento da linha de costa. Enquanto que na escala local pôde-se observar a correlação direta da urbanização adjacente com as taxas que indicam retrogradação da linha de costa. Por sua vez, as taxas de acreção e estabilidade apresentaram-se associadas à adjacência de depósitos eólicos conservados e ou que apresentam fisiografia propensa a deposição de sedimentos.

**Palavras-chave:** geologia costeira; urbanização; planejamento territorial; Sistema de Informação Geográfica (SIG).

## ABSTRACT

The present study analyzed the correlation of anthropogenic occupation and the variation of the coastline on the sandy beaches of the oceanic coast of the island of *Santa Catarina*, SC, Brazil, aiming to a historical understanding of the spatial evolutionary dynamics in 75 years (1938-2013), in order to point out a possible relationship between the use of the adjacent shore and the history of retrogradation of the coastline. For this, the Geographic Information System (GIS) was used as a research tool in the vectorization of urbanized areas, based on the photointerpretation of aerial images from the years 1938, 1957, 1978 and 2013. To calculate the line variation rate from coast, the application Digital Shoreline Analysis System and the Linear Regression Rate (LRR) method were used. The beaches were grouped using morphosedimentary indicators, with the objective of proposing a sectorization using statistical methods, using the Factor Analysis of Mixed Data (FAMD) and software R. In the systemic perspective a pattern of behavior of the coast line was observed. While on the scale of beach it was possible to observe the direct correlation of the adjacent urbanization associated with the negative rates that indicate retrogradation of the coastline. In turn, accretion and stability rates are associated with the proximity of conserved eolic dunes and physiography prone to sediment deposition

**Keywords:** coastal geology; urbanization; territorial planning; Geographic Information System (GIS).

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa da localização geográfica da ilha de Santa Catarina.....	6
Figura 2: Mapa de localização geográfica dos distritos administrativos abordados e suas respectivas praias arenosas na ilha de Santa Catarina. Fonte: elaborado pela autora. ....	7
Figura 3: Mapa geológico do município de Florianópolis. Fonte: elaborado pela autora, com base no mapa geológico do litoral Central de Santa Catarina. Fonte: (SANTA CATARINA, 2010).....	13
Figura 4: Compartimentação geológico-geomorfológica do litoral da ilha de Santa Catarina (HORN FILHO <i>et al.</i> , 2006). ....	14
Figura 5: Histograma sazonal das alturas de ondas (hs) (Araújo, <i>et al.</i> , 2003, p. 4).....	17
Figura 6: Representação esquemática de terminologia usada para as várias feições geomorfológicas de um perfil praial. Fonte: (SUGUIO, 1980).....	19
Figura 7: Relação morfodinâmica entre condições delimitadas (topografia), inputs, interações (caixas centrais) e resultando na superfície morfológica (topografia), e estratigrafia subjacente no ambiente costeiro. Fonte: Carter, R.W.G., Woodroffe, C.D. (Eds.), Coastal Evolution: Late Quaternary Shoreline Morphodynamics. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 33–86, apud Short & Jackson, 2013. ....	21
Figura 8: Regra de Bruun (SCHWARTZ, 1967).....	23
Figura 9: Fluxograma que apresenta a metodologia proposta na pesquisa. ....	25
Figura 10: Fluxo de processos para o cálculo da taxa de variação da linha de costa. ....	29
Figura 11: Fórmula da regressão linear simples aplicada no método LRR/DSAS. Fonte: (SOUZA, 2016) .....	30
Figura 12: <i>Buffer</i> de análise da área urbanizada.....	32
Figura 13: Representação Gráfica de dados utilizados em FAMD. Fonte (MACEDO, 2014)	34
Figura 14: Fotografias aéreas de 1938 georreferenciadas, Basemap WMS, SIGSC (SDS, 2013).....	35
Figura 15: Fotografias aéreas de 1957 georreferenciadas, Basemap WMS, SIGSC (SDS, 2013).....	36
Figura 16: Fotografias aéreas de 1978 georreferenciadas, <i>Basemap</i> WMS, SIGSC (SDS, 2013).....	37
Figura 17: Área urbanizada na Barra da Lagoa em 1938.....	38

Figura 18: Área urbanizada Morro das Pedras em 1938. ....	39
Figura 19: Área urbanizada Pântano do Sul em 1938. ....	39
Figura 20: Área urbanizada 1957, praia do Morro das Pedras e setor sul e central da Armação. .....	40
Figura 21: Área urbanizada 1957, praia do Pântano do Sul. ....	41
Figura 22: Área urbanizada 1957, praia dos Ingleses.....	41
Figura 23: Área urbanizada 1957, praia Brava.....	42
Figura 24: Área urbanizada 1978, praia da Armação e Morro das Pedras.....	43
Figura 25: Área urbanizada 1978, praia Barra da Lagoa.....	44
Figura 26: Área urbanizada 1978, praia do Pântano do Sul. ....	44
Figura 27: Área urbanizada 1978, praia dos Ingleses.....	45
Figura 28: Área urbanizada 1978, praia do Campeche. ....	45
Figura 29: Área urbanizada 1978, praia da Joaquina. ....	46
Figura 30: Área Urbanizada de 2013, Praia Brava.....	47
Figura 31: Área Urbanizada de 2013, Praia dos Ingleses.....	48
Figura 32: Área Urbanizada de 2013, Praia do Santinho. ....	49
Figura 33: Área Urbanizada de 2013, Praia Barra da Lagoa.....	50
Figura 34: Área Urbanizada de 2013, Praia Mole.....	51
Figura 35: Área Urbanizada de 2013, Praia do Joaquina. ....	52
Figura 36: Área Urbanizada de 2013, Praia do Campeche.....	53
Figura 37: Área Urbanizada de 2013, Praia Morro das Pedras. ....	54
Figura 38: Área Urbanizada de 2013, Praia da Armação.....	55
Figura 39: Área Urbanizada de 2013, Praia do Pântano do Sul. ....	56
Figura 40: Fotografia aérea de 2013 da Praia Brava. Fonte: SIGSC (SDS, 2013).....	58
Figura 41: Fotografia aérea de 2013 da Praia dos Ingleses. Fonte: SIGSC (SDS, 2013).....	59
Figura 42: Fotografia aérea de 2013 da Praia do Santinho. Fonte: SIGSC (SDS, 2013).....	60
Figura 43: Fotografia aérea de 2013 da Praia do Moçambique ao Norte e a praia da Barra da Lagoa ao sul. Fonte: SIGSC (SDS, 2013). ....	62
Figura 44: Fotografia aérea de 2013 da Praia da Galheta. Fonte: SIGSC (SDS, 2013).....	63
Figura 45: Fotografia aérea de 2013 da Praia Mole. Fonte: SIGSC (SDS, 2013).....	64
Figura 46: Fotografia aérea de 2013 da Praia do Gravatá. Fonte: SIGSC (SDS, 2013).....	65
Figura 47: Fotografia aérea de 2013 da Praia da Joaquina. Fonte: SIGSC (SDS, 2013) .....	66

Figura 48: Fotografia aérea de 2013 da Praia do Campeche. Fonte: SIGSC (SDS, 2013) .....	67
Figura 49: Fotografia aérea de 2013 da Praia do Morro das Pedras. Fonte: SIGSC (SDS, 2013).....	68
Figura 50: Fotografia aérea de 2013 da Praia da Armação. Fonte: SIGSC (SDS, 2013).....	69
Figura 51: Fotografia aérea de 2013 da Praia do Matadeiro. Fonte: SIGSC (SDS, 2013).....	70
Figura 52: Fotografia aérea de 2013 da Praia da Lagoinha do Leste. Fonte: SIGSC (SDS, 2013).....	71
Figura 53: Praia do Pântano do Sul. Fonte: SIGSC (SDS, 2013).....	72
Figura 54: Fotografia aérea de 2013 da Praia dos Açores. Fonte: SIGSC (SDS, 2013). .....	72
Figura 55: Fotografia aérea de 2013 da Praia da Solidão. Fonte: SIGSC (SDS, 2013). .....	73
Figura 56: Mapa de análise da variação da linha de costa na praia Brava. ....	76
Figura 57: Mapa de análise da variação da linha de costa no setor centro-norte da praia dos Ingleses. ....	77
Figura 58: Mapa de análise da variação da linha de costa no setor sul da praia dos Ingleses..	78
Figura 59: Mapa de análise da variação da linha de costa na praia do Santinho.....	81
Figura 60: Mapa de análise da variação da linha de costa na praia do Moçambique, setor Norte. ....	83
Figura 61: Mapa de análise da variação da linha de costa na praia do Moçambique, setor Central e Sul. ....	84
Figura 62: Mapa de análise da variação da linha de costa do setor Centro-norte da praia Barra da Lagoa. ....	86
Figura 63: Mapa de análise da variação da linha de costa do setor Sul da praia Barra da Lagoa. ....	87
Figura 64: Mapa de análise da variação da linha de costa na praia da Galheta.....	89
Figura 65: Mapa de análise da variação da linha de costa na praia Mole. ....	91
Figura 66: Mapa de análise da variação da linha de costa na praia do Gravatá .....	92
Figura 67: Mapa de análise da variação da linha de costa na praia da Joaquina.....	93
Figura 68: Mapa de análise da variação da linha de costa do setor Sul da praia da Joaquina..	94
Figura 69: Mapa de análise da variação da linha de costa na praia do Campeche.....	96
Figura 70: Mapa de análise da variação da linha de costa no pontal do Campeche.....	97
Figura 71: Mapa de análise da variação da linha de costa na Lomba do Sabão -Campeche. ..	98
Figura 72: Mapa de análise da variação da linha de costa na praia do Morro das Pedras.....	100

Figura 73: Mapa de análise da variação da linha de costa no setor Norte da praia da Armação. .....	102
Figura 74: Mapa de análise da variação da linha de costa no setor Sul da praia da Armação. .....	103
Figura 75: Mapa de análise da variação da linha de costa na praia do Matadeiro. ....	105
Figura 76: Mapa de análise da variação da linha de costa na praia da Lagoinha do Leste. ...	107
Figura 77: Mapa de análise da variação da linha de costa na praia do Pântano do Sul.....	109
Figura 78: Mapa de análise da variação da linha de costa na praia dos Açores.....	110
Figura 79: Mapa de análise da variação da linha de costa na praia da Solidão.....	112
Figura 80: Determinação de % de variância dos fatores. ....	114
Figura 81: <i>Cluster</i> das praias arenosas oceânicas da ilha de Santa Catarina.....	116

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Correlação entre as taxas EPR e LRR.....	31
Gráfico 2: Gráfico da tendência geral dos transectos quanto às taxas LRR.....	74
Gráfico 3: Análise <i>lato</i> dos transectos <i>LRR</i> por <i>ranges</i> .....	74
Gráfico 4: Análise da variação espacial da taxa LRR ao longo da praia Brava.....	76
Gráfico 5: Análise da variação espacial da taxa LRR ao longo da praia dos Ingleses.....	78
Gráfico 6: Análise da variação espacial da taxa LRR ao longo da praia do Santinho. ....	82
Gráfico 7: Análise da variação espacial da taxa LRR ao longo da praia do Moçambique. ....	85
Gráfico 8: Análise da variação espacial da taxa LRR ao longo da praia Barra da Lagoa.....	88
Gráfico 9: Análise da variação espacial da taxa LRR ao longo da Galheta.....	89
Gráfico 10: Análise da variação espacial da taxa LRR ao longo da praia da Joaquina.....	95
Gráfico 11: Análise da variação espacial da taxa LRR ao longo da praia do Campeche.....	99
Gráfico 12: Análise da variação espacial da taxa LRR ao longo da praia do Morro das Pedras. .....	101
Gráfico 13: Análise da variação espacial da taxa LRR ao longo da praia da Armação. ....	104
Gráfico 14: Análise da variação espacial da taxa LRR ao longo da praia do Matadeiro. ....	106
Gráfico 15: Análise da variação espacial da taxa LRR ao longo da praia da Lagoinha do Leste. .....	108
Gráfico 16: Análise da variação espacial da taxa LRR ao longo da praia do Pântano do Sul. .....	109
Gráfico 17: Análise da variação espacial da taxa LRR ao longo da praia dos Açores.....	111
Gráfico 18: Análise da variação espacial da taxa LRR ao longo da praia da Solidão.....	112

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Fotografias aéreas utilizadas na presente pesquisa.....	26
Tabela 2: Identificador do transecto (ID), <i>Taxas; Linear Regression Rate (LRR), End Point Rate (EPR), e R-Squared of Linear Regression (LR2)</i> da Praia Brava.....	75
Tabela 3: Identificador do transecto (ID), <i>Taxas; Linear Regression Rate (LRR), End Point Rate (EPR), e R-Squared of Linear Regression (LR2)</i> da praia dos Ingleses.....	79
Tabela 4: Identificador do transecto (ID), <i>Taxas; Linear Regression Rate (LRR), End Point Rate (EPR), e R-Squared of Linear Regression (LR2)</i> da praia do Santinho. ....	80
Tabela 5: Identificador do transecto (ID), <i>Taxas; Linear Regression Rate (LRR), End Point Rate (EPR), e R-Squared of Linear Regression (LR2)</i> da praia do Moçambique. ....	82
Tabela 6: Identificador do transecto (ID), <i>Taxas; Linear Regression Rate (LRR), End Point Rate (EPR), e R-Squared of Linear Regression (LR2)</i> da praia Barra da Lagoa.....	88
Tabela 7: Identificador do transecto (ID), <i>Taxas; Linear Regression Rate (LRR), End Point Rate (EPR), e R-Squared of Linear Regression (LR2)</i> da praia da Galheta. ....	89
Tabela 8: Identificador do transecto (ID), <i>Taxas; Linear Regression Rate (LRR), End Point Rate (EPR), e R-Squared of Linear Regression (LR2)</i> da praia Mole.....	90
Tabela 9: Identificador do transecto (ID), <i>Taxas; Linear Regression Rate (LRR), End Point Rate (EPR), e R-Squared of Linear Regression (LR2)</i> da praia da Joaquina. ....	95
Tabela 10: Identificador do transecto (ID), <i>Taxas; Linear Regression Rate (LRR), End Point Rate (EPR), e R-Squared of Linear Regression (LR2)</i> da praia do Campeche ....	99
Tabela 11: Identificador do transecto (ID), <i>Taxas; Linear Regression Rate (LRR), End Point Rate (EPR), e R-Squared of Linear Regression (LR2)</i> da praia do Morro da Pedras.....	101
Tabela 12: Identificador do transecto (ID), <i>Taxas; Linear Regression Rate (LRR), End Point Rate (EPR), e R-Squared of Linear Regression (LR2)</i> da praia da Armação.....	104
Tabela 13: Identificador do transecto (ID), <i>Taxas; Linear Regression Rate (LRR), End Point Rate (EPR), e R-Squared of Linear Regression (LR2)</i> da praia do Matadeiro.....	106
Tabela 14: Identificador do transecto (ID), <i>Taxas; Linear Regression Rate (LRR), End Point Rate (EPR), e R-Squared of Linear Regression (LR2)</i> da praia da Lagoinha do Leste.....	108
Tabela 15: <i>Taxas EPR, LRR e LR2</i> da praia do Pântano do Sul.....	109
Tabela 16: Identificador do transecto (ID), <i>Taxas; Linear Regression Rate (LRR), End Point Rate (EPR), e R-Squared of Linear Regression (LR2)</i> da praia dos Açores. ....	110

Tabela 17: Identificador do transecto (ID), Taxas; <i>Linear Regression Rate (LRR)</i> , <i>End Point Rate (EPR)</i> , e <i>R-Squared of Linear Regression (LR2)</i> da praia da Solidão. ....	111
Tabela 18: Tabela das variáveis que definiram os fatores para a determinação dos <i>cluster</i> , em <b>negrito</b> tem-se as variáveis que mais influenciaram na definição das dimensões. ....	114

## LISTA DE SIGLAS

<b>ABNT</b>	Associação Brasileira de Normas Técnicas
<b>DSAS</b>	<i>Digital Shoreline Analysis System</i>
<b>EPR</b>	<i>End Point Rate</i>
<b>EQM</b>	Erro Quadrático Médio
<b>FAMD</b>	<i>Factor Analysis of Mixed Data</i>
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>LC</b>	Linha de costa
<b>LPM</b>	Linha de preamar média
<b>LR2</b>	Coefficiente de Determinação
<b>LRR</b>	Linear Regression Rate
<b>LSE</b>	Erro padrão de estimativa
<b>PAM</b>	<i>Partitioning Around Medoids</i>
<b>SDS</b>	Secretária de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável
<b>SIE</b>	Secretaria de Estado da Infraestrutura e Mobilidade
<b>SIG</b>	Sistema de Informação Geográfica
<b>SPG</b>	Secretaria de Estado do Planejamento
<b>UFSC</b>	Universidade Federal de Santa Catarina

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1	HIPÓTESE .....	4
1.2	OBJETIVOS .....	4
1.2.1	Geral .....	4
1.2.2	Específicos .....	4
<b>2</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA DA ILHA DE SANTA CATARINA</b> .....	<b>6</b>
2.1	LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA .....	6
2.2	CLIMA .....	8
2.3	GEOLOGIA-GEOMORFOLOGIA .....	8
2.3.1	Planície costeira de Santa Catarina .....	9
2.3.1.1	<i>Embasamento Cristalino</i> .....	9
2.3.1.2	<i>Sistema deposicional continental</i> .....	10
2.3.1.3	<i>Sistema deposicional transicional</i> .....	10
I.	Depósito eólico do Pleistoceno médio e superior .....	11
II.	Depósitos do Holoceno .....	11
2.3.1.4	<i>Sistema deposicional antropogênico</i> .....	12
2.3.2	Unidades geológicas da Planície costeira da ilha de Santa Catarina .....	13
2.4	HIDROGRAFIA .....	15
2.5	OCEANOGRAFIA GEOLÓGICA COSTEIRA .....	16
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>18</b>
3.1	DEFINIÇÃO DE PRAIA .....	18
3.2	FATORES DETERMINANTES NA FORMAÇÃO DE PRAIAS .....	18
3.3	DEFINIÇÃO DE ORLA MARÍTIMA .....	20
3.4	EROSÃO COSTEIRA .....	21

3.5	DESCARACTERIZAÇÃO DAS UNIDADES GEOLÓGICAS .....	23
<b>4</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>25</b>
4.1	GEORREFERENCIAMENTO .....	26
4.2	CÁLCULO DA VARIAÇÃO DA LINHA DE COSTA.....	28
4.3	VETORIZAÇÃO DAS ÁREAS URBANIZADAS.....	31
4.4	AGRUPAMENTO DAS PRAIAS ARENOSAS A PARTIR DE ASPECTOS MORFOSEDIMENTARES .....	33
<b>5</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>35</b>
5.1	ÁREAS URBANIZADAS .....	38
5.2	CARACTERIZAÇÃO MORFOSEDIMENTAR DAS PRAIAS OCEÂNICAS DA ILHA DE SANTA CATARINA .....	57
5.2.1	Praia Brava.....	57
5.2.2	Praia dos Ingleses .....	58
5.2.3	Praia do Santinho.....	60
5.2.4	Praia do Moçambique .....	61
5.2.5	Praia da Barra da Lagoa.....	61
5.2.6	Praia da Galheta.....	62
5.2.7	Praia Mole.....	63
5.2.8	Praia do Gravatá .....	64
5.2.9	Praia da Joaquina .....	65
5.2.10	Praia do Campeche .....	66
5.2.11	Praia do Morro das Pedras.....	67
5.2.12	Praia da Armação.....	68
5.2.13	Praia do Matadeiro.....	69
5.2.14	Praia da Lagoinha do Leste.....	70
5.2.15	Praia do Pântano do Sul.....	71

5.2.16	Praia dos Açores .....	72
5.2.17	Praia da Solidão .....	73
5.3	TAXA DE VARIAÇÃO DA LINHA DE COSTA .....	73
5.3.1	Praia Brava .....	75
5.3.2	Praia dos Ingleses .....	77
5.3.3	Praia do Santinho .....	80
5.3.4	Praia do Moçambique .....	82
5.3.5	Praia da Barra da Lagoa.....	85
5.3.6	Praia da Galheta.....	88
5.3.7	Praia Mole.....	90
5.3.8	Praia da Joaquina .....	92
5.3.9	Praia do Campeche .....	95
5.3.10	Praia do Morro das Pedras.....	99
5.3.11	Praia da Armação.....	101
5.3.12	Praia do Matadeiro.....	104
5.3.13	Praia da Lagoinha do Leste.....	106
5.3.14	Praia do Pântano do Sul.....	108
5.3.15	Praia dos Açores .....	110
5.3.16	Praia da Solidão .....	111
5.4	CLUSTERS DA CARACTERIZAÇÃO MORFOSEDIMENTAR DAS PRAIAS OCEÂNICAS DA ILHA DE SANTA CATARINA.....	113
5.4.1	AGRUPAMENTO DAS PRAIAS OCEÂNICAS DA ILHA DE SANTA CATARINA .....	113
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>117</b>
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>125</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>127</b>

<b>Anexo 1.</b> ....	<b>136</b>
<b>Anexo 2.</b> ....	<b>137</b>



## 1 INTRODUÇÃO

Na escala histórica evolutiva a humanidade aprendeu a transformar o espaço. A compreensão das mudanças na paisagem, bem como a interação sistêmica (CHOLLEY, 1964) de seus elementos, é de extrema importância para evolução científica na área das Geociências.

Desde a década de 70 os países em subdesenvolvimento vêm passando por um intenso processo de urbanização. Segundo o censo do IBGE (2010), 26% da população total brasileira reside em municípios litorâneos, e a tendência mundial é justamente a ocupação predominante da zona costeira. Não obstante, parte desta população está ocupada em atividades econômicas, direta ou indiretamente, ligadas aos recursos dos espaços costeiros.

O processo de ocupação do Brasil foi marcado pelo uso incorreto dos recursos naturais, principalmente o solo. A substituição da cobertura original, somado a descaracterização dos ecossistemas e das unidades geológicas, e a interferência na dinâmica costeira podem acarretar muitos problemas sociais e ambientais. Dentre eles a erosão costeira é destaque nos municípios litorâneos.

Através da mudança da paisagem do ambiente praias intensificam-se processos erosivos, proporcionando o recuo da linha de costa e conseqüentemente o avanço do mar, tornando as ocupações próximas à costa mais vulneráveis (SIMÓ & HORN FILHO, 2004). A implantação de avenidas beira-mar e construção de calçadões sobre o prisma praias agravam ainda mais os processos erosivos (KLEIN *et al.*, 2016).

A rápida urbanização associada às atividades econômicas tem gerado inúmeros conflitos resultantes da utilização e exploração de recursos naturais e da degradação ambiental (FILET *et al.*, 2001). Nesse sentido faz-se necessária a Gestão Integrada da Zona Costeira (GIZC).

Com o reconhecimento dos perigos associados ao possível aumento do nível relativo médio do mar, há uma expectativa científica do ponto de vista de resolução desses problemas frente ao desenvolvimento costeiro (HAPKE & PLANT, 2010).

Para comportar tal densidade demográfica em equilíbrio com o meio ambiente e seus processos naturais, deve-se primeiramente conhecer as especificidades fisiográficas e o comportamento morfodinâmico, para então propor soluções efetivas.

(...) o crescente avanço da urbanização, além de causar impactos negativos nos diversos ambientes costeiros, coloca em risco a população residente devido à dinâmica dos processos costeiros que atuam na modificação e evolução das feições de relevo (HORN FILHO, 2006).

As pressões socioeconômicas associadas à especulação imobiliária acarretam um processo acelerado da urbanização que somado a ineficiência do planejamento bem como a intensa degradação dos recursos naturais, tornam-se uma ameaça à sustentabilidade econômica e a qualidade ambiental e de vida das populações. Os impactos decorrentes dessas pressões antrópicas podem ser agrupados em quatro categorias sendo elas: (i) utilização dos recursos naturais, (ii) qualidade ambiental, (iii) perigos naturais: aumento da frequência e da intensidade dos processos naturais que geram impactos, como a erosão costeira, (iv) questões institucionais (FILET *et al.*, 2001).

Processos erosivos e deposicionais têm sido observados em diversas praias arenosas ao longo da linha de costa terrestre. Estudos relacionados à erosão das praias e observações de campo evidenciam o problema, que apesar de ser um processo natural da dinâmica praias, sua intensificação está intimamente relacionada com as ocupações urbanas que se instalam junto ao ambiente praias em distintas costas do Brasil e particularmente no estado de Santa Catarina (HORN FILHO *et al.*, 2016).

De fato o tema da erosão costeira é um grande impasse frente à lacuna que existe entre o meio acadêmico científico, e as políticas de planejamento e ordenamento territorial propostas pela gestão pública, que por muitas vezes efetuam obras (rígidas) de engenharia costeira que acabam acelerando ainda mais a erosão, sendo muitas vezes desperdício de recursos públicos (SOUZA, 2009).

As praias arenosas apresentam uma dinâmica própria em virtude da mobilidade dos sedimentos, segundo Suguio (1992) eles são retrabalhados e transportados ao longo da face praias, pela ação de correntes que são geradas pelas ondas, marés e ventos, os quais influenciam nas características dos processos costeiros. Um dos resultantes desta dinâmica são processos de retrogradação, progradação ou estabilidade. Estes processos de causas naturais podem ser intensificados com as ocupações urbanas junto ao ambiente praias, descaracterizando o pós-praias e as dunas frontais, impedindo assim a troca e reposição de sedimentos entre os ambientes (SIMÓ & HORN FILHO, 2004).

A erosão costeira está associada a outros fatores, como por exemplo, as ocorrências de marés meteorológicas que somadas às marés de sizígia podem amplificar o poder das inundações e quadros de ressaca que intensificam os processos de erosão costeira (KLEIN *et al.*, 2016). No contexto das mudanças do clima prevê-se um aumento relativo do nível relativo médio do mar, e maior frequência de eventos climáticos atípicos como ciclones extratropicais. Desse modo, as políticas públicas já podem começar a incorporar esses estudos nas tomadas de decisões e planejar o ambiente litorâneo adotando medidas de adaptação.

Segundo Souza (2009) a erosão costeira pode trazer várias consequências não somente à praia, mas também a vários ambientes naturais e aos próprios usos e atividades antrópicas na zona costeira (ZC), destacando-se a redução na largura da praia e retrogradação ou recuo da linha de costa.

A relevância desta pesquisa se dá no processo de planejamento e gestão da zona costeira na escala local, no que diz respeito a uma padronização de metodologia, que permita uma análise sistêmica e integrada de todas as praias arenosas da costa oceânica da ilha de Santa Catarina, e assim possa servir como subsídio para os instrumentos de ordenamento territorial da zona costeira.

A pesquisa propõe uma análise têmporo-espacial da variação da linha de costa e relação com a ocupação antrópica sobre os depósitos marinhos praias e depósitos eólicos do Holoceno na costa oceânica da ilha de Santa Catarina, em um período histórico de 75 anos. Ademais, apresenta uma proposta de setorização morfossedimentar das praias arenosas em estudo.

A apresentação e discussão dos resultados serão divididas em quatro etapas contemplando: (i) dinâmica espacial da ocupação urbana, a partir de fotointerpretação das imagens aéreas de 1938, 1957, 1978 e 2013; (ii) análise das taxas de variação da linha de costa, calculado pelo *Digital Shoreline Analysis System (DSAS)*, com o emprego do método *Linear Regression Rate (LRR)*; (iii) agrupamento das praias arenosas a partir dos aspectos morfossedimentares, com o emprego do método estatístico *Factor Analysis of Mixed Data (FAMD)* e *Partitioning Around Medoids (PAM)*; (iv) resultados das análises têmporo-espaciais da urbanização e relação com a variação da linha de costa.

O diferencial desta pesquisa se dá em dois principais aspectos. O primeiro diz respeito a interpretação das imagens aéreas de 1938 que, normalmente, não são utilizadas nos trabalhos deste âmbito visto à baixa resolução do material cartográfico disponível, todavia através da mapoteca do estado de Santa Catarina localizada na Diretoria de Cartografia e Estatística foi possível utilizar este material original, e o acesso ao acervo físico tornou possível a interpretação das fotografias aéreas com auxílio do estereoscópio bem como sua digitalização. O segundo aspecto é que a escala de análise é a porção oceânica da ilha de Santa Catarina, existem muitos trabalhos acadêmicos com a temática, porém a maioria aborda análises de uma ou algumas praias, impossibilitando a compreensão sistêmica e integrada, dificultando assim a incorporação dos resultados nas políticas públicas. Neste sentido, o trabalho aqui apresentado representa uma análise em maior escala, menos detalhada, porém abordando todas as praias arenosas da costa Leste da ilha de Santa Catarina.

## 1.1 HIPÓTESE

A ocupação antrópica na costa oceânica da planície costeira da ilha de Santa Catarina acarreta a descaracterização de suas unidades geológicas, podendo interferir nos processos de retrogradação da linha de costa.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Geral

Analisar a dinâmica têmporo-espacial da área urbanizada sobre os depósitos marinho praias e eólicos do Holoceno na costa Leste da ilha de Santa Catarina em 75 anos (1938 a 2013), em fase à descaracterização das unidades geológicas da planície costeira, buscando responder se existe relação com a intensificação dos processos de erosão costeira.

### 1.2.2 Específicos

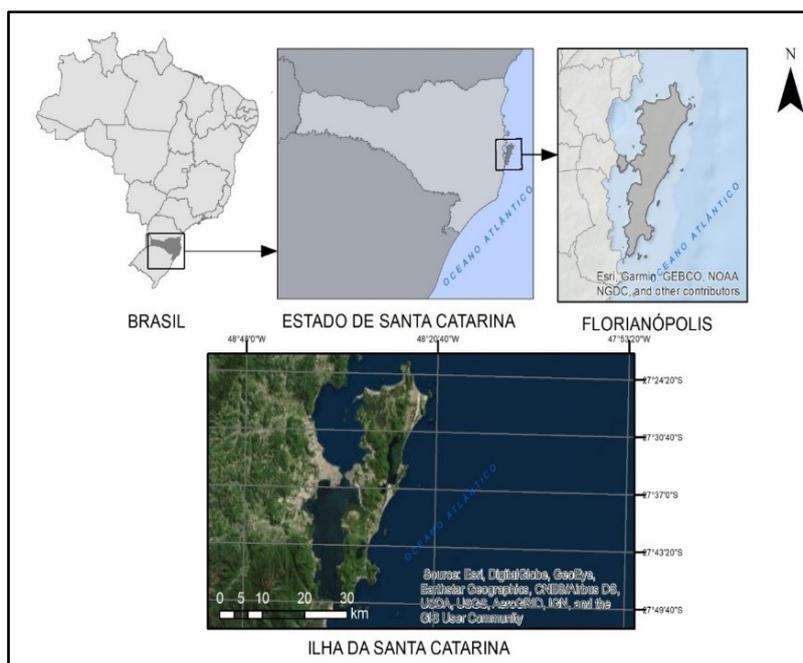
- ▶ Identificar as áreas urbanizadas adjacentes à orla buscando a análise histórica e padrões espaciais;
- ▶ Calcular a taxa de variação da linha de costa das praias arenosas da costa Leste da ilha de Santa Catarina;
- ▶ Selecionar os indicadores mais relevantes dos aspectos sedimentológicos e morfodinâmicos das praias arenosas da costa Leste da ilha de Santa Catarina a partir de revisão bibliográfica;
- ▶ Caracterizar a fisiografia das praias arenosas da costa oceânica da ilha de Santa Catarina, do ponto de vista morfossedimentar objetivando agrupá-las a fim de proporcionar análise intergrupos;
- ▶ Analisar a associação entre a variação da linha de costa e a ocupação urbana adjacente em fase à descaracterização das unidades geológicas.

## 2 CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA DA ILHA DE SANTA CATARINA

A caracterização fisiográfica consiste na descrição dos aspectos naturais da ilha de Santa Catarina e planície costeira de Santa Catarina, abrangendo a localização geográfica, clima, geologia-geomorfologia, hidrografia e oceanografia. Para a abordagem desta descrição buscou-se uma análise multiescalar, a partir do contexto territorial, porém trazendo uma visão sistêmica.

### 2.1 LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA

A ilha de Santa Catarina está situada na costa Sudeste do Brasil, especificamente no setor Central do litoral do estado de Santa Catarina, em base ao Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro (GERCO/SC). Encontra-se entre as coordenadas geográficas 27°22'45'' e 27°50'10'' de latitude sul e entre as longitudes oeste 48°21'37'' e 48°34'49'' (**Figura 1**).



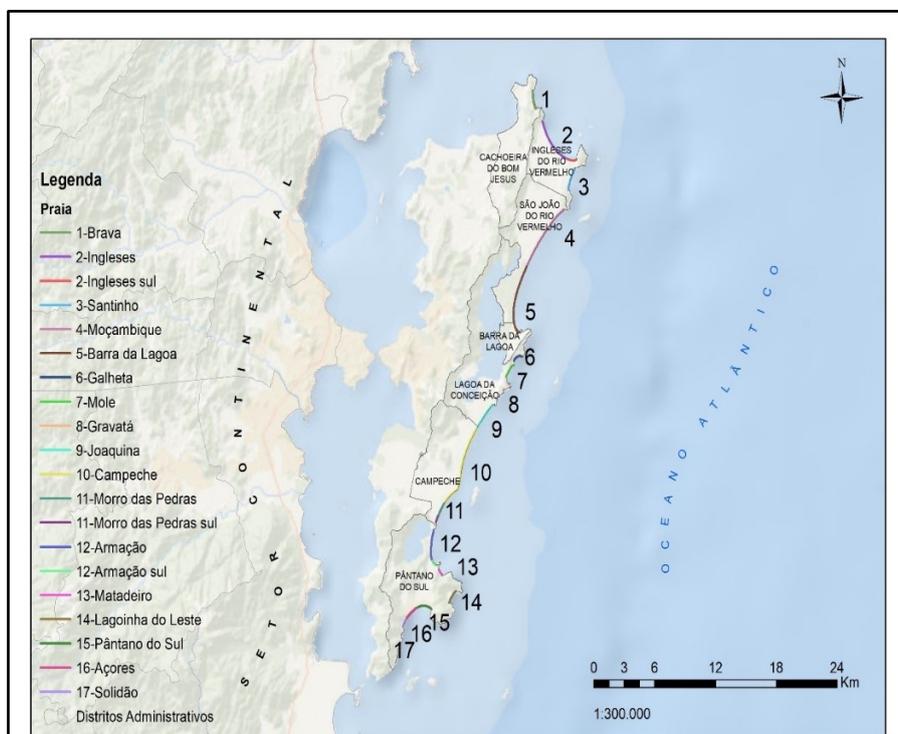
**Figura 1:** Mapa da localização geográfica da ilha de Santa Catarina.

A linha de costa estende-se por 174,3km; apresentando diversos ecossistemas costeiros, dentre eles 117 praias arenosas (HORN FILHO *et al.*, 2017). Segundo Horn Filho *et al.* (2000) os graus de risco das praias da ilha de Santa Catarina estão associados às características geológico-oceanográficas, podendo para tal subdividir o

litoral da ilha em três setores: setor Leste (de alta energia); setor Oeste (de baixa energia); setor Norte/Sul (de média energia). O principal objetivo deste trabalho é compreender a relação da dinâmica costeira com a antropização no setor Leste, de alta energia, composto pelas praias adjacentes ao oceano Atlântico.

A linha de costa predominantemente orientada a NE-SW estende-se por 45km junto ao oceano Atlântico. Pode-se perceber um litoral bastante recortado, constituído pelo embasamento cristalino e pelos depósitos quaternários continentais e costeiros. Apresenta diversas feições rochosas como pontas e promontórios, normalmente delimitando os arcos praias constituídos pelos sistemas deposicionais.

Do ponto de vista administrativo a ilha de Santa Catarina é subdividida em 12 distritos administrativos (**Figura 2**). A presente pesquisa aborda sete desses distritos com 17 praias, sendo de norte a sul: a) distrito da Cachoeira do Bom Jesus - praia Brava; b) distrito dos Ingleses do Rio Vermelho - praias dos Ingleses e do Santinho; c) distrito do São João do Rio Vermelho - praia do Moçambique; d) distrito da Barra da Lagoa - praia da Barra da Lagoa; e) distrito da Lagoa da Conceição - praias da Galheta, Mole, Gravatá e Joaquina; f) distrito do Campeche - praias do Campeche e Morro das Pedras; g) distrito do Pântano do Sul - praias da Armação, Matadeiro, Lagoinha do Leste, Pântano do Sul, Açores e Solidão.



**Figura 2:** Mapa de localização geográfica dos distritos administrativos abordados e suas respectivas praias arenosas na ilha de Santa Catarina. Fonte: elaborado pela autora.

## 2.2 CLIMA

O litoral catarinense apresenta um clima subquente, com a temperatura média anual superior a 20°C e inverno ameno, classificado como subtropical mesotérmico úmido (SANTA CATARINA, 2010). Na classificação de Köppen equivale ao Cfa, onde a letra ‘C’ significa clima subtropical, ‘f’ devido à ocorrência de precipitação significativa em todos os meses do ano e temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C (mesotérmico), e ‘a’ correspondente a verões quentes, temperatura média do ar no mês mais quente  $\geq 22^\circ\text{C}$ .

O clima local é condicionado pelas massas de ar: Tropical Atlântica (MTA), Intertropical (quente) e Polar Atlântica (MPA), acarretando no caráter mesotérmico da região (SANTA CATARINA, 2010).

Apresenta chuvas bem distribuídas ao longo do ano. A passagem da Massa Polar Atlântica (MPA) ocasiona mudanças bruscas de temperatura em qualquer estação (SANTA CATARINA, 2010).

Segundo Mendonça (2002), a região central do litoral, sobretudo a conurbação da grande Florianópolis, apresenta mesotermia e precipitações bem distribuídas ao longo do ano, não relevando uma estação seca definida.

A predominância eólica é de ventos do quadrante nordeste devido à Massa Tropical Atlântica (MTA), e sul que antecede a entrada da Massa Polar Atlântica (MPA).

Em Florianópolis a média pluviométrica é em torno de 1.500mm anuais. A intensidade dos ventos varia de acordo com a conformação física, como vales, declividades e altitudes. O regime de ventos predominante são os oriundos do quadrante nordeste seguidos por ventos do quadrante sudeste, embora menos recorrentes os ventos do sul apresentam maior intensidade, podendo atingir rajadas de até 80km/h (MONTEIRO, 1992).

As variáveis climáticas são também agentes na determinação dos aspectos geomorfológicos atuando de forma direta na paisagem, o que leva a descrever suas principais características.

## 2.3 GEOLOGIA-GEOMORFOLOGIA

### 2.3.1 Planície costeira de Santa Catarina

Segundo Horn Filho *et al.* (2014) a planície costeira de Santa Catarina apresenta-se como uma unidade geomorfológica de elevada relevância socioeconômica. Isto se dá devido a quantidades de recursos naturais que são utilizados pela elevada taxa populacional. Portanto é necessário o conhecimento técnico da mesma.

A planície costeira encontra-se inserida na província geológica denominada província costeira. Esta por sua vez é constituída de duas unidades geológicas maiores (HORN FILHO & DIEHL, 1994): o embasamento, que compreende os tipos litológicos das províncias geológicas do Escudo Catarinense e da Bacia do Paraná; e os depósitos continentais e transicionais dos sistemas deposicionais de encosta e litorâneo, de idade predominantemente quaternária, originados a partir dos processos resultantes das variações relativas do nível médio do Atlântico sul (HORN FILHO, 1997).

Os solos que compõem a planície costeira mostram diferentes características físicas ditadas pelo comportamento dos parâmetros geotécnicos, tais como a textura, permeabilidade, compacidade e coesão. São eles, o solo arenoso, gerado pelos sedimentos pleistocênicos, o solo de areia quartzosa e o solo hidromórfico de areia quartzosa, ligado aos sedimentos marinho praias holocênicos e o solo orgânico que está associado aos sedimentos lagunares holocênicos, além das dunas que não formam solos e sim terrenos, ligados aos sedimentos eólicos holocênicos (GRÉ, 2013).

A planície costeira de Santa Catarina e do litoral Central de Santa Catarina é constituída de quatro sistemas geológicos, sendo eles: o embasamento cristalino, o sistema deposicional continental, o sistema deposicional litorâneo ou transicional, e o sistema deposicional antropogênico.

#### 2.3.1.1 Embasamento Cristalino

O Embasamento Cristalino é constituído por 20 unidades litoestratigráficas, sendo elas em ordem cronológica: Complexo Granulítico, Complexo Camboriú, Complexo Canguçu, Complexo Tabuleiro, Complexo Brusque, Granitoide Valsungana, Grupo Itajaí, Granito Zimbros, Granito Morro dos Macacos, Granodiorito Estaleiro, Granito Guabiruba, Granitoide São Pedro de Alcântara, Granitoide Paulo Lopes,

Granitoide Pedras Grandes, Granito Tabuleiro, Granito Ilha, Granito Itacorubi, Suíte Intrusiva Subida, Riolito Cambirela e Formação Serra Geral.

Segundo Santa Catarina (2010) as unidades litoestratigráficas do sistema cristalino são de origem principalmente magmática e metamórfica, cujas principais rochas são granitos, granodioritos, dioritos, pegmatitos, riolitos, diabásios, gnaisses e migmatitos.

#### *2.3.1.2 Sistema deposicional continental*

O sistema deposicional continental da planície costeira é constituído por três unidades geológicas: Depósito coluvial, Depósito de leque aluvial e Depósito aluvial. Estes depósitos estão associados à base de encostas de elevações do embasamento.

Quando a geomorfologia, as principais formas associadas são: rampas coluviais, leques aluviais proximais, medianos e distais, canais fluviais e planícies de inundação.

#### *2.3.1.3 Sistema deposicional transicional*

Os depósitos transicionais ou litorâneos encontram-se em ambientes próximos à linha de costa atual, ou paleolinhas, sendo constituídos por sedimentos arenosos associados aos ambientes marinho praias e eólicos, além de sedimentos siltosos e argilosos provenientes de ambientes lagunar, flúvio-lagunar e paludial.

Segundo Horn Filho *et al.* (2014), o sistema deposicional transicional é subdividido segundo sua escala temporal em depósitos do Pleistoceno médio, Pleistoceno superior e Holoceno.

Neste sistema estão as unidades geológicas mais recentes da planície costeira correlacionadas à eventos de transgressão (avanço) e regressão (retrocesso) do nível médio do Atlântico sul, do final do Pleistoceno e durante todo o Holoceno.

O Pleistoceno pode ser dividido em: Pleistoceno inferior, com idades entre 1,8 Ma e 780 ka AP; Pleistoceno médio, entre 780 e 120 ka AP; e Pleistoceno superior, entre 120 e 11 ka AP. Durante esses andares, foram originadas as unidades geológicas dos ambientes marinho praias, eólico, lagunar, paludial, dentre outros.

O Holoceno representa a época mais recente do Quaternário, entre 5,1 ka AP e o presente, subdividido em: Holoceno inferior, entre 5,1 e 3,6 ka AP; Holoceno médio, entre 3,6 e 2,5 ka AP; e Holoceno superior, entre 2,5 ka AP e o presente.

As unidades geológicas são individualizadas segundo a energia hidrodinâmica e aerodinâmica do meio, subdivididos em dois grupos: (i) ambientes de baixa energia, incluindo os depósitos lagunar, flúvio-lagunar, deltaico-intralagunar, de baía, estuarino e paludial; (ii) ambientes de alta energia, incluindo os depósitos marinho praial, lagunar praial, estuarino praial e eólico.

Esta pesquisa tem como principal objetivo compreender a relação da morfodinâmica praial e da ocupação adjacente, para isto será caracterizado com maior detalhe as unidades geológicas dos ambientes de alta energia tanto do Pleistoceno médio e superior, quanto do Holoceno, a fim de descrever a fisiografia que exprime a paisagem atual.

#### I. Depósito eólico do Pleistoceno médio e superior

No Pleistoceno médio (entre 780 e 120 ka AP) ocorre um afloramento do Depósito eólico na planície costeira de Santa Catarina.

Os depósitos eólicos do sistema deposicional litorâneo do Pleistoceno superior apresentam a forma de paleoduna ou manto de aspensão eólico, alcançando altitudes de até 8m, podendo apresentar estratificação e estruturas de dissipação. São constituídos de areia finas a médias, bem selecionadas, de coloração ocre a castanho claro, podendo ser recobertos por sedimentos eólicos mais recentes do Holoceno.

#### II. Depósitos do Holoceno

Os depósitos típicos dos ambientes hidrodinâmicos de baixa energia são: Depósito lagunar, Depósito flúvio-lagunar, Depósito Deltaico intralagunar, Depósito de baía, Depósito estuarino e Depósito paludial, provenientes de ambientes redutores, com circulação restrita de águas, geralmente, pouco profundos.

Por sua vez, os depósitos típicos dos ambientes hidrodinâmicos e aerodinâmicos de alta energia são: Depósito marinho praial, Depósito lagunar praial, Depósito estuarino praial e Depósito eólico, localizados em ambientes abertos, oxidantes, com

maior circulação de suas águas, e sujeitos a atuação dos ventos. Pela sua importância na planície costeira, eles serão descritos sucintamente a seguir.

O Depósito marinho praial é representado pelos sedimentos das praias atuais e praias pretéritas. Encontra-se distribuído por toda linha de costa, sob forma de cordões arenosos paralelos e subparalelos. Aflora em todos os municípios da planície costeira, em contato geológico com as rochas do Embasamento Cristalino e demais sedimentos quaternários. Sua gênese está associada à eventos transgressivos e regressivos do Holoceno. É constituído majoritariamente por areias quartzosas, finas a grossas, de coloração branca, podendo apresentar ou não minerais pesados e bioclastos carbonáticos. É de fato o depósito mais relevante no contexto proposto por esta pesquisa, que consiste nas praias atuais.

O Depósito lagunar praial ocorre associado às margens dos corpos lagunares, representando as praias arenosas que afloram nas margens lagunares, bem como nos cordões regressivos lagunares. São constituídos de areias grossas a finas, mal selecionadas, podendo apresentar matéria orgânica em decomposição e biodetritos carbonáticos. Do ponto de vista geomorfológico, apresenta a típica feição de praias lagunares. Na ilha de Santa Catarina destacam-se os depósitos adjacentes à laguna da Conceição e da lagoa do Peri.

O Depósito estuarino praial é constituído de sedimentos variados, de finos e grossos, compostos por quartzo, feldspato, carbonatos e fragmentos de rocha. Caracterizam ambientes susceptíveis às ações das marés e das ondas, ventos, orientação da linha de costa, configuração dos fundos, bem como a antropização.

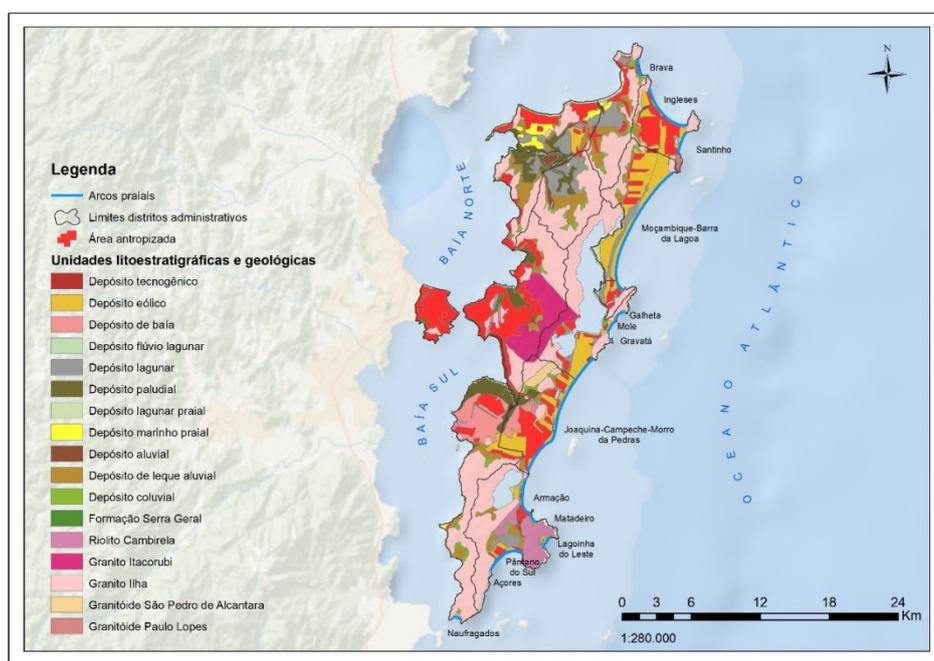
O Depósito eólico está associado às praias oceânicas e aos sedimentos marinhos praias. Apresentam a morfologia de dunas, fixas e móveis, atuais e sub-atuais, compostas por areia quartzosa fina e média, de coloração esbranquiçada, bege ou amarelada.

#### *2.3.1.4 Sistema deposicional antropogênico*

O sistema deposicional antropogênico está associado aos depósitos resultantes da atuação humana, de forma natural ou artificial. São subdivididos em depósitos do tipo sambaqui e tecnogênicos.

### 2.3.2 Unidades geológicas da Planície costeira da ilha de Santa Catarina

O referencial geológico-geomorfológico da planície costeira da ilha de Santa Catarina consiste em caracterizar as unidades geológicas com ênfase ao Depósito marinho praial e ao Depósito eólico. A geologia e geomorfologia da planície costeira da ilha de Santa Catarina é representada por 17 unidades geológicas, sendo destas seis pertencentes ao Embasamento Cristalino, denominadas assim de unidades litoestratigráficas em base aos trabalhos de Santa Catarina (2010) e Horn Filho *et al.* (2017) (Figura 3).



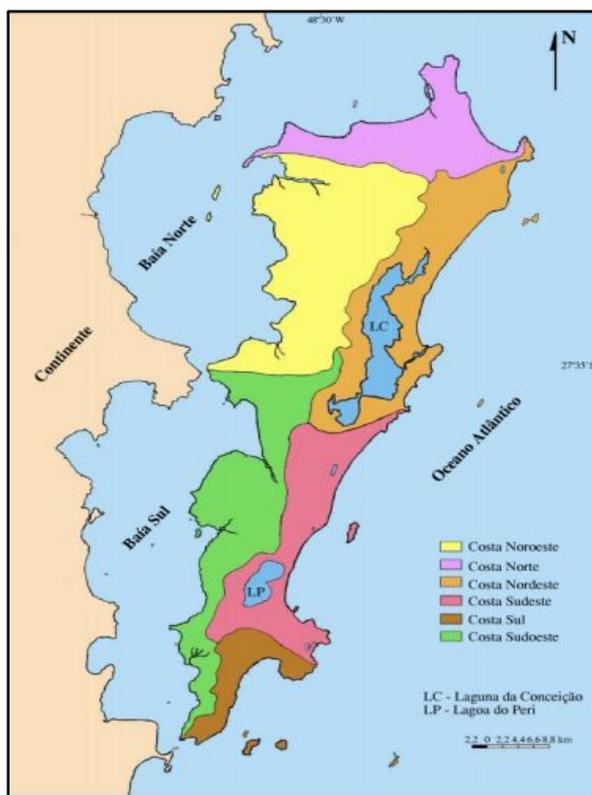
**Figura 3:** Mapa geológico do município de Florianópolis. Fonte: elaborado pela autora, com base no mapa geológico do litoral Central de Santa Catarina. Fonte: (SANTA CATARINA, 2010).

As unidades litoestratigráficas do Embasamento Cristalino são: Granitoide Paulo Lopes, Granito São Pedro de Alcântara, Granito Ilha, Granito Itacorubi, Riolito Cambirela e Formação Serra Geral.

No sistema deposicional continental estão agrupadas as unidades geológicas: Depósito coluvial, Depósito de leque aluvial e Depósito aluvial. No sistema deposicional litorâneo ou transicional aforam os sedimentos inconsolidados formados durante o Pleistoceno superior e Holoceno. O sistema deposicional antropogênico é representado pelo Depósito do tipo sambaqui e pelo Depósito tecnogênico, esse

composto basicamente por aterros, implantado onde atualmente ocorre a Beira-mar Norte e a Via Expressa Sul.

Segundo Horn Filho (2006) a ilha de Santa Catarina pode ser subdividida em seis costas do ponto de visto geológico-geomorfológico, denominadas de costa Noroeste, costa Norte, costa Nordeste, costa Sudeste, costa Sul e costa Sudoeste (**Figura 4**).



**Figura 4:** Compartimentação geológico-geomorfológica do litoral da ilha de Santa Catarina (HORN FILHO *et al.*, 2006).

Na costa Noroeste, os maciços cristalinos afloram junto à baía de Florianópolis, ocorrendo os depósitos de encosta, lagunar e paludial, abrangendo 30 praias arenosas. Do ponto de vista granulométrico, 73,52% das praias são compostas por areia grossa; 17,64% de areia média; 5,88% de areia fina e 2,96% de areia muito grossa.

A costa Norte caracteriza-se pela presença de cordões litorâneos, além de esporões arenosos (*spits*), apresentando 21 praias compostas predominantemente de areia fina.

Na costa Nordeste ocorre a presença de promontórios rochosos e depósitos eólico, marinho e lagunar, num total de oito praias arenosas, com as classes areia fina (56%), areia média (36%) e areia grossa (8%).

A costa Sudeste apresenta promontórios rochosos de natureza granítica e riolítica, aflorando no setor Central, depósitos marinho e eólico de idade pleistocênica e depósitos eólicos holocênicos, incluindo oito praias arenosas, compostas de 38,88% de areia média, 38,88% de areia fina e 22,24% de areia grossa.

A costa Sul engloba cinco praias arenosas, largas e de baixa declividade, compostas de grãos tamanho areia fina.

Na costa Sudoeste as praias são pouco desenvolvidas, pois os maciços cristalinos aparecem junto à costa. As 45 praias arenosas são compostas de 60,65% de areia grossa, 26,22% de areia média e 13,13% de areia fina.

## 2.4 HIDROGRAFIA

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA) os rios que drenam Santa Catarina integram três grandes regiões hidrográficas: a Região Hidrográfica do Paraná, a Região Hidrográfica do Uruguai e a Região Hidrográfica Atlântico Sul (SANTA CATARINA, 2007).

A rede hídrica estadual é muito rica e bem distribuída. Na vertente do Interior os rios apresentam perfil longitudinal com longo percurso e com inúmeras quedas d'água, o que evidencia o potencial hidrelétrico na região. Percebe-se também na faixa litorânea que as desembocaduras sofrem influência do regime de marés (SANTA CATARINA, 2007).

A grande maioria dos cursos d'água apresentam dois períodos típicos de cheia (primavera e final do verão) e dois períodos de vazão mínima (início do verão e outono), característica de regime subtropical (SANTA CATARINA, 2007).

Segundo as divisões criadas pelo estado para facilitar o gerenciamento dos recursos hídricos, a região hidrográfica que compreende o litoral Central de Santa Catarina é a Região Hidrográfica 8 (RH-8), (SANTA CATARINA, 2010).

A RH8 é a região que apresenta maior densidade demográfica no estado, 164 hab./km<sup>2</sup> (SANTA CATARINA, 2010). Compõe a rede hidrográfica RH8 as bacias dos rios Tijucas, Biguaçu, Cubatão e da Madre, além de outras micro-bacias.

Na ilha de Santa Catarina, as elevações propiciaram a formação de quatro vertentes distintas: vertente Leste - Pântano do Sul, Armação, Lagoa do Peri e Laguna da Conceição; vertente Oeste - Tapera, Tapera Base, Rio Tavares, Itacorubi, Saco

Grande e Ratonés; vertente Norte - Ingleses; e vertente Sul - Lagoinha do Leste e Naufragados (HORN FILHO *et al.*, 2017).

Os principais rios da ilha de Santa Catarina são o rio Vermelho, rio dos Ingleses, rio Tavares, rio Itacorubi, rio do Saco Grande e rio Ratonés. Quanto ao sistema lagunar as mais relevantes são a laguna da Conceição e lagoa do Peri (HORN FILHO *et al.*, 2017).

A rede hidrográfica tem uma relação direta com a praia, no que diz respeito ao transporte de sedimentos, montante de água e aspectos geomorfológicos decorrentes, possuindo ainda alguma relação com a forma histórica de ocupação socioespacial. Portanto a descrição de suas características torna-se relevante para esta pesquisa.

## 2.5 OCEANOGRAFIA GEOLÓGICA COSTEIRA

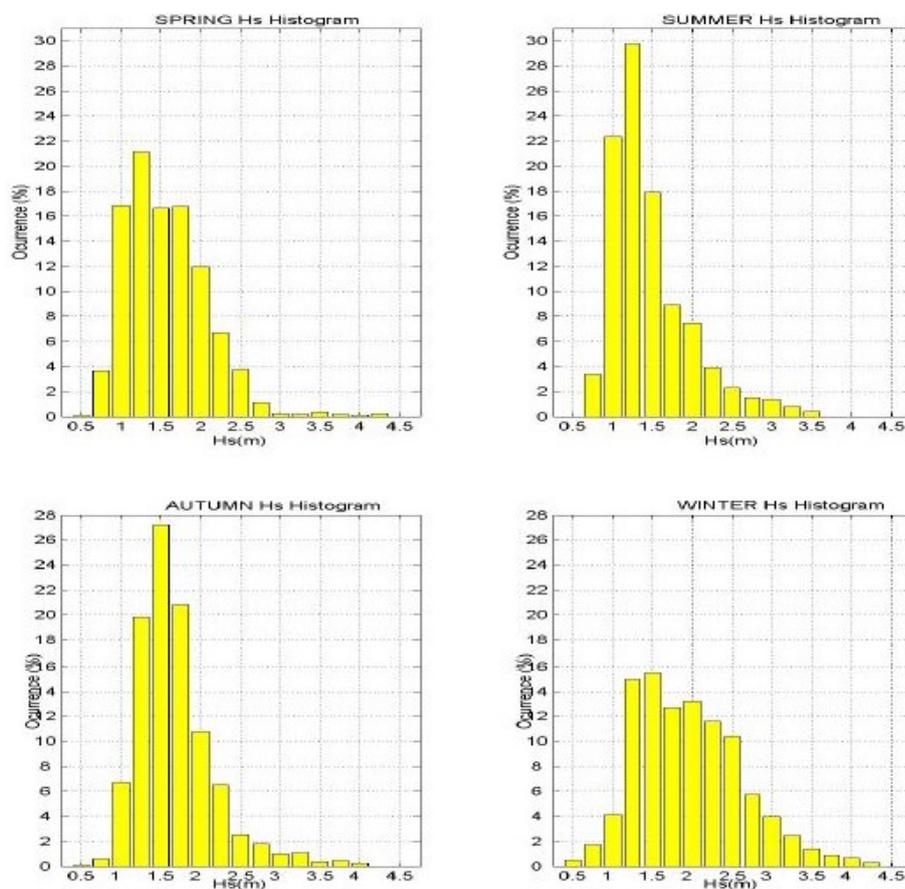
O litoral Central de Santa Catarina está inserido na Plataforma Continental Sudeste (PCSE), que é delimitado na região entre o cabo Frio ao norte e cabo de Santa Marta Grande ao sul (CARUSO JR. & ARAUJO, 1997).

Os sistemas atmosféricos influenciam diretamente nos processos morfodinâmicos da linha de costa, na geração de ondas e de marés meteorológicas (MAZZER, 2007).

Quanto ao regime dos ventos, observa-se a predominância dos ventos de direção norte e nordeste (46%), e os de quadrante sul (27,4 %) que normalmente apresentam maior intensidade (MARTINS *et al.*, 1997).

Um dos processos oceanográficos mais relevantes quanto à influência na dinâmica da plataforma nas regiões costeiras do sul do Brasil é a Convergência Subtropical, formada pela Corrente do Brasil (CB) transportando a Água Tropical (AT) e o ramo costeiro da Corrente das Malvinas transportando a Água Subantártica (ASA) (SANTA CATARINA, 2010).

O clima de ondas (**Figura 5**) é similar na primavera e no verão, com valores bem definidos de altura de onda média ( $H_s$ ) de 1,25m. No outono a altura de onda é predominantemente de 1,5m. Enquanto que no inverno as ondas variam de 1,25m a 2,5m. De modo geral pode-se considerar que as ondulações provenientes do quadrante Leste e quadrante Sul são predominantes na Ilha de Santa Catarina. E cabe ressaltar que as ondulações de sul apresentam  $H_s$  superior a 4m (ARAUJO *et al.*, 2003).



**Figura 5:** Histograma sazonal das alturas de ondas (hs) (Araújo, *et al.*, 2003, p. 4).

As marés são classificadas como regime de micro marés devido à sua baixa amplitude média, menor que 2m, com regime semi-diurno. As marés interagem na dinâmica oceanográfica podendo intensificar processos erosivos costeiros (HORN FILHO *et al.*, 2017).

A composição sedimentológica do fundo marinho é constituída, principalmente, por areia quartzosa, areia biodetrítica, lama e mistura de areia e lama. A areia quartzosa ocupa a parte interna da plataforma continental; na plataforma continental externa, encontra-se areia biodetrítica, predominantemente composta por restos de foraminíferos, briozoários, moluscos e poríferos; na plataforma continental média, a lama terrígena se estende sobre as areias situadas junto ao continente. Este corpo lamoso substitui progressivamente a areia, tornando-se areia lamosa, e areia siltico-argilosa (GRÉ, 1983).

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Williams & Micallef (2011) para que uma praia tenha uma gestão responsável, seus aspectos físicos e naturais devem ser conhecidos. A fim de compreender as características morfodinâmicas e sedimentares das praias em estudo, o referencial teórico sobre o ambiente praias busca apresentar uma síntese das discussões feitas por outros autores que darão subsídio para a pesquisa.

#### 3.1 DEFINIÇÃO DE PRAIA

Segundo Suguio (1992) praia é a zona perimetral de um corpo aquoso, composta por material inconsolidado, estendendo-se desde o nível de baixa mar média para cima, até a linha de vegetação permanente ou onde exista uma mudança na fisiografia do terreno.

Segundo a lei 7.661/88, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, artigo 10º inciso 3º “Entende-se por praia a área coberta e descoberta periodicamente pelas águas, acrescida da faixa subsequente de material detrítico, tal como areias, cascalhos, seixos e pedregulhos, até o limite onde se inicie a vegetação natural, ou, em sua ausência, onde comece um outro ecossistema.”

A praia atual apresenta grande mobilidade de areia associada à ampla variação do nível das águas. Os parâmetros geotécnicos são extremamente variáveis e os riscos ambientais são o soterramento, a erosão e alagamentos (GRÉ, 2013).

#### 3.2 FATORES DETERMINANTES NA FORMAÇÃO DE PRAIAS

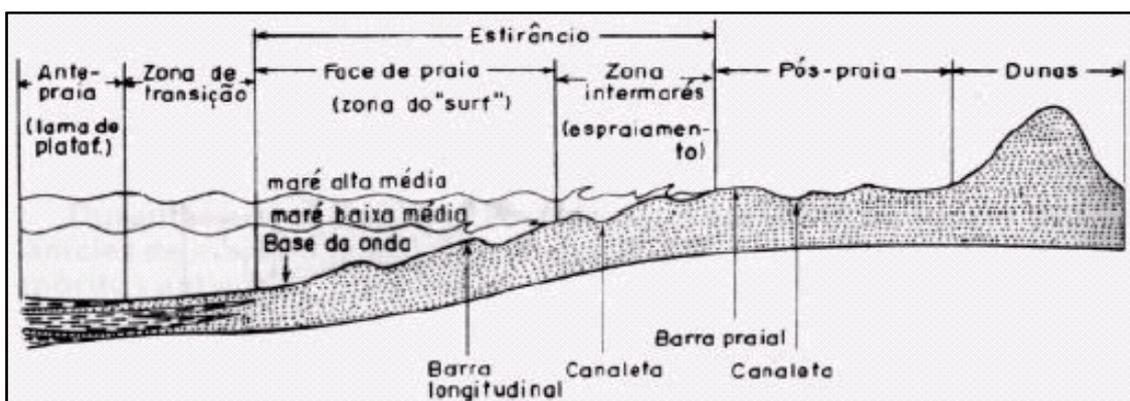
Os fatores determinantes para a formação das praias incluem os processos geológico-geomorfológicos e oceanográficos. Os geológico-geomorfológicos compreendem a constituição geológica e morfológica dos ambientes costeiros, enquanto os oceanográficos abrangem os fatores hidrodinâmicos, responsáveis pela deposição e erosão dos sedimentos adjacentes à costa (HORN FILHO *et al.*, 2017).

As características morfossedimentares do ambiente litorâneo dependem basicamente da maré, altura de onda, período de onda, tamanho do grão e forma da praia em planta (SHORT, 1999). Todavia, no desenvolver desta pesquisa se puderam

identificar outros indicadores importantes das praias, tais como, comprimento, declividade, largura, exposição, estado morfodinâmico e energia do sistema praial.

Os setores morfológicos praias são ante praia, zona de transição, estirâncio e pós- praia. A ante praia é subdividida em ante praia superior e inferior. O estirâncio, trecho situado entre os limites de baixa mar e preamar, é constituído predominantemente por sedimentos arenosos. O pós-praia está localizado acima da linha de preamar média (LPM), geralmente em contato com as dunas frontais (**Figura 6**).

O perfil praial corresponde a uma seção normal transversal de um ambiente praial, apresentando-se côncavo em direção a terra, e dinâmico em sua forma devido à ação dos agentes como ondas, marés, ventos e correntes litorâneas (SUGUIO, 1980).



**Figura 6:** Representação esquemática de terminologia usada para as várias feições geomorfológicas de um perfil praial. Fonte: (SUGUIO, 1980).

As praias arenosas oceânicas, em ambiente de micromaré, como a área de estudo, confirmam a formação e a migração de bancos arenosos associados a eventos de alta energia de onda da porção subaérea da praia em direção ao mar, com migração dos bancos rítmicos para mais lineares, ocasionando um perfil mais plano, e quando há um decaimento subsequente de energia hidrodinâmica do sistema, ocorre o contrário, os bancos arenosos se deslocam para a porção subaérea da praia (LIPPMANN et al., 1993, SHORT & AAGARD, 1993). Essa dinâmica expressa à importância da compreensão do comportamento da linha de costa em um horizonte temporal amplo. Desta forma pode-se concluir se há déficit sedimentar, que caracteriza a erosão, ou se o sedimento disponível está migrando para porções subaéreas e subaquosas, e mantém-se disponível no sistema, tendendo ao equilíbrio dinâmico.

### 3.3 DEFINIÇÃO DE ORLA MARÍTIMA

Segundo o Decreto 5.300 de 2004, que regulamenta a Lei 7.661 que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, os limites de orla, capítulo IV seção I Art. 23, estão definidos como:

I - marítimo: isóbata de dez metros, profundidade na qual a ação das ondas passa a sofrer influência da variabilidade topográfica do fundo marinho, promovendo o transporte de sedimentos; II - terrestre: cinquenta metros em áreas urbanizadas ou duzentos metros em áreas não urbanizadas, demarcados na direção do continente a partir da linha de preamar ou do limite final de ecossistemas, tais como as caracterizadas por feições de praias, dunas, áreas de escarpas, falésias, costões rochosos, restingas, manguezais, marismas, lagunas, estuários, canais ou braços de mar, quando existentes, onde estão situados os terrenos de marinha e seus acrescidos. (Decreto 5.300 de 2004, grifo da autora)

Segundo o documento “Bases para a estratégia de Gestão Integrada da Zona Costeira Nacional (Ministério do Ambiente do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, 2007) a definição de orla costeira é “porção do território onde o mar exerce diretamente a sua ação, coadjuvado pela ação eólica, e que tipicamente se estende para o lado de terra por centenas de m.”

A orla refere-se à estreita faixa de contato da terra com o mar, onde a ação dos processos costeiros ocorre de forma mais acentuada à medida que efeitos erosivos ou deposicionais podem alterar a configuração da linha de costa. Nesta faixa a degradação ambiental causada pela antropização latente exprime-se pela destruição da vegetação e construção de edificações. Através desta modificação da fisiografia da paisagem e até mesmo intervenção no processo de transporte de sedimentos (eólico ou marinho) resulta em desequilíbrios no balanço sedimentar e na estabilidade da linha de costa (MUEHE, 2001).

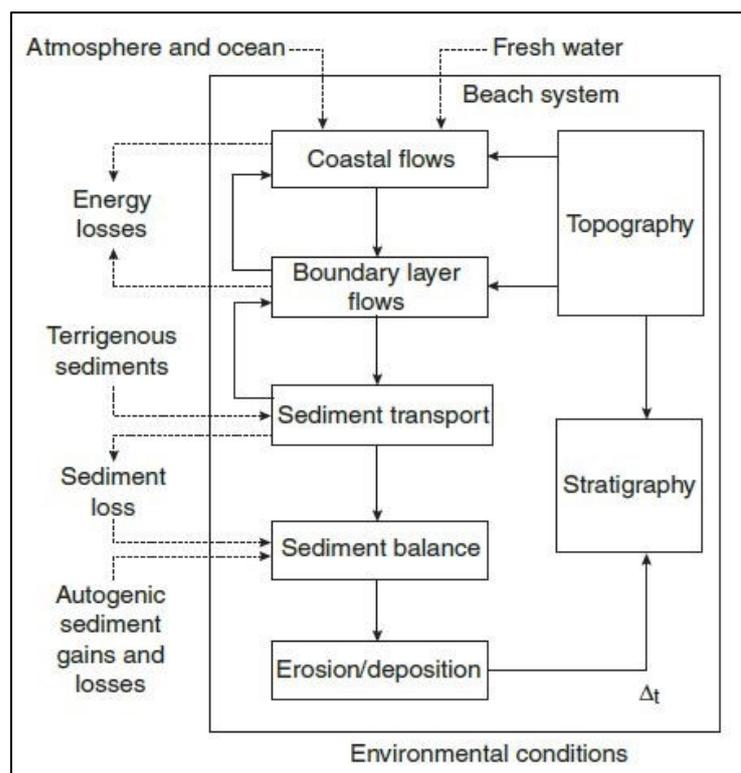
Neste trabalho, para delimitação da orla, utilizou-se como base a definição do Decreto 5.300 de 2004, o buffer foi de 200m a partir da linha de base. Apesar da existência de ecossistemas costeiros com maior extensão, como por exemplo, o Depósito eólico do sistema deposicional transicional holocênico das dunas da Joaquina, sendo este o que mais adentra a planície costeira na costa Leste da ilha de Santa Catarina, apresentando largura variando entre 1,2 a 2km (TORRONTÉGUY, 2002), optou-se por utilizar um buffer de análise padrão, e como 2 km é uma variação muito extensa em relação área de influência costeira, decidiu-se que 200m demarcados na

direção do continente a partir da linha de base seria a delimitação adequada para a análise da área urbanizada de influência direta nas praias arenosas em estudo.

### 3.4 EROSÃO COSTEIRA

A erosão costeira é um fenômeno de abrangência mundial (BIRD, 1985), e vêm sendo amplamente discutida no meio acadêmico em todo mundo (BRUNN, 1962; BIRD, 1985; SCHWARTZ, 1967; SOUZA, 2009). De modo geral, são apontadas duas principais causas: a elevação do nível do mar e o balanço sedimentar negativo.

A resultante do balanço sedimentar é consequência da interação de diversos elementos (**Figura 7**). As relações morfodinâmicas entre condições delimitadas pela topografia, estratigrafia, sistemas costeiros e atmosféricos (SHORT & JACKSON, 2013).



**Figura 7:** Relação morfodinâmica entre condições delimitadas (topografia), inputs, interações (caixas centrais) e resultando na superfície morfológica (topografia), e estratigrafia subjacente no ambiente costeiro. Fonte: Carter, R.W.G., Woodroffe, C.D. (Eds.), Coastal Evolution: Late Quaternary Shoreline Morphodynamics. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 33–86, apud Short & Jackson, 2013.

A erosão costeira pode ter causa natural ou antrópica. Segundo Souza (2009) as principais causas naturais no Brasil são: Aporte sedimentar atual insuficiente ou ausências de fontes de sedimento; Presença de amplas zonas de transporte de sedimentos (by-pass); Armadilhas de sedimentos e migração lateral, como desembocaduras fluviais ou canais de maré, depósitos de sobrelavagem, obstáculos fora da praia como, ilhas, barras arenosas, parcéis, arenitos de praia e recifes; Elevações do nível relativo do mar de curto período associados a sistemas frontais e ciclones extratropicais, marés astronômicas de sizígia e elevações sazonais; Efeitos atuais da elevação do nível relativo do mar durante o último século em taxas de até 30 cm; Efeitos secundários da elevação de longo período: Regra de Brunn e migração do perfil praiaral rumo ao continente; Balanço sedimentar atual negativo originado por processos naturais.

E as principais causas antrópicas da erosão costeira no Brasil são: Urbanização da orla, com destruição de dunas e/ou impermeabilização de terraços marinhos holocênicos e eventual ocupação da pós-praia; Implantação de estruturas rígidas paralelas ou transversais à linha de costa como espigões, molhes de pedra, enrocamentos, píeres, quebra-mares, muros, para “proteção” costeira ou contenção/mitigação de processos erosivos costeiros ou outros fins; canais de drenagem artificiais; Armadilhas de sedimentos associadas à implantação de estruturas artificiais, devido à interrupção de células de deriva litorânea, e formação de pequenas células; Retirada de areia da praia por mineração e/ou limpeza pública, resultando em déficit sedimentar na praia e/ou nas praias vizinhas; Conversão de terrenos naturais da planície costeira em áreas urbanas (manguezais, planícies fluviais/ e lagunares, pântano e áreas inundadas) provocando impermeabilização dos terrenos e mudanças no padrão de drenagem costeira; Balanço sedimentar atual negativo decorrente de intervenções antrópicas (SOUZA, 2009).

É consenso na ciência que uma das respostas à elevação do nível do mar é a erosão costeira. A regra de Brunn (1962) foi pioneira na explicação deste processo (1962), posteriormente demonstrada por Schwartz (1967) (**Figura 8**).

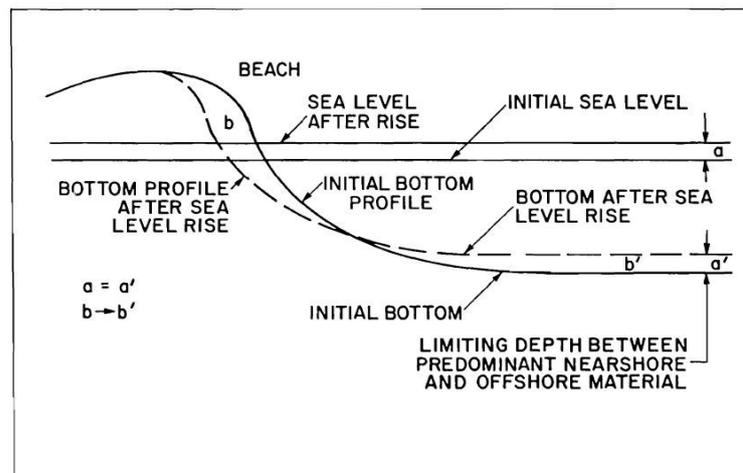


Figura 8: Regra de Bruun (SCHWARTZ, 1967)

A erosão costeira pode trazer diversos impactos, não só a praia mais em vários ambientes naturais da zona costeira, podendo causar consequências aos próprios usos e atividades antrópicas. a) Redução da largura da praia; b) desaparecimento da zona de pós-praia c) perda e desequilíbrio de habitats naturais, como praias ou alguma de suas zonas, dunas, manguezais, florestas de “restinga”; d) aumento na frequência e magnitude de inundações costeiras, causadas por ressacas (marés meteorológicas) ou eventos de marés de sizígia muito elevados; e) aumento da intrusão salina no aquífero costeiro e nas drenagens superficiais da planície costeira; f) Destruição da infraestrutura como perda de propriedades, destruição de estruturas artificiais, g) desvalorização imobiliária, paisagística que leva ao comprometimento do potencial turístico da região costeira e prejuízos nas atividades sócio-econômicas. h) artificialização da linha de costa devido à construção de obras costeiras para proteção e/ou recuperação ou mitigação, somado a gastos astronômicos com a recuperação de praias e reconstrução da orla marítima (SOUZA, 2009).

Neste contexto, esta pesquisa procura compreender a dinâmica evolutiva espacial em fase à descaracterização das unidades geológicas e no impacto nos processo de erosão costeira nas praias oceânicas arenosas em estudo.

### 3.5 DESCARACTERIZAÇÃO DAS UNIDADES GEOLÓGICAS

O homem surgiu recentemente na história, do ponto de vista geológico, na linha do tempo do planeta. Contudo esta espécie se tornou um importante agente geológico-

geomorfológico, capaz de transformar a paisagem de forma muito acentuada, intensificando processos naturais, e causando efeitos antrópicos, antes não conhecidos.

Desde o século XIX já há relatos de alterações geomorfológicas resultantes da intervenção antrópica, Von Eschwege (1833) em sua obra '*Pluto Brasilienses*' descreve o assoreamento de um rio próximo a áreas de mineração em MG (PELOGGIA, 1997). O fato é que o homem passa a produzir bens de consumo e para isso se apropria da natureza e a modifica. Estas mudanças causam uma série de fatores responsivos, dentre eles, desequilíbrios nos ambientes naturais.

A Geologia do tecnógeno funda-se no estudo dos produtos (depósitos e feições, ditos tecnogênicos) gerados diretamente ou influenciados pela atividade humana, mas também de seus processos específicos, estes que atuam sobre os próprios depósitos tecnogênicos assim como sobre maciços e relevos pré-existentes (PELOGGIA, 1997).

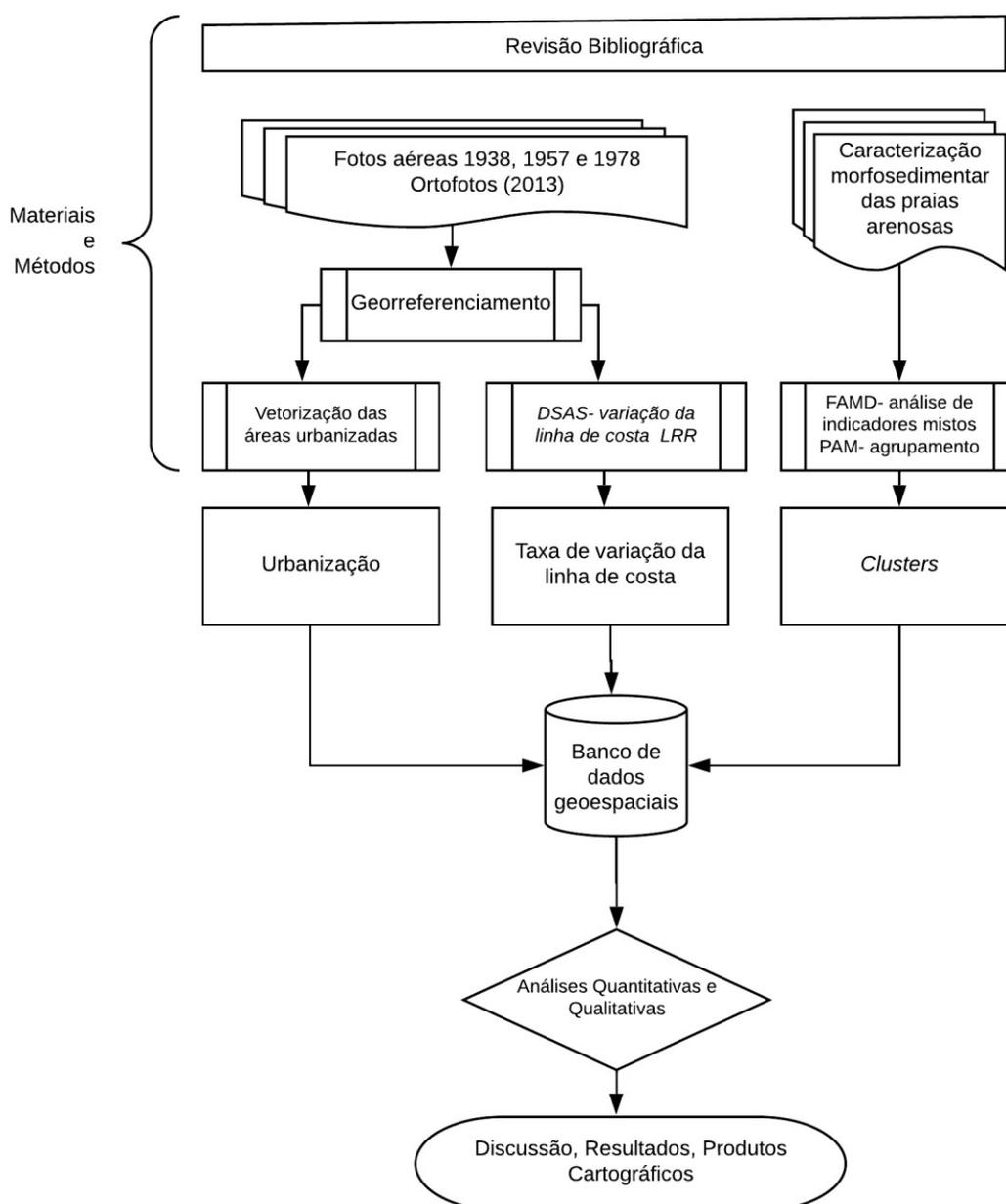
Rohde (1996) descreve que as “as ações humanas que iniciam o Tecnógeno podem ser identificadas no balanço de energia da Terra e seu clima, nos seus campos físicos, no intemperismo físico e químico, no relevo, nas condições hidrogeológicas, nos movimentos de massas e taludes, na desertificação, na erosão acelerada, nos processos costeiros e na subsidência. O homem reproduz, até mesmo, processos endógenos e extraterrestres”.

Nesse contexto pode-se observar que descaracterização das unidades geológicas é ação do homem neolítico como agente geológico, que altera a paisagem natural, cria novas formas de relevo, e contribui na modificação de processos geomorfológicos, como intemperismo, erosão e deposição.

A linha de costa é um elemento geomorfológico que apresenta alta dinâmica espacial decorrente de respostas a processos costeiros de diferentes magnitudes e frequências. Suas mudanças de posição são de natureza complexa, envolvendo diversos processos (CAMFIELDS E MORANG, 1996). Por este motivo, acaba sendo muito suscetível a qualquer alteração, e o agente antrópico, por sua vez, modifica facilmente esses ambientes podendo intensificar processos erosivos de causas naturais, e sendo capaz de originar a erosão nos sistemas costeiros.

#### 4 MATERIAIS E MÉTODOS

Os procedimentos metodológicos desta dissertação aparecem no fluxograma da **Figura 9**, sendo divididos em três etapas: (i) vetorização das áreas urbanizadas; (ii) cálculo da variação da linha de costa; (iii) agrupamento das praias arenosas a partir de aspectos morfossedimentares.



**Figura 9:** Fluxograma que apresenta a metodologia proposta na pesquisa.

#### 4.1 GEORREFERENCIAMENTO

A taxa de variação da linha de costa e as áreas urbanizadas foram analisadas em base a série temporal de fotografias aéreas de 1938, 1957, 1978 e 2013 (**Tabela 1**).

**Tabela 1:** Fotografias aéreas utilizadas na presente pesquisa.

<b>Data</b>	<b>Escala</b>	<b>Origem dos dados</b>
1938	1:30000	SPG
1957	1:25000	SPG
1978	1:25000	SPG
2013	1:2000	SDS

Especificamente as fotografias aéreas pancromáticas dos voos aerofotogramétricos de 1938, escala 1:30.000, executado pela Força Aérea Americana (USAF), as aerofotos de 1957 do INCRA- Secretaria de Desenvolvimento Econômico e Integração ao Mercosul, escala 1:25.000; aerofotogrametria de 1978, escala 1:25.000, executado por Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul S.A; e as ortofotografias do aerolevanteamento de 2013, coloridas (RGB), com resolução espacial de 39cm e escala 1: 1.000, na tela do computador. De acordo com os executores (SDS, 2013, FURLANETTI, 2016 e ENGEMAP, 2013), esse último produto é um grande diferencial do ponto de vista de precisão e nível de detalhamento.

As fotos aéreas físicas e digitais foram disponibilizadas pela Secretaria de Estado do Planejamento (SPG), Diretoria de Cartografia e Estatística (DEGE), disponível em seu acervo cartográfico. Todas as imagens foram digitalizadas com a resolução de 600 DPI.

Para o cálculo da representatividade do pixel no terreno deve-se multiplicar  $2,54 \times 10^{-2}$  (valor, em metros, de uma polegada) pela escala da imagem e, então dividir o resultado pela resolução com que a imagem foi digitalizada (DPI), conforme a **equação 1** (ARAÚJO, *et al.* 2008).

**Equação 1:** Representatividade do pixel

$$\text{Representatividade do pixel} = \frac{2,54 \times 10^{-2} (m) \times \text{Escala}}{\text{resolução}(dpi)}$$

Desta forma foram obtidos valores de 1,2 m para as fotografias de 1938; 1,05 m para as de 1957; de 1,05m para as de 1978; e de 0,39m para as de 2013. Sugere-se manter a representatividade do pixel próximo a 1 metro (ARAÚJO, *et al.* 2008).

As fotografias foram georreferenciadas com auxílio da ferramenta *Georeferencing* do *ArcGis*, a partir do método de transformação afim (polinômio de primeira ordem), e tendo como base as coordenadas dos pontos homólogos extraídas das ortoimagens do projeto do Aerolevante de Santa Catarina, disponível pelo protocolo da OGC em WMS (*Web Map Service*) no portal SIGSC (SDS, 2013).

A base cartográfica é utilizada para a seleção dos pontos de controle necessários ao processo de correção geométrica, estes são feições bem definidas e facilmente reconhecíveis, que podem ser precisamente localizados tanto na base quanto na fotografia a ser georreferenciada. Foi utilizada apenas a parte central das aerofotos a fim de diminuir a distorção radial ocasionada pelo erro da captura angular da lente. Após a retificação de cada fotografia procede-se à construção dos mosaicos de cada ano.

A fim de aferir a acurácia posicional da base cartográfica deve-se mensurar o erro inerente aos processos fotogramétricos, como inclinação da câmera, distância focal, erros de paralaxe, distorção radial da foto, para executar a correção geométrica.

Neste processo é importante avaliar o erro quadrático médio (EQM) (**Equação 2**), este erro é a média dos valores obtidos pela diferença entre a posição estimada e a posição real elevada ao quadrado, ou seja, o erro posicional inerente ao modelo entre uma imagem e outra (KLEIN *et al.*, 2016).

**Equação 2:** Erro Quadrático Médio

$$EQM = \sqrt{(X_{foto} - X_{base})^2 + (Y_{foto} - Y_{base})^2}$$

Onde:  $X_{foto}$ = Coordenada no eixo X obtida na fotografia aérea vertical;  $X_{base}$ = Coordenada no eixo X obtida na base cartográfica;  $Y_{foto}$ = Coordenada no eixo Y obtida na fotografia aérea vertical;  $Y_{base}$ = Coordenada no eixo Y obtida na base cartográfica.

Para controlar a precisão do georreferenciamento multiplica-se o EQM (Equação 1) pela constante tabelada (1,7308), a fim de se obter um nível de confiança de 95% em relação à posição verdadeira dos pontos na base cartográfica, segundo o Comitê Norte-Americano de Padronização de Dados Geográficos. Ou seja, 95% da imagem retificada

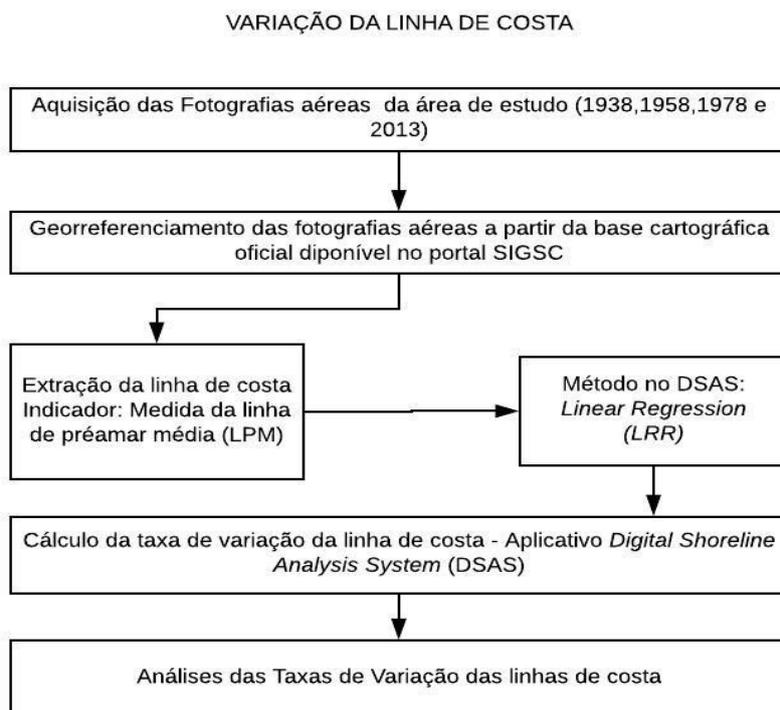
terá exatidão igual ou menor que o EQM (FGDC-STD, 1998). A incerteza adotada para cada mosaico deve ser referente à fotografia/imagem individual que apresenta o maior erro (ARAÚJO, *et al.* 2008). Para os cálculos foi considerado o maior erro residual encontrado no georreferenciamento. O resultado foi considerado como valor de incerteza para o cálculo de variação da linha de costa.

#### 4.2 CÁLCULO DA VARIAÇÃO DA LINHA DE COSTA

A posição da linha de costa encontra-se em constante transformação, isto se dá devido aos processos dinâmicos inerentes aos sistemas costeiros. Para se estudar a variação da mesma, em um dado período de tempo, existem diversas fontes de dados, dentre elas, mapas históricos, fotografias aéreas, imagens orbitais, pancromáticas ou multiespectrais, sensoriamento remoto, perfis de monitoramento praiial, mapeamento por GPS, ou por sensores especializados, sendo que cada um dos métodos de aquisição dos dados apresenta suas vantagens e desvantagens (BOAK e TURNER, 2005; ARAÚJO *et al.*, 2008 e SOUZA & LUNA, 2009).

O método adotado nesta pesquisa utilizou fotografias aéreas, que apesar de serem estáticas, ou seja, representarem o comportamento daquele sistema em um dado momento específico, não significa que são condições habituais deste determinado local. Todavia, a interpretação visual a partir desta ferramenta é ainda muito utilizada no meio científico, visto que os resultados apresentam aproximações válidas, além de proporcionarem uma interpretação mais ampla das variações têmporo-espaciais (**Figura 10**).

O limite do polígono praiial é delimitado por duas referências, sendo elas; (i) o limite superior, delimitado pela presença de vegetação permanente ou estrutura rígida de origem antrópica (*baseline*); (ii) linha de preamar média (LPM), a qual é determinada pela linha de sedimentos secos/sedimentos molhados. De acordo com Crowell *et al.* (1991), Anders & Byrnes (1991), Leatherman (2003) e Mazzer & Dillenburg (2009), a LPM é um bom indicador da linha de costa, por representar melhor as posições de máximas variações durante o dia da obtenção da aerofoto, minimizando erros de variações diurnas.



**Figura 10:** Fluxo de processos para o cálculo da taxa de variação da linha de costa.

Para o cálculo das taxas de variação da linha de costa foi utilizado o *software ArcGis 10.5* e a extensão *Digital Shoreline Analysis v.5.0 (DSAS)*. O DSAS é uma ferramenta que permite a automatização de processos de análises quantitativas inerentes à linha de costa, proporcionando mensurar as taxas de retrogradação e progradação e traçar tendências de comportamento tempo-espaciais. Assim, a partir de dados vetoriais de uma série temporal o DSAS gera transectos ortogonais à linha de costa e são calculadas as estatísticas de taxas de variação (THIELER *et al.*, 2009; NERVINO, 2018).

No Trecho analisado foram gerados 890 transectos com intervalos de 50 m entre eles, ao longo de toda a costa leste da ilha de Santa Catarina. A análise começa na praia Brava e se distribui até a praia da Solidão, padronizando um método contíguo para proporcionar a compreensão sistêmica do sistema litorâneo da costa oceânica. Os *ranges* das classes referentes às taxas do *Linear Regression Rate (LRR)* foram selecionados pela função “*Scale to My data*” no *DSAS*.

Muitos autores vêm discutindo qual o melhor método a ser aplicado para quantificação da taxa de erosão e apresentam diversos métodos estatísticos, contrapondo a eficiência de cada um e a aplicabilidade para cada caso específico (CROWELL *et al.*, 1991; DOLAN *et al.*, 1991, CAMFIELD & MORANG, 1996, FENSTER *et al.*, 2001,

BYRNES *et al.*, 2003, BOAK & TURNER, 2005, ESTEVES *et al.*, 2009, SOUZA & LUNA., 2009 e KLEIN *et al.*, 2016).

Para determinação da taxa de variação da linha de costa, utilizou-se o método de regressão linear (*LRR- Linear Regression Rate*), que resulta na taxa de variação em m/ano, levando em consideração todas as linhas de costa disponíveis. Por considerar todos os dados disponíveis, este método torna-se mais detalhado, e, mais fidedigno. O cálculo, que é feito automaticamente pelo programa no método LRR pode ser sintetizado com a seguinte equação (**Figura 11**).

**Y = A + Bx**

Onde:  
A é interseção da linha no eixo Y.  
B é a inclinação da linha (variação anual).  
X é a variável independente.

**A =  $\frac{\sum x^2 \sum y - \sum x \sum xy}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$**

Onde:  
Σ é a soma de variáveis.  
x é ano de cada análise.  
y é a distância de cada ponto para a linha de base.  
N é a quantidade de linhas inseridas

**B =  $\frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$**

**Figura 11:** Fórmula da regressão linear simples aplicada no método LRR/DSAS. Fonte: (SOUZA, 2016)

A linha de regressão é colocada de modo que a soma dos quadrados residuais seja minimizada (THIELER *et al.*, 2009). Neste método apresenta-se um erro padrão de estimativa (*LSE- Standard Error of Linear Regression*) dado pela equação abaixo. Onde y é a distância entre o ponto da linha de base até o ponto da linha de costa, y' é o valor previsto a partir da equação da linha de regressão e n-2 é o grau de liberdade (THIELER *et al.*, 2009, KLEIN *et al.*, 2016).

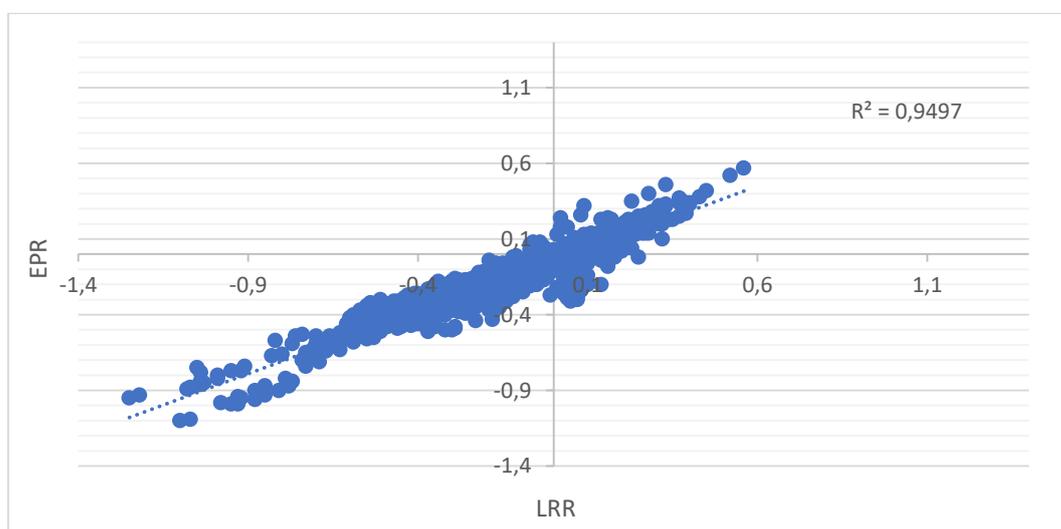
**Equação 3:** Erro padrão da estimativa

$$LSE = \sqrt{\frac{\sum (y - y')^2}{n - 2}}$$

Tem-se ainda o erro padrão da inclinação com intervalo de confiança selecionado pelo usuário (*LCI- Confidence Interval of Linear Regression*), e o valor do coeficiente de determinação R<sup>2</sup> (*LR2- R-Squared of Linear Regression*), que segundo Thieler *et al.* (2009) é a porcentagem de variação nos dados, este é um índice

adimensional que varia entre zero e um, o quanto mais o  $R^2$  se aproximar de 1, maior é a correlação entre os dados.

Além do LRR aplicou-se o método *End Point Rate (EPR)*, este por sua vez foi utilizado para analisar a correlação entre as taxas dos diferentes métodos. Segundo Souza *et al.* (2009) o *EPR* é um dos mais utilizados devido à facilidade de aplicação, este representa a medida da distância horizontal entre duas posições de linha de costa de costa no tempo, envolvendo apenas dois períodos, a LC mais recente e mais antiga. Porém quando se tem as linhas de costa intermediárias o *EPR* acaba por ignorá-las, portanto análises mais detalhadas podem ser perdidas, como tendências cíclicas. De modo geral o *EPR* e o LRR demonstraram uma correlação positiva conforme o **Gráfico 1**.



**Gráfico 1:** Correlação entre as taxas EPR e LRR.

#### 4.3 VETORIZAÇÃO DAS ÁREAS URBANIZADAS

As áreas urbanizadas de 1938, 1957 e 1978 foram vetorizadas a partir do georreferenciamento e mosaicagem das imagens aéreas. E os polígonos referentes ao ano de 2013 foram disponibilizadas por Neves (2017), em arquivo *.shp*.

Para justificar o *buffer* de análise do perímetro urbano de influência sobre a costa utilizou-se a definição de orla já apresentada no referencial teórico, segundo Muehe (2001), Decreto 5.300 (2004) e Ministério do Ambiente do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional (2007). Conforme o Decreto 5.300/2004 o limite da orla terrestre pode ser definido de duas formas; adota-se 50m em áreas urbanizadas e 200m em áreas não urbanizadas, na direção do continente a partir da linha

de preamar ou pode-se utilizar o final de ecossistemas, tais como feições de praia, dunas e outras.

Como dito anteriormente no referencial teórico, apesar do Depósito eólico do sistema deposicional transicional holocênico das dunas da Joaquina, que mais adentra a planície costeira na costa Leste da ilha de Santa Catarina, apresentar largura variando até 2km de extensão (TORRONTÉGUY, 2002), optou-se por utilizar um buffer de análise padrão, e como 2km é uma variação muito extensa em relação área de influência costeira, decidiu-se que 200m demarcados na direção do continente a partir da linha de base seria a delimitação adequada para a análise da área urbanizada de influência costeira direta, conforme o Decreto 5.300 de 2004.

Para tanto foi realizada a vetorização das áreas urbanizadas sobre o limite adotado 200m da linha de base em direção a retroterra (**Figura 12**).



**Figura 12:** Buffer de análise da área urbanizada.

#### 4.4 AGRUPAMENTO DAS PRAIAS ARENOSAS A PARTIR DE ASPECTOS MORFOSEDIMENTARES

A 3ª etapa da pesquisa consistiu na análise de *cluster* que visa agrupar indivíduos com características similares, a fim de identificar distribuição de padrões e correlações importantes em um grande conjunto de dados. O propósito de agrupar as praias segundo parâmetros morfoossedimentares é a análise comparativa intergrupos. Verificar se dentro do mesmo grupo as praias com a orla adjacente ocupada pela antropização e praias “naturais” apresentam a variação similar da linha de costa, ou discrepante.

As variáveis morfoossedimentares mais relevantes para a caracterização das praias, estas foram selecionadas segundo Bray *et al.* (1995), Torronteguy (2002), Souza & Suguio (2003), Simó & Horn Filho (2004), Klein (2004), Menezes & Klein (2004), Horn Filho (2004), Mazzer (2007), Mazzer *et al.* (2008), Rudorff & Bonetti (2010), Silveira *et al.* (2010), Bittencourt *et al.* (2010), Heidrich (2011), Oliveira *et al.* (2014) e Horn Filho *et al.* (2017).

Estes indicadores foram: comprimento da praia; largura média da praia; declividade média da praia; altura média das ondas no ponto de quebra (Hb); textura dos sedimentos; grau de seleção dos sedimentos; exposição da praia às ondas; forma planimétrica; estado morfodinâmico; energia do sistema e estado de equilíbrio. Neste contexto foi efetuada a caracterização destes indicadores para cada praia em estudo a partir da sistematização da revisão bibliográfica disponível.

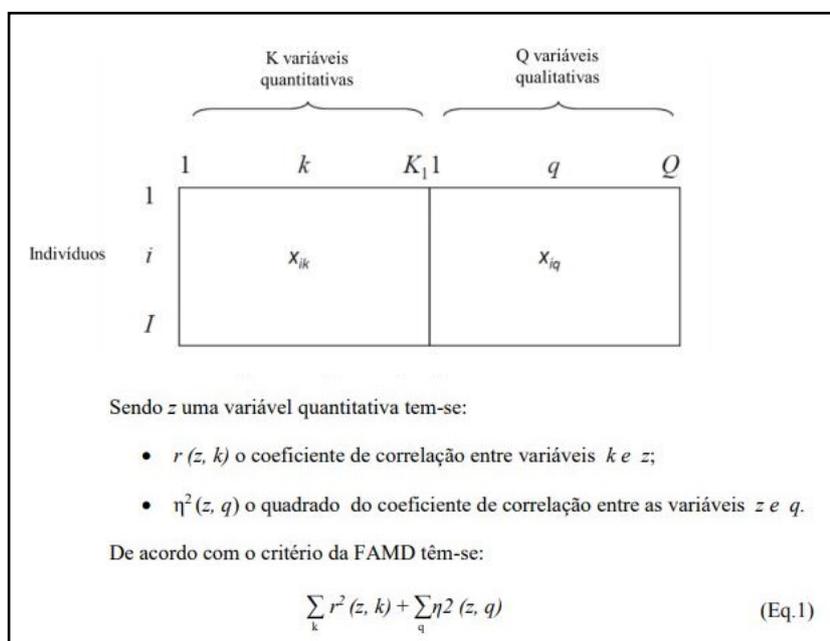
Esta revisão é apresentada nos resultados, e o produto final foi uma tabela com a caracterização dos indicadores morfoossedimentares pré-selecionados de cada praia (**Anexo 2**).

Para os agrupamentos foi utilizada a metodologia *Partitioning Around Medoids (PAM)*, no qual o objetivo é determinar uma  $k$  quantidade de atributos representativos (medóide), e identificar os indivíduos com as características a estes medóides, resultando nos *clusters* (KAUFMAN & ROUSEEUW, 1987). Este método foi aplicado com o *software R*.

Como as variáveis eram muito correlacionadas, o primeiro teste de agrupamentos resultou em grupos sobrepostos, sendo necessário desagregar as variáveis. Para tal foi utilizado o método *Factor Analysis of Mixed Data (FAMD)*, sendo

este o principal método de análise de dados mistos, adequado para quando o dado apresenta variáveis qualitativas e quantitativas (PAGÈS, 2004). O princípio da análise fatorial se baseia em investigar se as covariâncias ou correlações de um conjunto de variáveis podem ser explicadas por um número menor de variáveis não observados, denominadas fatores comuns.

O termo *Mixed* se refere à presença simultânea de variáveis categóricas e quantitativas como elementos ativos. Grosso modo, poderíamos dizer que a FAMD é uma análise de componentes principais (PCA do inglês Principal Components Analysis) para as variáveis quantitativas e como uma análise de correspondência múltipla (MCA do inglês Multiple Correspondence Analysis), para as variáveis qualitativas (MACEDO, 2014) (**Figura 13**).

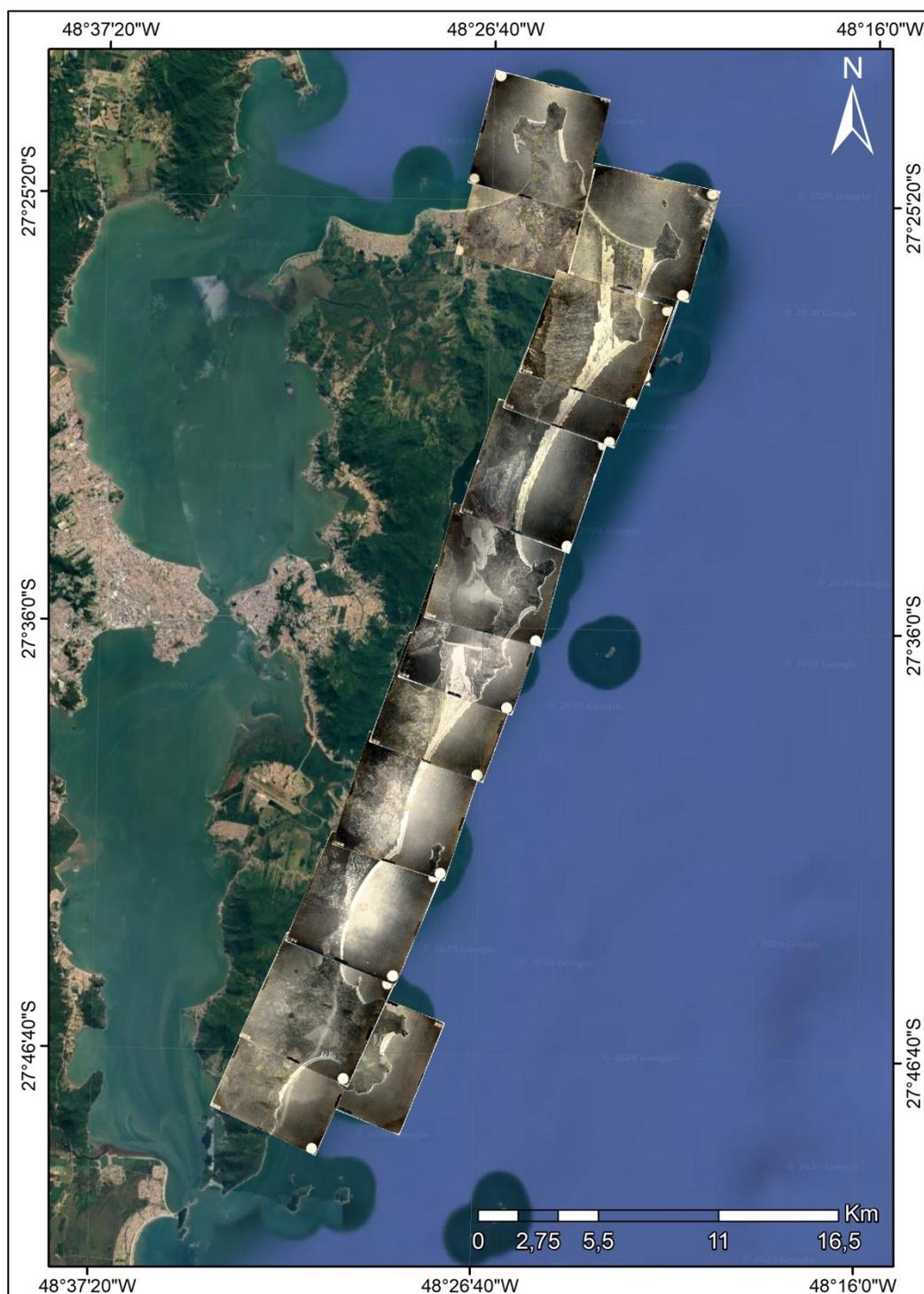


**Figura 13:** Representação Gráfica de dados utilizados em FAMD. Fonte (MACEDO, 2014)

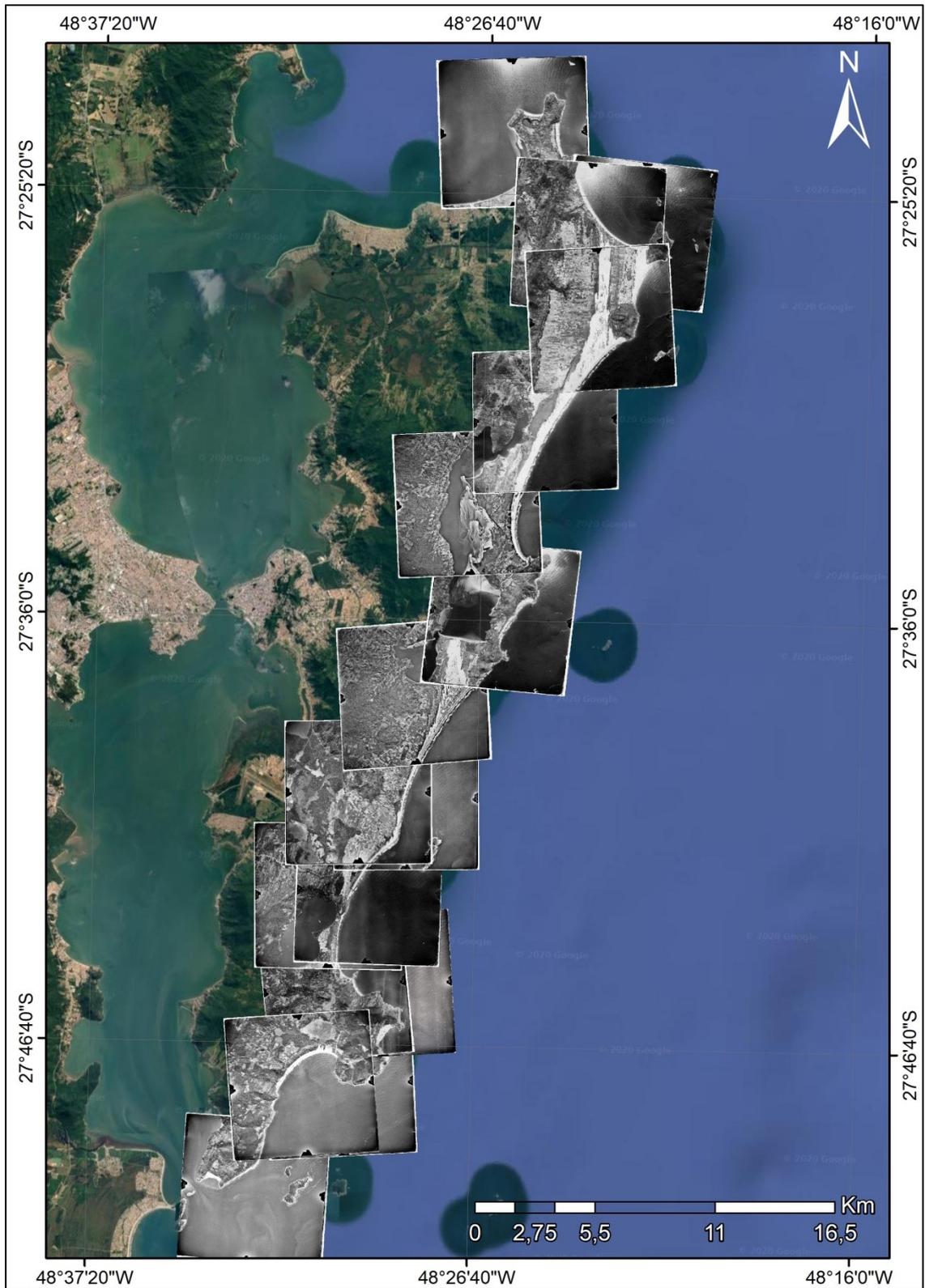
Posto isto, com auxílio do *software estatístico R* gerou-se os grupos de praias com características semelhantes, segundo as variáveis mosfossedimentares mais relevantes, dando origem a proposta de setorização das praias arenosas oceânicas da costa Leste da ilha de Santa Catarina.

## 5 RESULTADOS

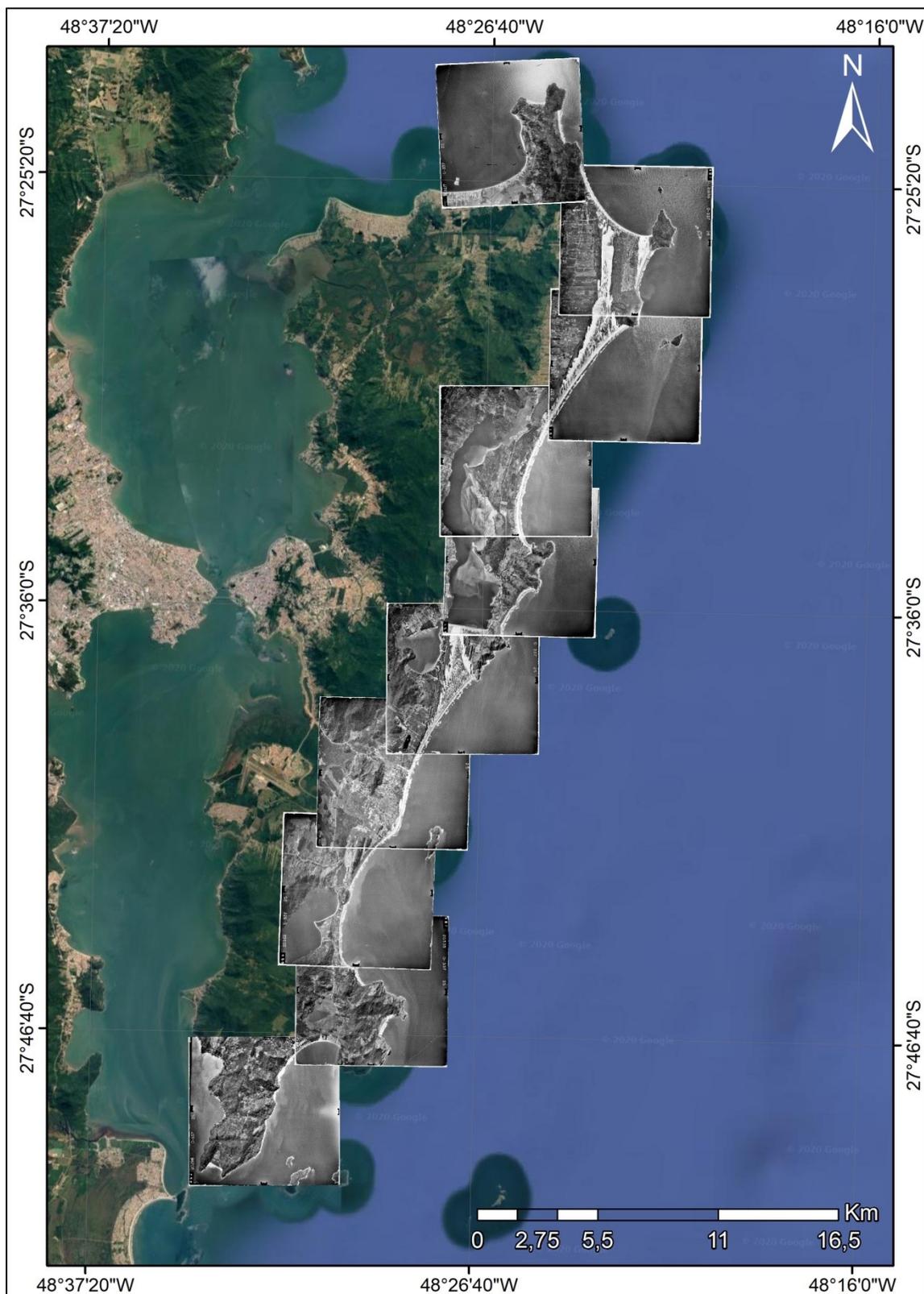
As fotografias aéreas de 1938 (**Figura 14**), 1957 (**Figura 15**), 1978 (**Figura 16**) foram georreferenciadas com base nos pontos homólogos do aerolevanteamento do estado de 2013, essas imagens orbitais do mapa base foram disponibilizadas pelo *Web Map Service* (WMS) do portal SIGSC.



**Figura 14:** Fotografias aéreas de 1938 georreferenciadas, Basemap WMS, SIGSC (SDS, 2013).



**Figura 15:** Fotografias aéreas de 1957 georreferenciadas, Basemap WMS, SIGSC (SDS, 2013).



**Figura 16:** Fotografias aéreas de 1978 georreferenciadas, *Basemap* WMS, SIGSC (SDS, 2013).

Este produto cartográfico permitiu a vetorização das áreas urbanizadas, bem como a vetorização das linhas de costas pretéritas dos anos de 1938, 1957, 1978 e 2013.

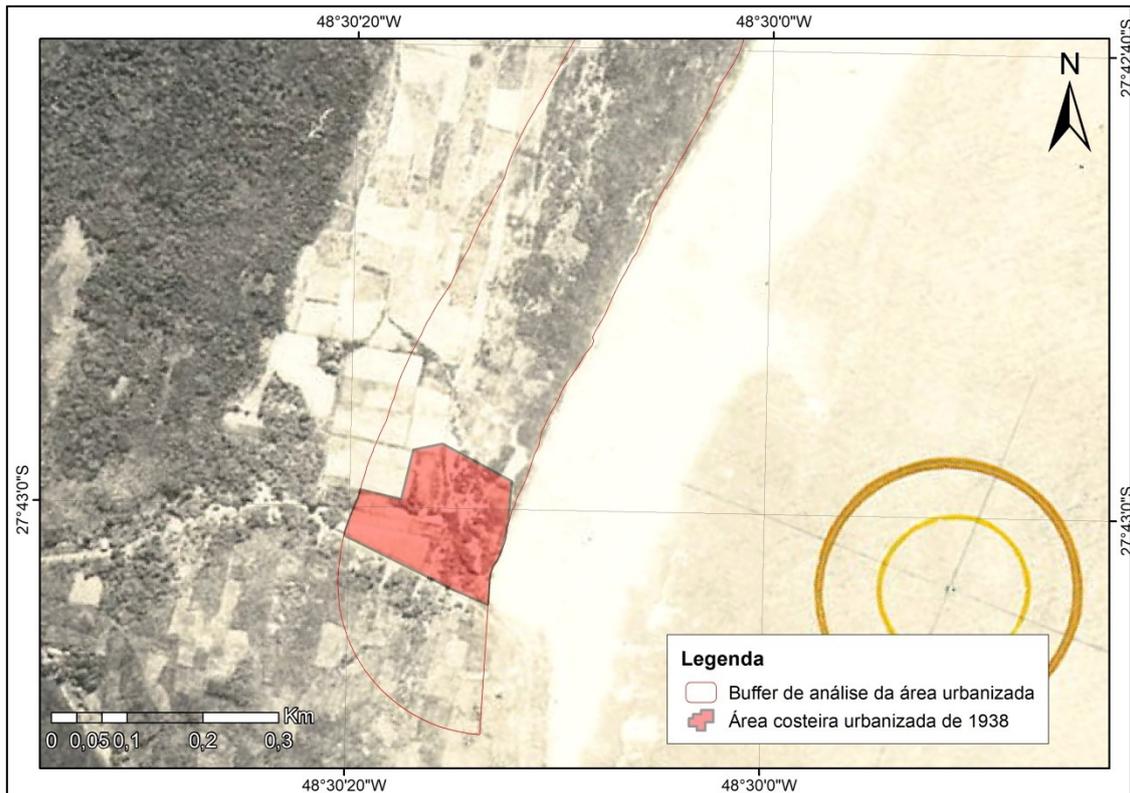
## 5.1 ÁREAS URBANIZADAS

Para a análise espacial das localidades antrópicas adjacentes à orla efetuou-se a vetorização das áreas urbanizadas. Para tal o *buffer* de análise foi determinado conforme especificado na metodologia. Estabeleceu-se um *buffer* de 200m a partir da *baseline* conforme o Decreto 5.300 de 2004.

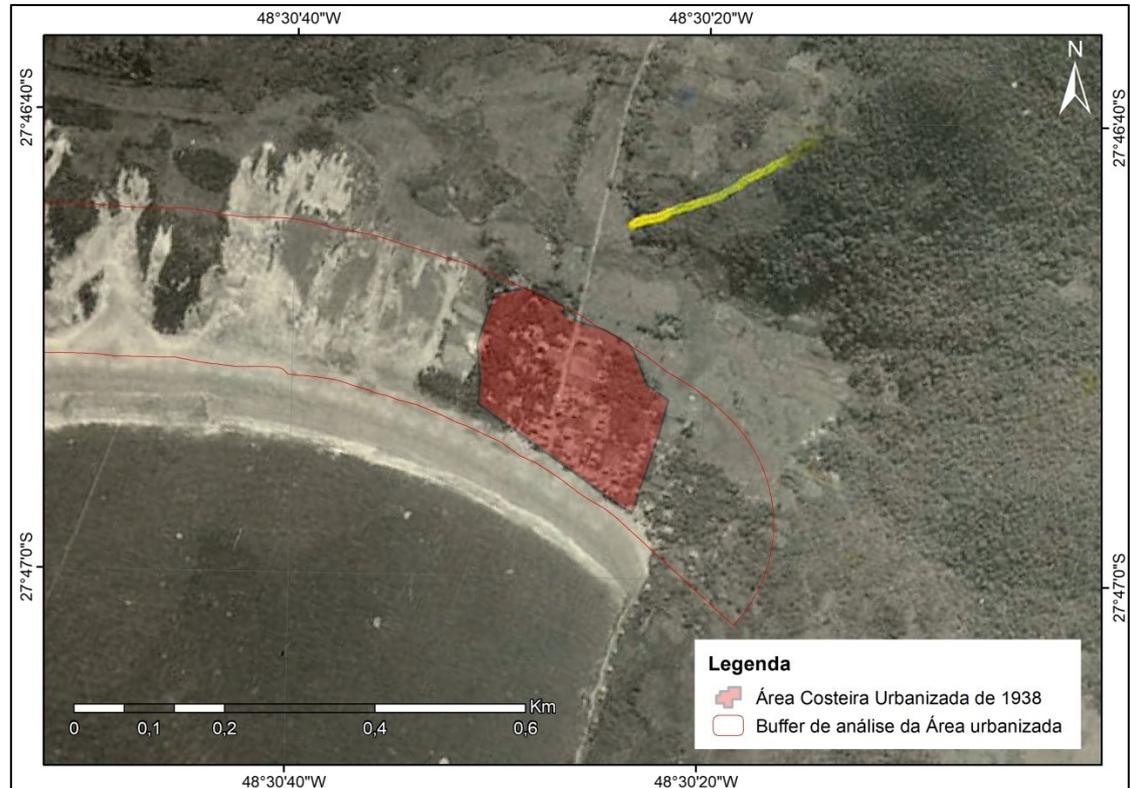
A ocupação inicial da orla oceânica da ilha de Santa Catarina se deu em áreas localizadas onde foram instaladas as sedes, as freguesias e os assentamentos de pescadores (REIS, 2002). Pode-se observar nas fotografias aéreas de 1938, que as praias de Barra da Lagoa (**Figura 17**), Morro das Pedras (**Figura 18**) e Pântano do Sul (**Figura 19**) apresentavam algumas casas difusas justamente nas freguesias e localidades pesqueiras.



**Figura 17:** Área urbanizada na Barra da Lagoa em 1938.



**Figura 18:** Área urbanizada Morro das Pedras em 1938.



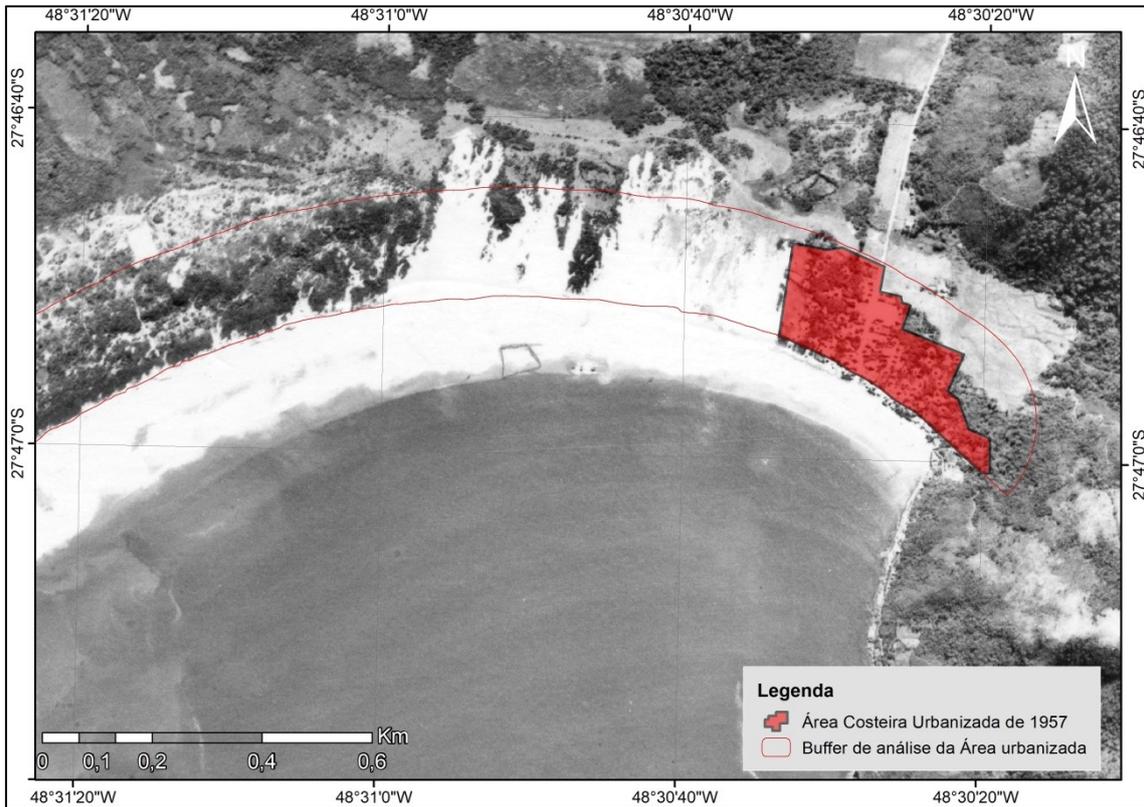
**Figura 19:** Área urbanizada Pântano do Sul em 1938.

Além disso, nas imagens pode-se perceber que o uso da terra era basicamente voltado à agricultura e pecuária. Caruso (1990) em sua análise apresenta as classes de zona agrícola e zona agrícola abandonada, com áreas representando 42,30% e 48,36%, respectivamente. Segundo Neves (2017) a agricultura ocupava uma área de 36,81% para o ano de 1938, enquanto a urbanização representava 396.415,82m<sup>2</sup> da área total da ilha de Santa Catarina.

Em 1957 há mudanças nas características espaciais quanto ao uso da terra. As residências pretéritas, dispersas, começam a se consolidar como áreas urbanizadas, por exemplo, na praia do Morro das Pedras (**Figura 20**) e Pântano do Sul (**Figura 21**), não obstante novas localidades começam a surgir, como, nas praias da Armação (**Figura 20**), na praia dos Ingleses (**Figura 22**) e na praia Brava (**Figura 23**).



**Figura 20:** Área urbanizada 1957, praia do Morro das Pedras e setor sul e central da Armação.



**Figura 21:** Área urbanizada 1957, praia do Pântano do Sul.



**Figura 22:** Área urbanizada 1957, praia dos Ingleses.



**Figura 23:** Área urbanizada 1957, praia Brava.

A cidade apresentou significativa expansão nos anos 1960 e 1970, com a implantação da Universidade Federal de Santa Catarina e atuação de grandes empresas (IPUF, 2008). Nestas décadas de acentuado desenvolvimento urbano, incrementou-se a busca e a ocupação das praias pela população local e, principalmente, por turistas que transitavam pela BR 101, recém-construída (OLIVEIRA, 2009).

De uma forma geral a ocupação da orla adjacente às praias em análise se deu de uma forma não planejada. Pode-se observar a expansão das áreas urbanizadas pré-existentes, como nas praias, do Morro das Pedras e Armação (**Figura 24**), Barra da Lagoa (**Figura 25**), Pântano do Sul (**Figura 26**) e Ingleses (**Figura 27**). No caso do

Pântano do Sul, fazendo uma comparação com 1957 (**Figura 21**), pode-se perceber a expansão da ocupação sobre as dunas, repara-se uma feição de demarcação de terrenos sentido praia dos Açores ao sul.

E surgem novas localidades urbanas, como na praia do Campeche (**Figura 28**) e na praia da Joaquina (**Figura 29**), essas demonstram a ocupação desordenada sobre feições de dunas e restingas.



**Figura 24:** Área urbanizada 1978, praia da Armação e Morro das Pedras.

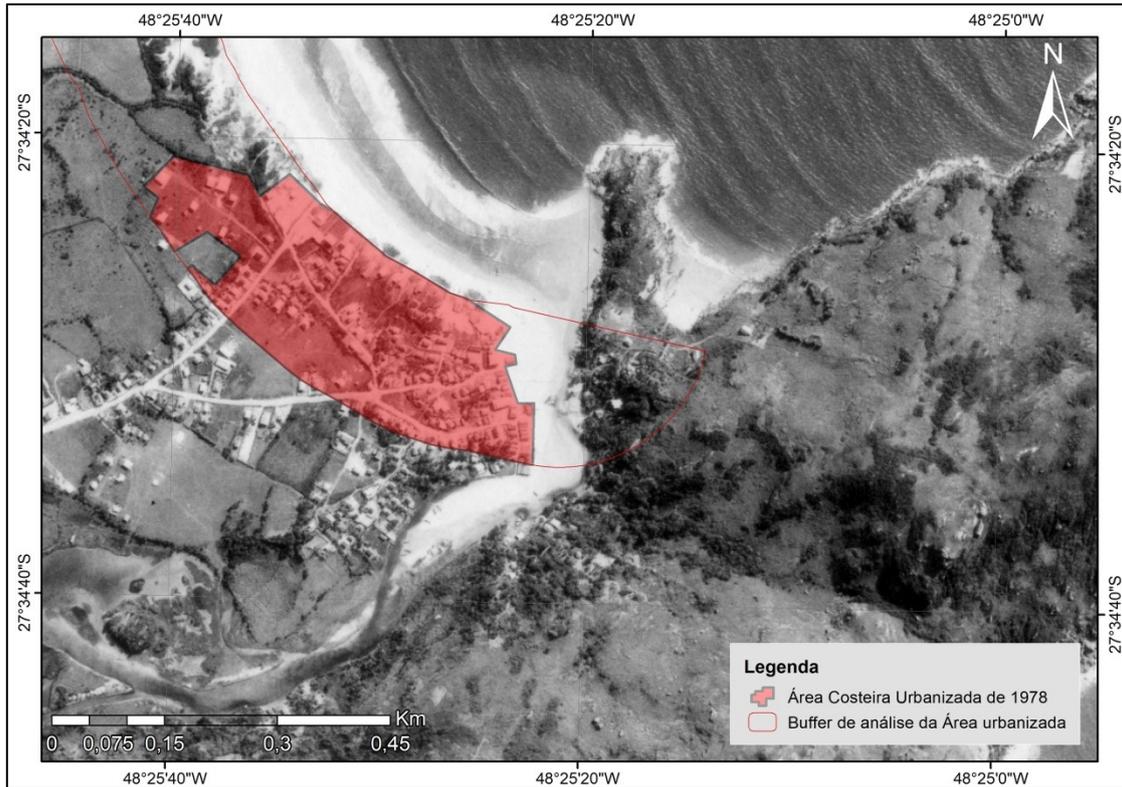
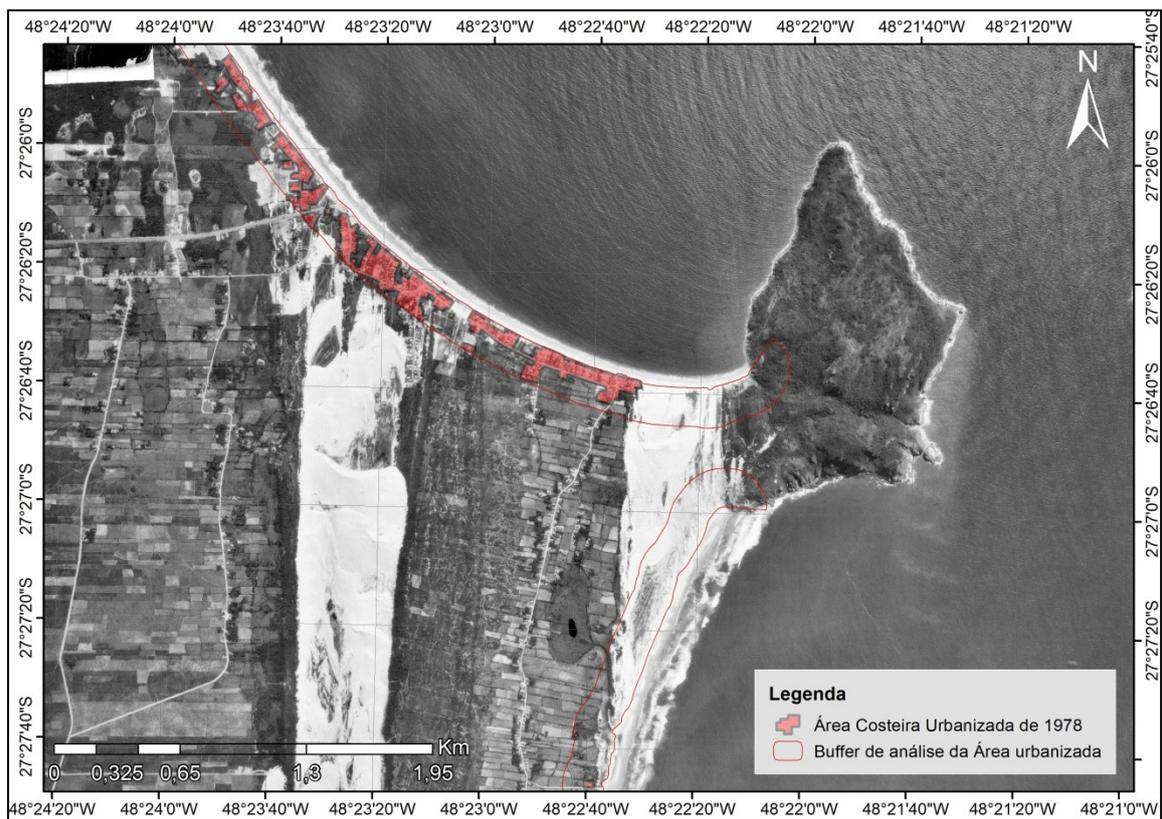


Figura 25: Área urbanizada 1978, praia Barra da Lagoa.



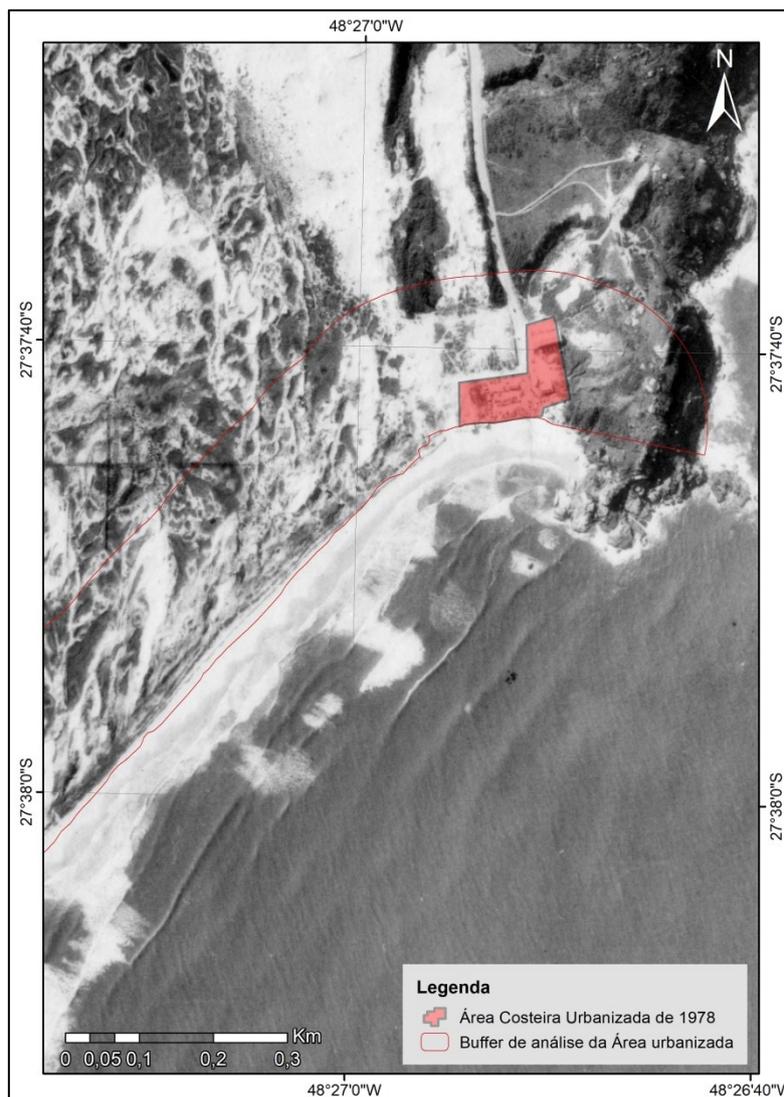
Figura 26: Área urbanizada 1978, praia do Pântano do Sul.



**Figura 27:** Área urbanizada 1978, praia dos Ingleses.



**Figura 28:** Área urbanizada 1978, praia do Campeche.



**Figura 29:** Área urbanizada 1978, praia da Joaquina.

Os polígonos das áreas urbanizadas de 2013 foram disponibilizados por Neves (2017). As figuras apresentadas são compostas pelo *basemap* das imagens orbitais do Google, de janeiro de 2020, e os polígonos urbanos de 2013 (NEVES, 2017). Não obstante, apresentam-se os polígonos urbanos de 1978, desta forma pode-se agregar a análise visual e comparativa do crescimento espacial das áreas urbanizadas de 1978 até 2013 (35 anos), e de 2013 até 2020 (7 anos).



**Figura 30:** Área Urbanizada de 2013, Praia Brava.

Na **Figura 30** pode-se observar que a orla adjacente a Praia Brava era inexistente em 1978 e em 2013 já apresenta quase toda sua totalidade ocupada. Se voltarmos a **Figura 23** em 1957, o uso da terra era voltado para agricultura e pecuária, atividade que continuou em 1978, e apresentava um estreito campo de dunas vegetadas ao norte da praia ainda preservado. Atualmente a praia Brava apresenta uma ocupação massiva e verticalizada.



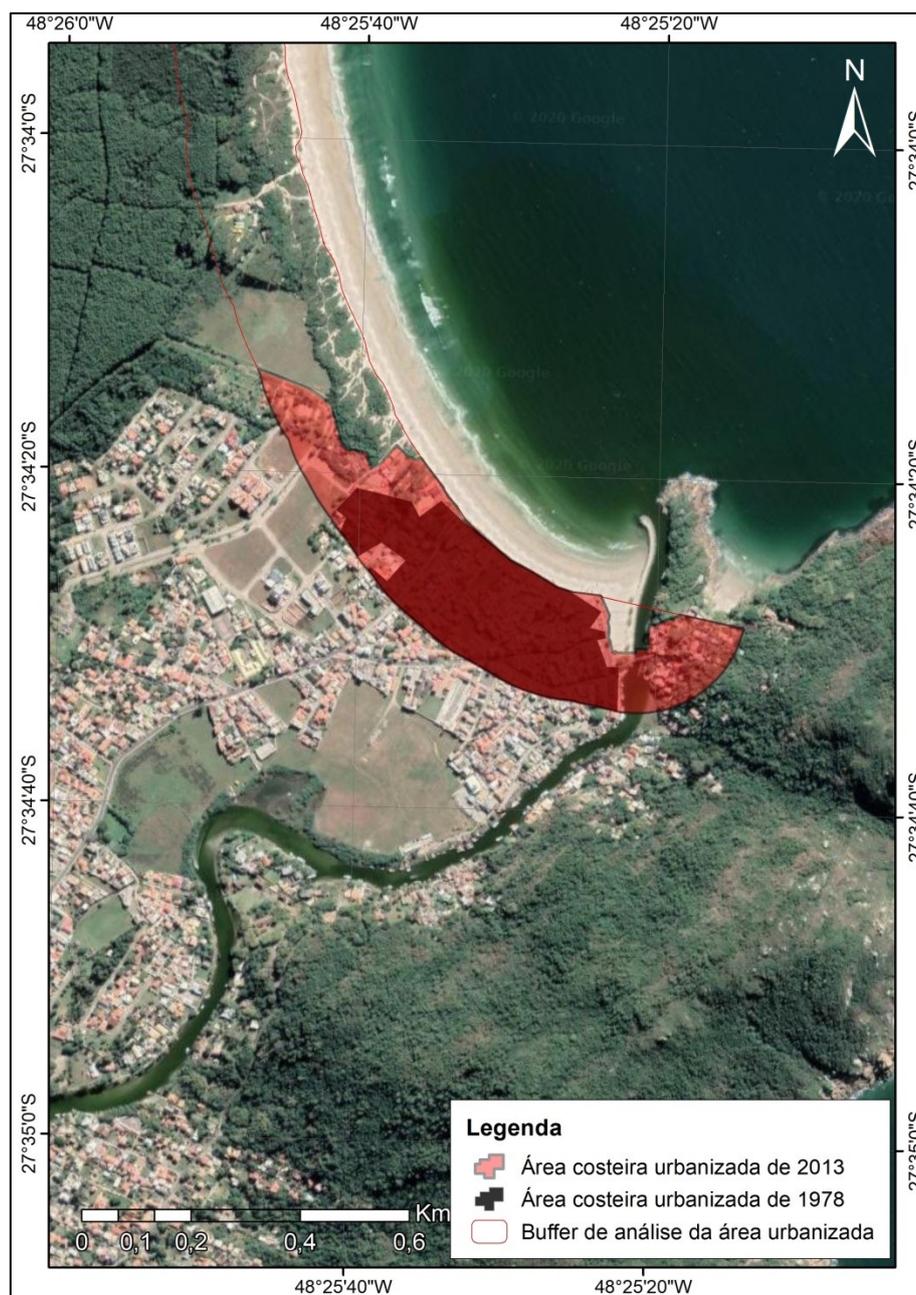
**Figura 31:** Área Urbanizada de 2013, Praia dos Ingleses.

Na **Figura 31** pode-se observar que a orla adjacente a Praia dos Ingleses era expressiva já em 1978 e em 2013 apresenta quase toda sua totalidade ocupada, com exceção do campo de dunas do setor sul.



**Figura 32:** Área Urbanizada de 2013, Praia do Santinho.

Na **Figura 32** pode-se observar que a orla adjacente a Praia dos Santinho era praticamente inexistente em 1978, e em 2013 apresenta ocupação no setor Sul e restinga e campo de dunas preservados nos setor Centro-norte.



**Figura 33:** Área Urbanizada de 2013, Praia Barra da Lagoa.

Desde 1938 a Barra da Lagoa já apresentava ocupações adjacentes (**Figura 17**), normalmente associadas às atividades pesqueiras. Em 1978 (**Figura 25**) essa área urbanizada já havia se expandido. Em 30 anos a ocupação da Barra da Lagoa se expandiu pouco na área de análise, com expansão expressiva em direção ao sul no local conhecido por prainha da Barra, e também se expandiu ao norte na localidade usualmente conhecida como ‘Cidade da Barra’.



**Figura 34:** Área Urbanizada de 2013, Praia Mole.

A área urbanizada da praia Mole se distancia mais de 50 m da praia, tendendo a seguir a rodovia que cruza, esta área urbana só passou a se consolidar após o ano de 2013 (Figura 34).



**Figura 35:** Área Urbanizada de 2013, Praia do Joaquina.

Na praia da Joaquina a ocupação ainda é quase inexistente (**Figura 35**), com exceção do setor Extremo norte, onde se encontram alguns comércios locais, como bares e restaurantes, estacionamento e até hotéis.



**Figura 36:** Área Urbanizada de 2013, Praia do Campeche.

A urbanização adjacente à praia do Campeche aconteceu de forma muito acelerada dentro do horizonte temporal de 30 anos, visto que em 1978 não havia indícios de urbanização e em 2013 a orla encontra-se quase em sua totalidade ocupada (Figura 36).



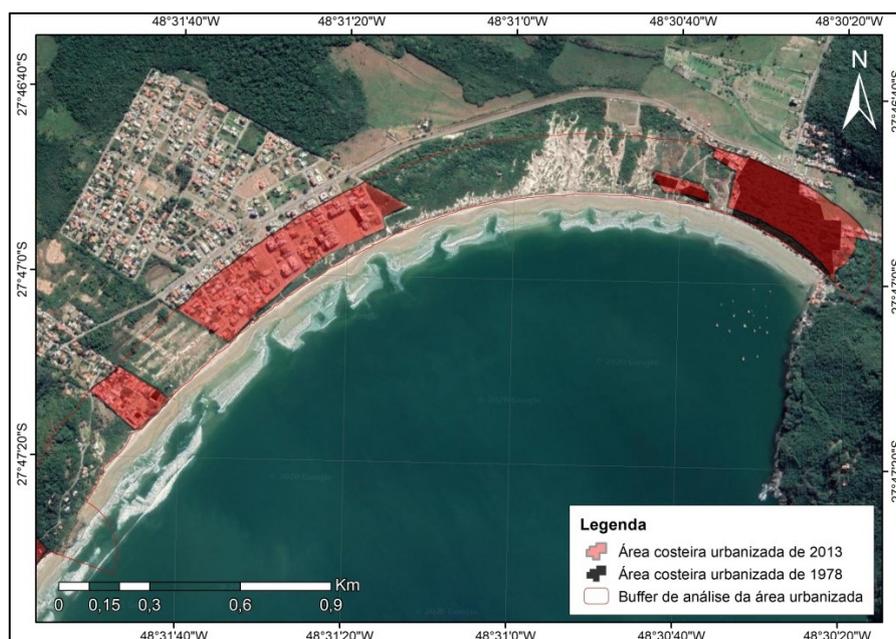
**Figura 37:** Área Urbanizada de 2013, Praia Morro das Pedras.

Desde 1938 há ocupação dispersa no Morro das Pedras (**Figura 18**), que se manteve dispersa em 1957 (**Figura 20**) até 1978 (**Figura 24**), em 2013 a orla adjacente encontra-se quase em sua totalidade ocupada (**Figura 37**).



**Figura 38:** Área Urbanizada de 2013, Praia da Armação.

Na Praia da Armação houve uma considerável expansão urbana adjacente à orla de 1978 até 2013 (**Figura 38**), em 30 anos. O setor central da praia foi o que mais se desenvolveu nos últimos anos, visto que a urbanização do setor sul já havia se consolidado desde 1957 (**Figura 20**), e se expandiu pouco para o norte em 1978 (**Figura 24**).



**Figura 39:** Área Urbanizada de 2013, Praia do Pântano do Sul.

A Praia do Pântano do Sul desde 1938 apresenta indícios de urbanização adjacente à orla, sobre tudo no setor Leste da praia (**Figura 19**), esta configuração espacial se manteve em 1957 (**Figura 21**). Em 1978 a área consolidada continuou sem expansão (**Figura 26**), entretanto pode-se perceber uma demarcação para um loteamento urbano sentido praia dos Açores, que de fato, se consolidou como ocupação antrópica em 2013 (**Figura 39**).

Na análise da área urbanizada com base num horizonte temporal de 75 anos não se identificou um padrão espacial de urbanização. Segundo Neves (2017), as atividades agrícolas foram sendo substituídas por atividades voltadas à urbanização, que somado às legislações ambientais, delimitação de Áreas de Preservação Permanentes (APPs) e outros instrumentos de ordenamento territorial, as atividades agrícolas foram diminuindo a ponto de serem extintas em 2013. Além disso, houve um aumento significativo das formações florestais originais.

De fato, pode-se perceber nas análises visuais que o uso da terra era quase em sua totalidade representado por atividades agrícolas e pecuárias. Até o ano de 2013 a área urbanizada era predominantemente difusa, com casas dispersas, e algumas freguesias pioneiras já se consolidando, em relação a 1978. Nota-se ainda um aumento crescente e progressivo nas ocupações adjacentes à orla. A litoralização, que é o processo de progressiva concentração de pessoas e de atividades ao longo do litoral, acontece também na escala local, este é o caso da ilha de Santa Catarina.

## 5.2 CARACTERIZAÇÃO MORFOSEDIMENTAR DAS PRAIAS OCEÂNICAS DA ILHA DE SANTA CATARINA

São apresentados nos resultados a caracterização morfossedimentar de cada uma das 17 praias consideradas. Posteriormente à caracterização, são realizados os agrupamentos das praias com características semelhantes, acarretando a proposta de setorização.

A sistematização desta pesquisa bibliográfica deu origem ao quadro resumo que está apresentado no **Anexo 1**, onde explicita o que cada obra colaborou para seleção dos indicadores relevantes com intuito da caracterização morfológica e sedimentológica das praias em estudo.

Depois de selecionados os indicadores: comprimento da praia; largura média da praia; declividade média da praia; altura média das ondas no ponto de quebra (Hb); textura dos sedimentos; grau de seleção dos sedimentos; exposição da praia às ondas; forma planimétrica; estado morfodinâmico e energia do sistema e estado de equilíbrio. Fez-se uma nova revisão bibliográfica com os trabalhos específicos de monitoramento que apresentam dados das características morfossedimentares das respectivas praias em análise. Para tal, tomou-se como base as publicações de Abreu de Castilhos (1995) (praia da Armação), Santos (1995) (praia da Joaquina), Nascimento (1998) (praia Mole), Leal (1999) (sistema praial Moçambique-Barra da Lagoa), Horn Filho *et al.* (2000), Torronteguy (2002) (sistema praial Joaquina-Campeche-Morro das Pedras), Faraco (2003) (praia dos Ingleses), Oliveira (2004) (sistema praial Pântano do Sul-Açores), Peixoto (2005) (praia do Santinho), Guttler (2006) (praia da Solidão), Miot da Silva (2006) (praia do Moçambique), Schweitzer (2007) (praia Brava), Peixoto (2010); Heidrich (2011), Dalbosco (2013), Ferreira (2019) (praia da Armação), Mazzer *et al.* (2008) (praia da Lagoinha do Leste, Matadeiro, sistema praial Pântano do Sul-Açores), Broggio (2015) (praia do Campeche), Borges (2017) (praia Mole) e Rusa (2018) (praia da Galheta).

### 5.2.1 Praia Brava

A praia Brava está localizada no extremo nordeste da ilha de Santa Catarina. Mede 1.900m de extensão, com largura e declividade média de 45m e 4°, respectivamente e altura de onda média no ponto de quebra de 1,2m. É considerada uma

praia semi-exposta. Devido às ondas elevadas, fortes correntes bidirecionais e exposição a ventos do sul e norte, a praia pertence a um sistema de alta energia (RIBEIRO *et al.*, 2015).

No que diz respeito a sua forma planimétrica, é classificada como uma praia de bolso, visto que é delimitada em ambas as extremidades por promontórios rochosos, além de possuir pequena extensão (ABREU, 2011). Segundo Klein *et al.* (2005), a praia Brava é classificada como intermediária quanto a seu estado morfodinâmico. Já Silveira *et al.* (2010) classificaram a praia em planta como em equilíbrio estático.

Segundo Schweitzer (2007), a face praial apresenta areia fina com grau de selecionamento bem selecionado (**Figura 40**).



**Figura 40:** Fotografia aérea de 2013 da Praia Brava. Fonte: SIGSC (SDS, 2013).

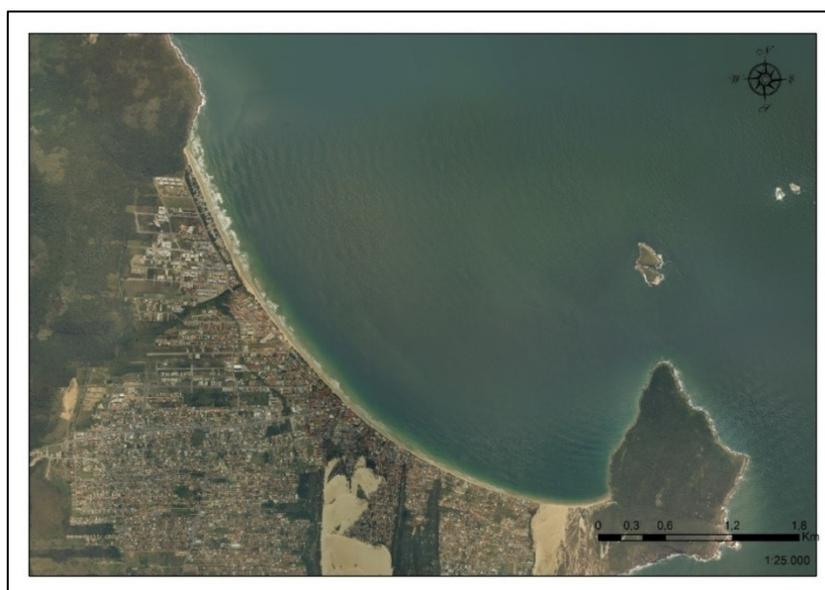
### 5.2.2 Praia dos Ingleses

Situada a nordeste da ilha de Santa Catarina, no distrito administrativo Ingleses do Rio Vermelho, orientada no sentido SE-NW, mede 5.000m de extensão, com declividade média de 5° e largura média de 20m. Segundo Faraco (2003), a altura de onda no ponto de quebra varia de 0,5m no setor Sul, atingindo até 1,2m no setor Centro-norte, dados que conferem com os apresentados por Ribeiro *et al.* (2015). Quanto a sua forma planimétrica se enquadra no modelo parabólica, delimitada por promontórios do embasamento cristalino.

Devido a sua extensão há mudanças significativas nas características ao longo da praia, subdividindo-a em dois setores: Centro-norte e Sul. No que diz respeito à incidência de ondas o setor Centro-norte pode ser caracterizado como uma praia semi-exposta, enquanto que no setor Sul a praia é mais protegida, porém ainda classificada como semi-exposta, visto que apresenta alguma influência de ondulações do quadrante nordeste, que são pouco frequentes.

Do ponto de vista morfodinâmico a praia de Ingleses, de modo geral, é classificada como praia intermediária (KLEIN *et al.*, 2005). Porém em alguns autores, a praia pode ser caracterizada como refletiva (SILVEIRA *et al.*, 2011). Essas distintas classificações são explicadas por Faraco (2003) que pelo fato do terraço de maré baixa apresentar características refletivas na maré alta e dissipativas na maré baixa. O setor Sul como não apresenta banco ou corrente de retorno foi classificado como refletivo (RIBEIRO *et al.*, 2015). Silveira *et al.* (2010) classificaram a praia em planta como em equilíbrio dinâmico.

Apesar de ser uma praia de alta energia foi classificada quanto ao grau de perigo aos banhistas como classe 3, que representa o menor grau de risco (RIBEIRO *et al.*, 2015). Possui predominância de sedimentos arenosos finos (HORN FILHO *et al.*, 2017). O setor Centro-Norte apresenta predominância de areia fina e grãos muito bem selecionados, enquanto o setor Sul apresenta predominância de areia média e grãos bem selecionados (FARACO, 2003) (**Figura 41**).



**Figura 41:** Fotografia aérea de 2013 da Praia dos Ingleses. Fonte: SIGSC (SDS, 2013).

### 5.2.3 Praia do Santinho

A praia do Santinho possui 1.908m de extensão, com largura média de 54m e declividade média de 3° (HORN FILHO *et al.*, 2017). A média registrada de altura de onda na quebra foi de 1,02m. É classificada do ponto de vista morfométrico como uma praia parabólica, delimitada por feições rochosas do embasamento cristalino, ocorrendo a norte o morro dos Ingleses e a sul o morro do Calhau Miúdo (PEIXOTO, 2005).

Peixoto (2005) classificou a praia do Santinho como intermediária, ocorrendo variabilidade no decorrer do arco praial, apesar de apresentar tendência ao estágio dissipativo no setor Norte. Já Silveira *et al.* (2010) classificaram a praia do Santinho em equilíbrio dinâmico.

Apresenta textura de sedimentos predominante composto por areia fina e grãos muito bem selecionados (HORN FILHO *et al.*, 2017). Possui duna frontal bem desenvolvida, com 4m de altitude, fator que contribui para o estoque de sedimentos disponíveis no sistema (PEIXOTO, 2010).

Segundo observações de Peixoto (2005) apresenta uma tendência a bisazonalidade em seus perfis praias, ocorrendo feições acrescivas no verão, e erosivas durante o inverno, apesar de que, em média, todos os perfis estudados mostraram acréscimo do estoque sedimentar no resultado do balanço final (**Figura 42**).



**Figura 42:** Fotografia aérea de 2013 da Praia do Santinho. Fonte: SIGSC (SDS, 2013).

#### 5.2.4 Praia do Moçambique

A praia do Moçambique faz parte do sistema praias Moçambique-Barra da Lagoa, possuindo cerca de 10.450m de comprimento, declividade e largura média de 8° e 39m, respectivamente. Ocorre predomínio de areia fina no setor Norte, variando de areia média à areia grossa no decorrer da praia (HORN FILHO *et al.*, 2017).

Segundo Miot (2006) a orientação da linha de costa apresenta uma variação em planta de até 60° e esta característica reflete nos distintos padrões longitudinais de altura e direção das ondas, e velocidade e direção do vento, consequentemente influenciando na dinâmica praia-duna e nas características das dunas e da vegetação.

No setor Central, a textura dos sedimentos varia de areia média à areia grossa e grãos moderadamente selecionados, além de apresentar biodetritos. Apresenta características muito mais intermediárias a refletivas do que dissipativas, acarretando nas mudanças morfológicas apresentadas. A média da altura de quebra de onda é de 0,95m (LEAL, 1999). Neste setor a praia do Moçambique possui declividade da face praias de 9°, largura da praia de 23m e duna frontal com média de 1,8m de altitude (PEIXOTO, 2010).

No Setor Norte há predominância de areia fina, sedimentos bem selecionados, apresentando valores totalmente simétricos. Apresenta baixa energia no sistema e é classificado como intermediário quanto ao seu estado morfodinâmico. A média da altura da quebra de onda ( $H_b$ ) é de 0,85m (LEAL, 1999). Neste setor a praia possui a declividade da face praias (2,5°), largura média da praia 18m e duna frontal com média de 4m de altitude (PEIXOTO, 2010). O setor Norte é o setor que mais apresenta variação transversal à linha de costa, visto que é o receptor dos sedimentos oriundos das correntes longitudinais quando há atuação dos ventos de direção sul (LEAL, 1999).

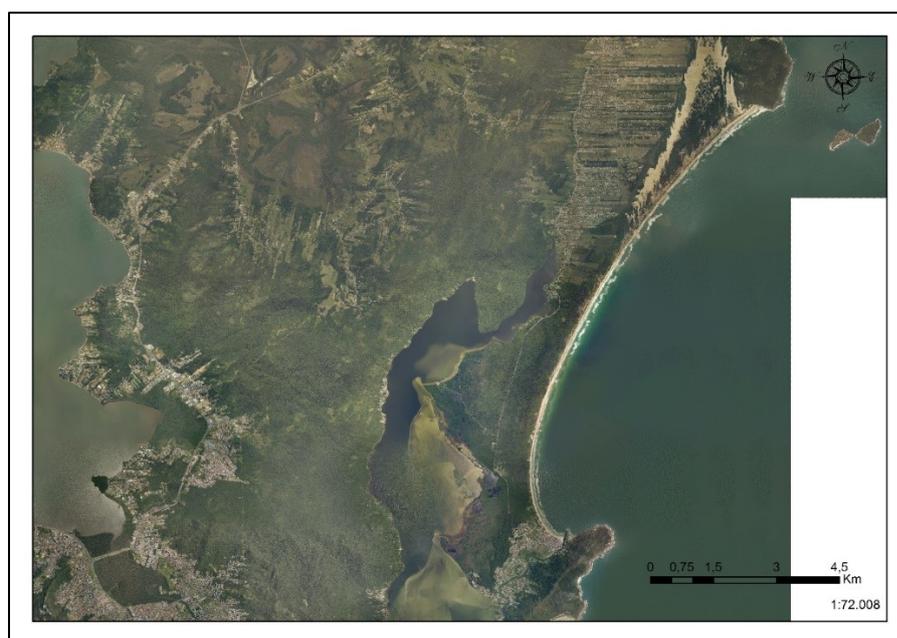
Miot da Silva (2006) demonstrou que as taxas anuais de potencial de transporte ocorrem em direção ao norte, havendo apenas uma reversão de padrão no setor Sul. Silveira *et al.* (2010) classificaram a praia como em equilíbrio dinâmico (**Figura 43**).

#### 5.2.5 Praia da Barra da Lagoa

A praia da Barra da Lagoa faz parte do sistema praias Moçambique-Barra da Lagoa, possuindo cerca de 826m de comprimento, declividade e largura média de 5° e 31m, respectivamente (HORN FILHO *et al.*, 2017).

No setor Sul da praia da Barra da Lagoa há predomínio de areia fina a muito fina, e grãos muito bem selecionados. Do ponto de vista morfodinâmico apresenta ondulações com baixa incidência de ondas, devido à presença do promontório da ponta da Galheta, protegendo-o das ondulações provenientes do sul, podendo ser classificada como uma praia intermediária. A média para o setor Sul da praia da Barra da Lagoa quanto à altura de ondas na quebra é de 0,36m (LEAL, 1999).

O setor Norte da praia apresenta altura de onda média de 0,82m, pode ser classificado como intermediário quanto ao estado morfodinâmico, tendo maior influência das ondulações devido a seu maior grau de exposição, classificando a praia como semi-exposta. Há predomínio de areia fina e grãos bem selecionados (LEAL, 1999). Segundo Silveira *et al.* (2010) a praia é classificada como em equilíbrio dinâmico (**Figura 43**).



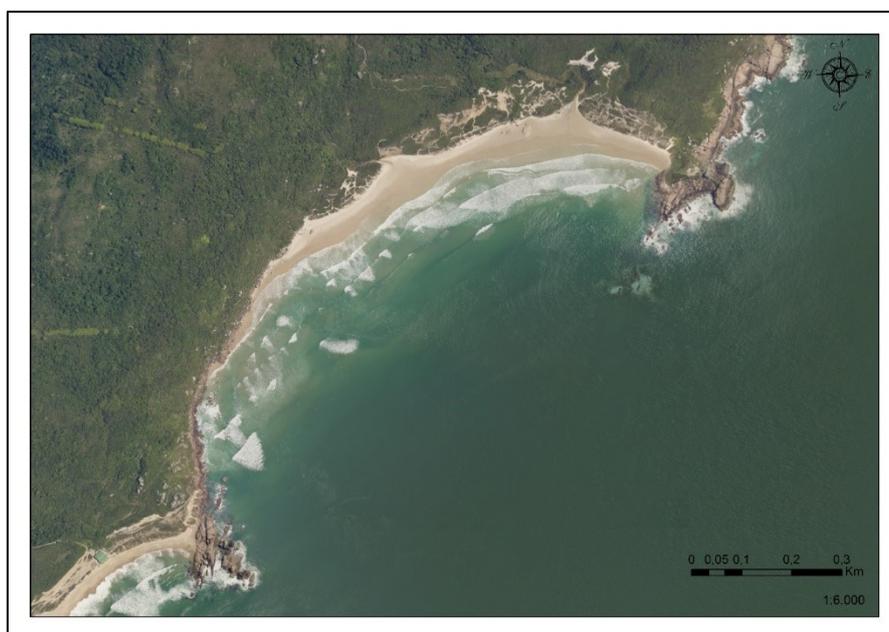
**Figura 43:** Fotografia aérea de 2013 da Praia do Moçambique ao Norte e a praia da Barra da Lagoa ao sul. Fonte: SIGSC (SDS, 2013).

### 5.2.6 Praia da Galheta

A praia da Galheta é uma praia de forma parabólica em planta localizada entre os promontórios rochosos da ponta do Caçador e ponta do Meio. Apresenta largura e declividade média de 47m e 4°, respectivamente (HORN FILHO *et al.*, 2017). A amplitude da altura de quebra de ondas varia de alguns centímetros a mais de 2m, tendo média de 1m. Possui 950m de extensão, a praia da Galheta se comporta como uma

típica praia intermediária, exibindo coeficiente da variação da linha de costa moderado, alto índice de mobilidade de praia, declividade suave (RUSA, 2018).

Segundo Silveira *et al.* (2010) é classificada como em equilíbrio estático. Constitui-se de areias finas e grãos moderadamente selecionados, apesar da proximidade com a praia Mole ao sul, as características granulométricas das duas são muito distintas. A praia Mole, segundo o estudo de Borges (2017), apresenta granulometria com predominância de areia média e raramente presença de sedimentos finos em sua orla, já o arco praial da Galheta, é composto majoritariamente de areia fina, sugerindo fontes de sedimentos diferentes para cada uma (**Figura 44**). Fica evidente o dinamismo da área, sendo observados vários eventos erosivos e deposicionais de caráter aparentemente oscilatório (RUSA, 2018).



**Figura 44:** Fotografia aérea de 2013 da Praia da Galheta. Fonte: SIGSC (SDS, 2013).

### 5.2.7 Praia Mole

A praia Mole, uma típica praia de bolso, está delimitada por dois promontórios rochosos, sendo ao norte pela ponta do Meio, e a sul pela ponta do Gravatá. Possui 1.187m de extensão com largura e declividade média de 47m e 9°, respectivamente (HORN FILHO *et al.*, 2017). Apresenta textura sedimentar arenosa média à grossa e altura significativa no ponto de quebra das ondas de 1,48m (HEIDRICH, 2011).

Silveira *et al.* (2010) classificaram a praia Mole como em equilíbrio dinâmico. Heidrich (2011) mencionou que as alterações do perfil nesta praia estão relacionadas com a passagem de frentes frias, que cria uma célula de circulação ocasionando a retenção dos grãos que transitam em um sistema semifechado.

Durante o monitoramento da praia realizado por Heidrich (2011) a praia Mole apresentou um perfil praiial com elevada dinâmica, evidenciando um padrão sazonal. Apresenta classificação morfodinâmica de praia intermediária de bancos transversais e *rip*, igualitária nos setores Sul, Central e Norte, resultante das médias dos parâmetros oceanográficos e velocidade de sedimentação das partículas (BORGES, 2017) (**Figura 45**).



**Figura 45:** Fotografia aérea de 2013 da Praia Mole. Fonte: SIGSC (SDS, 2013).

### 5.2.8 Praia do Gravatá

A praia de bolso do Gravatá mede 96m de comprimento, largura e declividade média de 16m e 10°, respectivamente, com predominância de sedimentos arenosos finos (HORN FILHO *et al.*, 2017). É uma praia com orla natural, sem ocupação antrópica e nenhum tipo de infraestrutura (**Figura 46**).



**Figura 46:** Fotografia aérea de 2013 da Praia do Gravatá. Fonte: SIGSC (SDS, 2013).

### 5.2.9 Praia da Joaquina

A praia da Joaquina está localizada junto ao campo de dunas entre o maciço costeiro da ponta do Retiro e a laguna da Conceição (SANTOS, 1995). Com aproximadamente 3km de extensão, apresenta declividade e largura média de  $9^\circ$  e 55m, respectivamente (HORN FILHO *et al.*, 2017). Possui a forma parabólica ou alongada.

Quanto à granulometria, esta praia apresenta predominância de areia fina e grãos muito bem selecionados, características que somadas à baixa declividade da face praial, altura de onda na quebra de 1,52m, e dunas bem desenvolvidas com comprimento de 3,5km e largura variando entre 1,2km a 2km (TORRONTÉGUY, 2002) a altitude da duna frontal pode chegar a 4m (PEIXOTO, 2010).

Segundo Torronteguy (2002) apresenta estágio morfodinâmico dissipativo. Ocorre o predomínio de ondas na direção sudeste, seguido por ondulações de leste-nordeste e sul. No outono e no inverno prevalecem às ondulações do sul e sudeste, com maior energia de onda associada, enquanto no verão e na primavera ocorre maior frequência das ondulações de leste-nordeste e baixa energia de onda associada (**Figura 47**).



**Figura 47:** Fotografia aérea de 2013 da Praia da Joaquina. Fonte: SIGSC (SDS, 2013)

### 5.2.10 Praia do Campeche

A praia do Campeche representa uma continuidade do cordão arenoso da praia da Joaquina, medindo 5.000m de extensão, declividade média de  $12^\circ$  e largura média de 24m (HORN FILHO *et al.*, 2017).

Dados obtidos sazonalmente demonstram maior altura de onda nos meses de outono e inverno, tendo maior influência de ondulações provenientes do sul e sudeste. No verão e primavera, a altura de onda é menor com maior incidência de ondas de leste e nordeste. A média anual para a altura de onda no ponto de quebra é 1,73m (BROGGIO, 2015).

Apresenta granulometria composta predominantemente pela classe areia fina e grãos bem selecionados (PEIXOTO, 2010). Quanto a seu estágio morfodinâmico é classificada como praia intermediária (TORRONTÉGUY, 2002). Segundo Silveira *et al.* (2010), a praia do Campeche encontra-se em equilíbrio estático.

Um fator importante quanto às variações morfodinâmicas desta praia é que secundariamente à granulometria, tem-se a distribuição lateral de altura de ondas ao longo da costa provocada pela presença da ilha do Campeche, que modifica o padrão de ondas incidentes através dos processos de difração e refração. Estes padrões propiciam a geração de correntes capazes de transportar sedimentos em direção à zona de sombra,

que aliado a menor energia de onda são responsáveis pelo acúmulo de sedimentos neste setor, formando entre a praia e a ilha um pequeno pontal arenoso ou cúspide, conhecido como pontal do Campeche (**Figura 48**).



**Figura 48:** Fotografia aérea de 2013 da Praia do Campeche. Fonte: SIGSC (SDS, 2013)

### 5.2.11 Praia do Morro das Pedras

Esta praia representa o último trecho do cordão arenoso que integra o sistema praias Joaquina/Campeche/Morro das Pedras. Possui 3.000m de extensão, largura média de 55m e declividade média de  $11^\circ$ , a declividade varia muito ao longo da praia, podendo chegar a  $33^\circ$  em alguns pontos (HORN FILHO *et al.*, 2017).

Apresenta altura de onda média no ponto de quebra ( $H_b$ ) de 1,25m e duna frontal com altitude de 0,7m (PEXOTO, 2010).

A granulometria indica a predominância da classe areia média, com grãos moderadamente selecionados, chegando a areia grossa no extremo sul. No setor Sul a largura da praia chega a 84m (PEXOTO, 2010). A praia do Morro das Pedras foi classificada como refletiva quanto ao seu estado morfodinâmico, apresenta forma parabólica, e encontra-se em equilíbrio estático (TORRONTÉGUY, 2002) (**Figura 49**).



**Figura 49:** Fotografia aérea de 2013 da Praia do Morro das Pedras. Fonte: SIGSC (SDS, 2013).

### 5.2.12 Praia da Armação

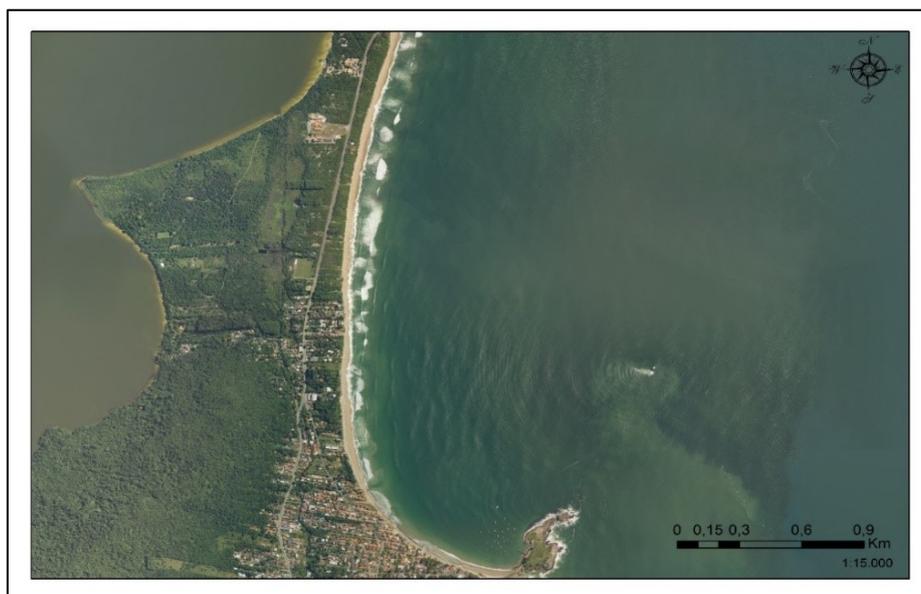
A praia da Armação mede aproximadamente 3.500m de extensão, apresenta declividade entre  $6^\circ$  e  $12^\circ$  sendo a média de  $9^\circ$ , largura que varia de 9m no setor Sul a 74m no setor Norte, sendo a largura média de 36m (HORN FILHO *et al.*, 2017). Limitada a norte pelo morro das Pedras e a sul pela ponta das Campanhas, o complexo lagunar da lagoa do Peri encontra-se se à retaguarda da praia.

Apresenta-se na forma parabólica de um arco praial orientado no sentido NNE-SSW ao norte e SE-NW ao sul (ABREU DE CASTILHOS, 1995). De modo geral Silveira *et al.* (2010) classificaram a praia como equilíbrio estático.

O setor Norte é o mais exposto à ação das ondas de alta energia provenientes de S-SE e E-NE, granulometria arenosa grossa, elevada declividade da face praial e estágio morfodinâmico reflectivo (ABREU DE CASTILHOS, 1995; DALBOSCO, 2013).

No setor Central há evidências de ondas de média energia, granulometria arenosa grossa, frequentes cúspides praiais e correntes de retorno, classificando esse setor como reflectivo, apresentando a maior declividade do arco praial (ABREU DE CASTILHOS, 1995; DALBOSCO, 2013).

O setor Sul apresenta baixa energia de onda visto que é protegido das ondulações mais energéticas pela presença da ilha das Campanhas. Apresenta granulometria arenosa fina e baixa declividade praial. Este setor é classificado quanto ao seu estágio morfodinâmico como intermediário (ABREU DE CASTILHOS, 1995). Todos os setores estão passando por uma adaptação morfotextural em virtude da construção dos enrocamentos que aumentaram a alteração do balanço sedimentar da praia (FERREIRA, 2019) (**Figura 50**).



**Figura 50:** Fotografia aérea de 2013 da Praia da Armação. Fonte: SIGSC (SDS, 2013)

### 5.2.13 Praia do Matadeiro

A praia do Matadeiro está localizada na costa Sudeste entre os promontórios rochosos das pontas das Campanhas e do Quebra-remo. Possui 862m de comprimento, largura média de 25m, declividade média na face praial de  $3,42^\circ$  e altura significativa no ponto de quebra de onda de 1,18m (HEIDRICH, 2011).

É importante salientar que no setor Norte encontra-se a desembocadura do rio Quinca Antônio, um afluente da lagoa do Peri. Não há uma variação granulométrica ao longo da praia, mantendo a predominância de areia fina, grãos arredondados e bem selecionados (HEIDRICH, 2011).

A praia do Matadeiro é caracterizada como uma praia semi-exposta, no estágio morfodinâmico dissipativo, com arrebatção do tipo deslizante (MAZZER *et al.*, 2008). Possui forma de bolso, voltada para NE, sendo protegida das ondulações de alta

energia oriundas de sul-sudeste, porém recebendo influência direta das ondulações de leste-nordeste, que acarretam, segundo Heidrich (2011) um quadro de *déficit* de sedimentos. Silveira *et al.* (2010) classificaram a praia como em equilíbrio estático (Figura 51).



**Figura 51:** Fotografia aérea de 2013 da Praia do Matadeiro. Fonte: SIGSC (SDS, 2013).

#### 5.2.14 Praia da Lagoinha do Leste

A praia da Lagoinha do Leste é uma praia de orla natural, sem ocupação antrópica permanente, cujo acesso é realizado exclusivamente por trilha ou barco.

Encontra-se entre dois promontórios rochosos, ponta da Lagoinha e ponta do Açúcar, possui a forma planimétrica de praia de bolso, orientada a NNE-SSW, mede 1.262m de extensão, apresenta largura e declividade média de 36m e 8°, respectivamente.

O estágio morfodinâmico da praia oscila entre dissipativo e intermediário em regime de alta energia, majoritariamente intermediária. É uma das praias mais expostas às ondulações na ilha de Santa Catarina (MAZZER *et al.*, 2008), cuja textura dos sedimentos é predominante areia média. Silveira *et al.* (2010) classificaram a praia como em equilíbrio estático (Figura 52).



**Figura 52:** Fotografia aérea de 2013 da Praia da Lagoinha do Leste. Fonte: SIGSC (SDS, 2013).

### 5.2.15 Praia do Pântano do Sul

A praia do Pântano do Sul apresenta comprimento de 1.100m, largura média de 54,49m; declividade média de  $2,38^\circ$  e altura média de onda no ponto de quebra de de 0,23m (OLIVEIRA, 2004). Com predomínio de areia fina e grãos bem selecionados, pode assumir a coloração cinza escura a preta no setor Norte, devido à presença de minerais pesados. A balneabilidade é muito boa, com águas tranquilas e fundo relativamente plano, apesar da presença de correntes de retorno nas extremidades (HORN FILHO *et al.*, 2017). Foi classificada segundo o estágio morfodinâmico como intermediária (OLIVEIRA, 2004). Segundo Mazzer *et al.* (2008) possui alto nível de ocupação antrópica no extremo leste.

Segundo Silveira *et al.* (2010) encontra-se em equilíbrio estático, onde trocas sedimentares transversais à linha de costa e entre as periferias se anulam mantendo a linha de costa em estabilidade (**Figura 53**).



**Figura 53:** Praia do Pântano do Sul. Fonte: SIGSC (SDS, 2013).

### 5.2.16 Praia dos Açores

A continuidade do cordão arenoso do Pântano do Sul é a praia dos Açores, com 800m de extensão, largura média e declividade de 40,3m e 4,23°, respectivamente e altura média de onda de 0,4m. Apresenta predomínio de areia fina e grãos bem selecionados, de coloração clara, com presença do campo de dunas ativas móveis ou vegetadas à retaguarda. É classificada segundo o estágio morfodinâmico como intermediária (OLIVEIRA, 2004). Esta praia é mais exposta à energia das ondulações de sul/sudeste e de vagas de leste/nordeste, possuindo maior variabilidade sedimentar quando comparado à praia do Pântano do Sul (**Figura 54**).



**Figura 54:** Fotografia aérea de 2013 da Praia dos Açores. Fonte: SIGSC (SDS, 2013).

### 5.2.17 Praia da Solidão

Representa uma praia isolada, medindo 850m de extensão, delimitada pelos promontórios rochosos da ponta das Pacas ao sul e ao norte pela ponta da Régua. Apresenta largura média e declividade de 57,03m e 3,73°, respectivamente e altura média de onda no ponto de quebra de 0,77m.

A forma é de bolso, com predomínio de areia fina e grãos bem selecionados (GUTTLER, 2006), tendo sido classificada como intermediária (OLIVEIRA, 2004) (**Figura 55**). Segundo Guttler (2006) eventos de alta energia que atingem a praia do Rio das Pacas (Solidão) mostraram-se capazes de alterar a morfologia de todo o sistema praiial, erodindo inclusive dunas fixadas por vegetação.



**Figura 55:** Fotografia aérea de 2013 da Praia da Solidão. Fonte: SIGSC (SDS, 2013).

## 5.3 TAXA DE VARIAÇÃO DA LINHA DE COSTA

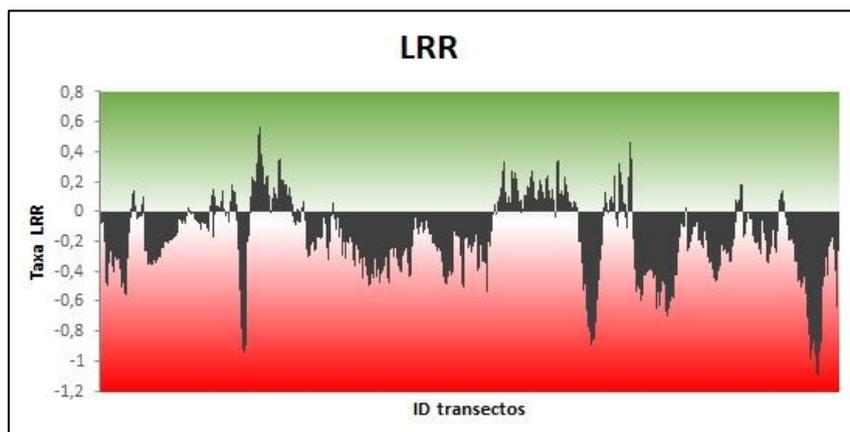
O resultado da análise das taxas de variação da linha de costa é apresentado para cada praia, ordenadas sentido norte – sul. Será exibido: o mapa, que permite a análise têmporo-espacial; a tabela com as taxas, que permite a análise quantitativa; e um gráfico que demonstra o comportamento da taxa ao longo da praia.

Os produtos cartográficos são compostos pelo mapa base (imagens orbitais disponibilizadas pela *Google*, utilizadas em janeiro de 2020), os respectivos transectos (classificados pelas taxas LRR), as linhas de costa pretéritas (1938, 1957, 1978 e 2013), e a linha de base (LPM).

Concomitante aos mapas também são apresentadas e discutidas as tabelas referentes às taxas: *Linear Regression Rate (LRR)*; taxas *End Point Rate (EPR)*; e *R-*

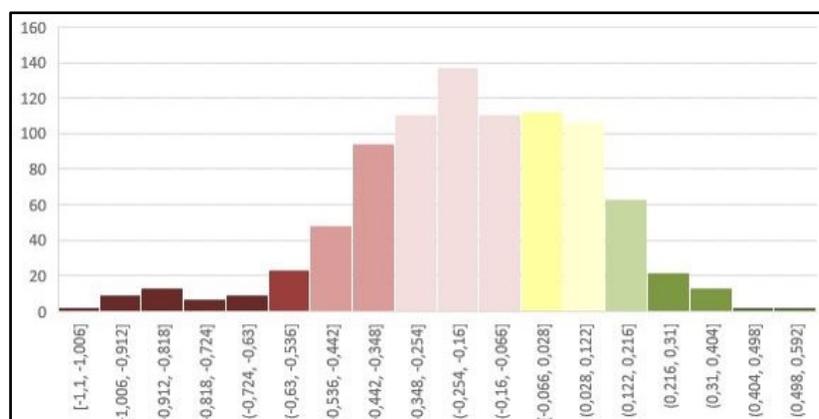
*Squared of Linear Regression (LR2)*. Identificadas pelo número do *ID* do transecto. Além disso, apresenta-se a análise gráfica da distribuição espacial das taxas de variação da linha de costa das respectivas praias.

O resultado adquirido foi satisfatório, e permitiu a análise sistêmica e integrada proposta por esta pesquisa. O **Gráfico 2** representa uma análise geral da tendência de comportamento da linha de costa da ilha de Santa Catarina, de forma geral a maioria dos transectos apresentaram taxas negativas.



**Gráfico 2:** Gráfico da tendência geral dos transectos quanto às taxas LRR

No **Gráfico 3** o eixo x representa a soma dos transectos, e o eixo y as taxas LRR por classes. De modo geral, 91,4% dos transectos analisados apresentaram taxas entre +0,5m/ano a -0,5m/ano o que indica que a linha de costa das praias em estudo tende majoritariamente a estabilidade. Neste contexto, o resultado dos transectos que indicam significativas taxas de retrogradação da linha de costa, com variações maiores que +0,5m/ano, representa 8,58% do total analisado.



**Gráfico 3:** Análise lato dos transectos LRR por ranges.

### 5.3.1 Praia Brava

A praia Brava apresentou valores que indicam uma tendência erosiva em toda a linha de costa (**Figura 56 e Tabela 2**). As maiores taxas de retrogradação são predominantemente no setor Sul da praia. Observa-se também, que há ocupação antrópica massiva adjacente a toda a orla da praia. Algumas casas dispersas em 1957 (**Figura 23**) e em 1978 e se consolidaram a partir de 2013 (**Figura 30**).

Ao analisar a **Tabela 2** conclui-se que todos os transectos do método LRR apresentaram valores negativos. Porém o LR2, que representa o coeficiente de correlação, dos primeiros transectos (1-12) obtiveram uma correlação baixa, enquanto os demais (13-31) apresentaram uma correlação positiva.

O **Gráfico 4** demonstra o comportamento de variação da taxa LRR ao longo da praia Brava. Pode-se perceber uma tendência à estabilidade nos primeiros transectos, ao norte da praia, com taxas negativas moderadas e a medida os transectos avançam na direção sul tem-se uma forte tendência à retrogradação da linha de costa.

As taxas são majoritariamente negativas, porém as que indicam retrogradação representam 12, 5 % dos transectos, localizados, em sua totalidade, no setor sul.

**Tabela 2:** Identificador do transecto (ID), Taxas; Linear Regression Rate (LRR), End Point Rate (EPR), e R-Squared of Linear Regression (LR2) da Praia Brava.

ID	LRR	EPR	LR2	ID	LRR	EPR	LR2
1	-0,02	0,25	0	17	-0,25	-0,2	0,64
2	-0,08	0,16	0,01	18	-0,31	-0,32	0,69
3	-0,07	0,09	0,02	19	-0,33	-0,36	0,67
4	-0,17	-0,03	0,12	20	-0,3	-0,32	0,56
5	-0,21	-0,07	0,18	21	-0,31	-0,31	0,52
6	-0,31	-0,16	0,3	22	-0,32	-0,33	0,55
7	-0,48	-0,29	0,38	23	-0,34	-0,38	0,57
8	-0,5	-0,3	0,4	24	-0,39	-0,42	0,71
9	-0,37	-0,19	0,31	25	-0,45	-0,47	0,82
10	-0,33	-0,16	0,27	26	-0,51	-0,51	0,88
11	-0,35	-0,16	0,26	27	-0,48	-0,53	0,75
12	-0,27	-0,18	0,43	28	-0,42	-0,52	0,51
13	-0,25	-0,22	0,69	29	-0,51	-0,56	0,76
14	-0,23	-0,19	0,6	30	-0,55	-0,6	0,76
15	-0,37	-0,3	0,67	31	-0,56	-0,55	0,82
16	-0,41	-0,35	0,72	32	-0,32	-0,31	0,48

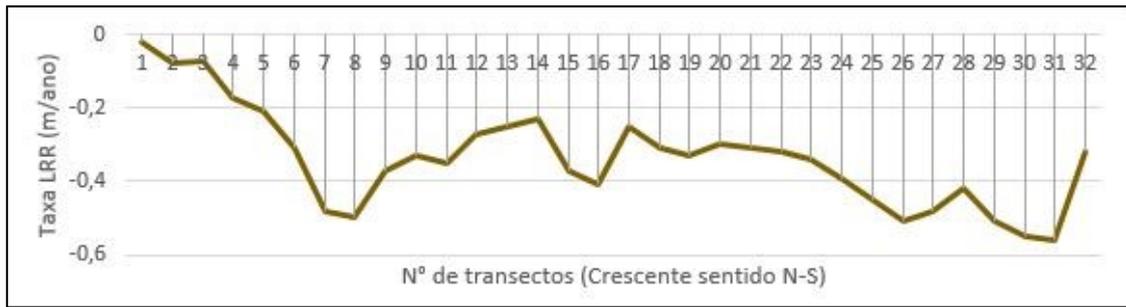


Gráfico 4: Análise da variação espacial da taxa LRR ao longo da praia Brava

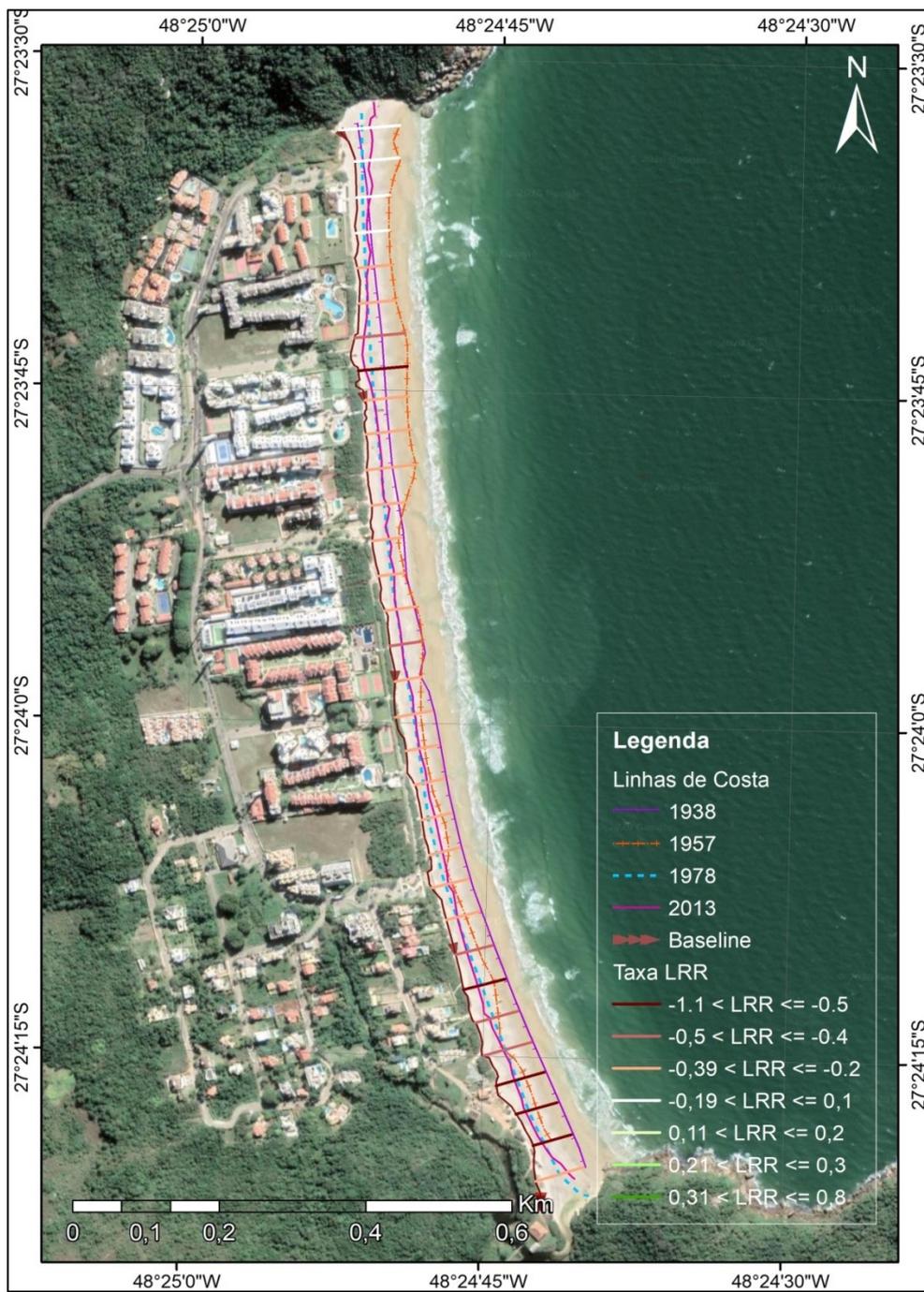
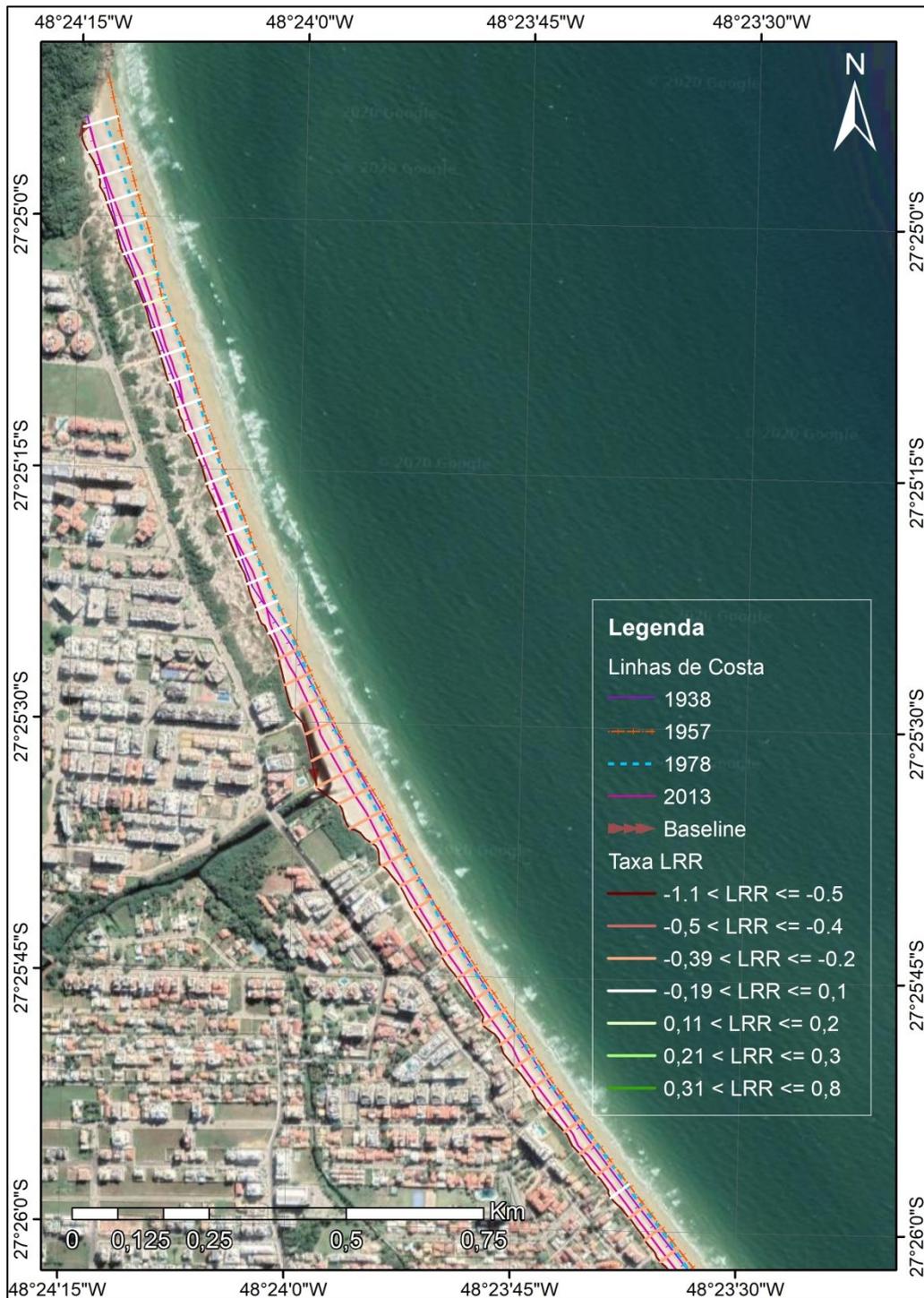


Figura 56: Mapa de análise da variação da linha de costa na praia Brava.

### 5.3.2 Praia dos Ingleses

A praia dos Ingleses apresenta tendência ao estado de equilíbrio dinâmico (**Figura 57 e Figura 58**).



**Figura 57:** Mapa de análise da variação da linha de costa no setor centro-norte da praia dos Ingleses.



**Figura 58:** Mapa de análise da variação da linha de costa no setor sul da praia dos Ingleses.

No **Gráfico 5** pode-se analisar a distribuição espacial da taxa e verifica-se que nas proximidades dos costões, Norte e Sul, a praia tende a estabilidade, e no setor central apresenta taxas majoritariamente negativas.



**Gráfico 5:** Análise da variação espacial da taxa LRR ao longo da praia dos Ingleses.

A ocupação urbana ocorre em toda a orla da praia dos Ingleses, descaracterizando os depósitos eólicos holocênicos. Desde 1957 (**Figura 22**) a ocupação vem se consolidando, predominantemente no setor central, sobre frágeis



### 5.3.3 Praia do Santinho

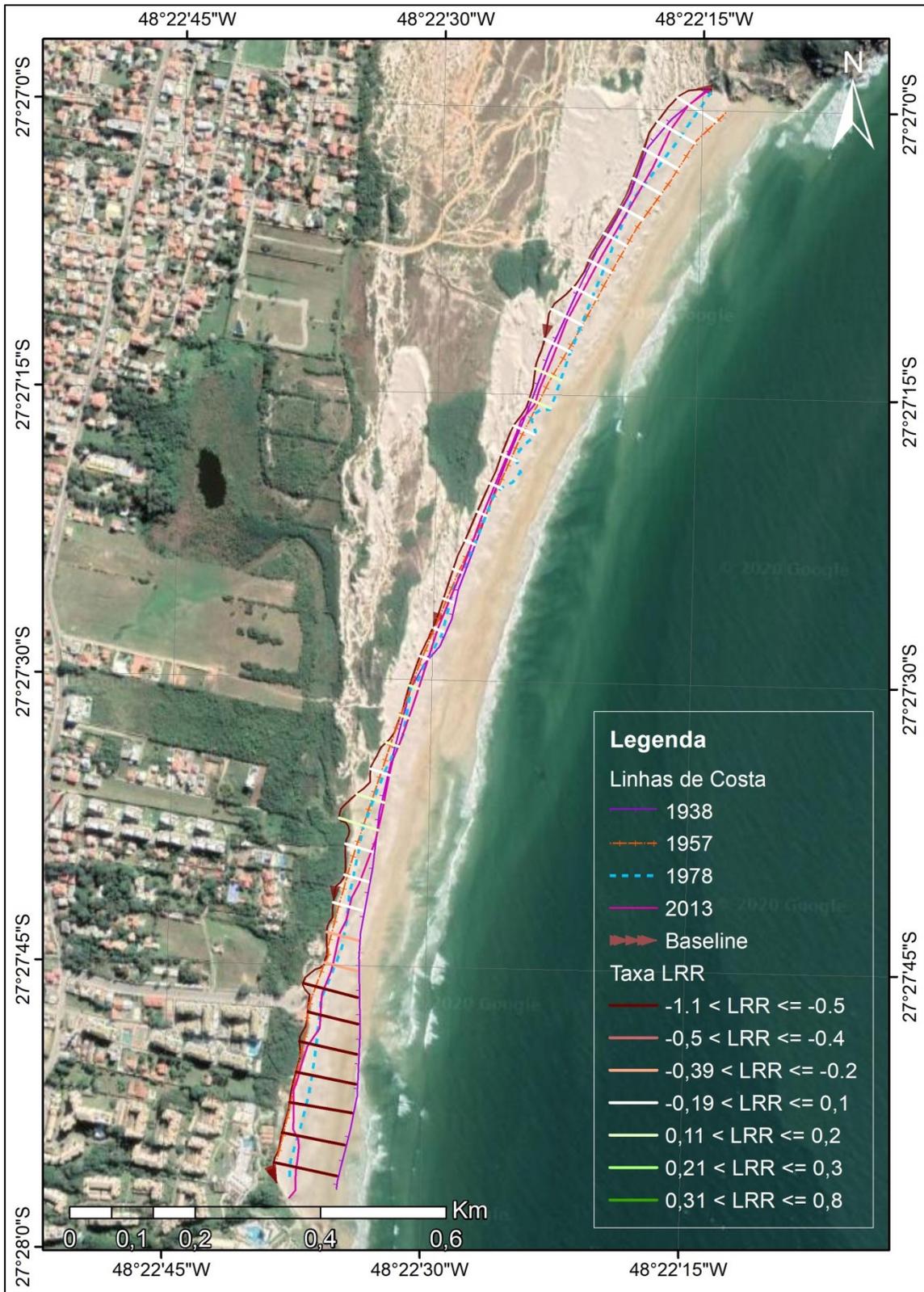
A praia do Santinho apresenta tendência a retrogradação da linha de costa no setor Sul, e estabilidade nos setores Centro e Norte. **(Figura 59)**. Observa-se uma relação direta da erosão com a ocupação antrópica adjacente, visto que onde tem-se as maiores taxas de erosão apresenta-se associado às ocupações da orla. No setor Central e no setor Norte, a restinga e as dunas frontais encontram-se preservadas, e as taxas predominantes revelam acreção e estabilidade.

De modo geral às ocupações adjacentes a orla no setor Sul ocorreram entre 1978 e 2013 **(Figura 32)**.

As taxas EPR e LRR apresentam uma correlação positiva. Porém o LR2 nos transectos ao Norte encontram-se próximos a zero, indicando que o modelo não se adequa muito bem a amostra, isto se dá devido ao grande estoque sedimentar oriundo dos depósitos marinhos praias e eólicos, e conseqüentemente a altas variações da linha costa. Conforme a **Tabela 4**, 46,15% dos transectos apresentam taxas negativas, enquanto que 53,84% positivas, de modo geral a praia tende ao equilíbrio dinâmico.

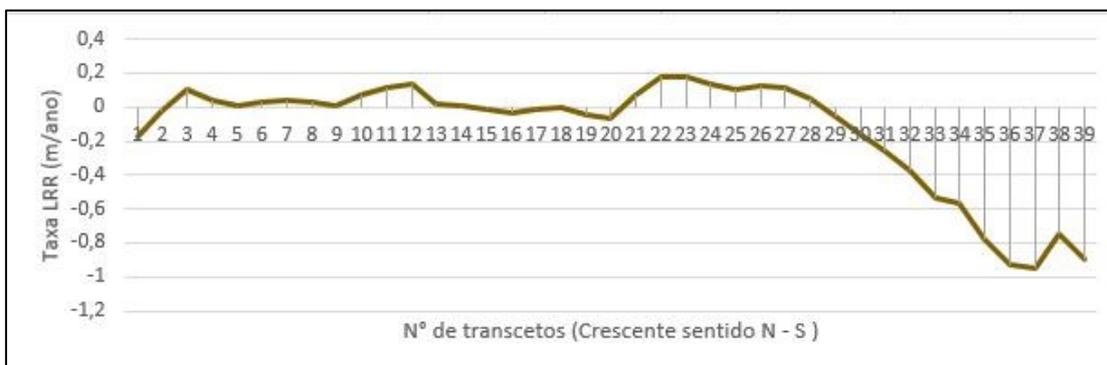
**Tabela 4:** Identificador do transecto (ID), Taxas; *Linear Regression Rate (LRR)*, *End Point Rate (EPR)*, e *R-Squared of Linear Regression (LR2)* da praia do Santinho.

ID	LRR	EPR	LR2	ID	LRR	EPR	LR2
137	-0,17	0,05	0,05	156	-0,07	-0,14	0,1
138	-0,02	0,18	0	157	0,07	0,03	0,25
139	0,1	0,32	0,02	158	0,18	0,19	0,88
140	0,04	0,23	0	159	0,18	0,16	0,88
141	0,01	0,17	0	160	0,14	0,11	0,63
142	0,03	0,17	0	161	0,1	0,07	0,34
143	0,04	0,17	0,01	162	0,13	0,09	0,2
144	0,03	0,14	0	163	0,11	0,06	0,08
145	0,01	0,1	0	164	0,05	-0,03	0,01
146	0,07	0,13	0,02	165	-0,06	-0,17	0,01
147	0,11	0,13	0,05	166	-0,16	-0,29	0,11
148	0,14	0,13	0,08	167	-0,26	-0,41	0,2
149	0,02	0,01	0	168	-0,37	-0,54	0,27
150	0,01	0,01	0	169	-0,53	-0,74	0,32
151	-0,01	-0,01	0	170	-0,57	-0,82	0,26
152	-0,03	-0,03	0,18	171	-0,78	-1,04	0,4
153	-0,01	-0,03	0,05	172	-0,93	-1,22	0,46
154	0	-0,02	0	173	-0,95	-1,25	0,44
155	-0,05	-0,09	0,11	174	-0,75	-1,05	0,31
				175	-0,9	-0,88	0,67



**Figura 59:** Mapa de análise da variação da linha de costa na praia do Santinho.

As taxas analisadas ao longo da praia (**Gráfico 6**) exibem taxas negativas para o extremo Sul e tendência à estabilidade e acreção no setor Centro-norte. É evidente a relação das taxas negativas com a antropização adjacente.



**Gráfico 6:** Análise da variação espacial da taxa LRR ao longo da praia do Santinho.

### 5.3.4 Praia do Moçambique

A praia do Moçambique apresenta tendência à estabilidade e acreção (**Figuras 60 e 61; Tabela 5**). Todavia, onde ocorre maior extensão de dunas móveis e vegetadas, as taxas são positivas (**Figura 60**), e onde há ocupação antrópica após o campo de dunas, as taxas são negativas (**Figura 61**), porém baixas.

**Tabela 5:** Identificador do transecto (ID), Taxas; *Linear Regression Rate (LRR)*, *End Point Rate (EPR)*, e *R-Squared of Linear Regression (LR2)* da praia do Moçambique.

ID	LRR	EPR	LR2	ID	LRR	EPR	LR2	ID	LRR	EPR	LR2	ID	LRR	EPR	LR2
176	-0,22		0,38	215	0,34	0,23	0,75	254	-0,23	0,05	0,04	293	-0,3	-0,16	1
177	-0,21	-0,26	0,4	216	0,35	0,37	0,78	255	-0,2	0,07	0,03	294	-0,2	-0,3	0,21
178	-0,21	-0,25	0,5	217	0,3	0,38	0,63	256	-0,17	0,08	0,02	295	-0,18	-0,32	0,17
179	-0,16	-0,24	0,52	218	0,21	0,32	0,39	257	-0,27	0,09	0,05	296	-0,32	-0,3	0,87
180	-0,1	-0,19	0,34	219	0,15	0,24	0,18	258	-0,22	-0,01	0,04	297	-0,18	-0,33	0,17
181	-0,01	-0,13	0,01	220	0,21	0,18	0,23	259	-0,26	0,01	0,05	298	-0,2	-0,3	0,25
182	0,1	-0,04	0,54	221	0,16	0,25	0,15	260	-0,19	0,03	0,03	299	-0,21	-0,31	0,32
183	0,2	0,07	0,9	222	0,12	0,2	0,09	261	-0,15	0,09	0,03	300	-0,22	-0,31	0,31
184	0,23	0,18	0,95	223	0,18	0,15	0,22	262	-0,17	0,07	0,04	301	-0,17	-0,31	0,19
185	0,21	0,22	0,9	224	0,18	0,22	0,19	263	-0,17	0,03	0,03	302	-0,16	-0,26	0,16
186	0,18	0,21	0,75	225	0,16	0,22	0,14	264	-0,14	0,05	0,02	303	-0,17	-0,24	0,14
187	0,2	0,2	0,86	226	0,11	0,2	0,06	265	-0,18	0,05	0,07	304	-0,21	-0,28	0,16
188	0,32	0,22	0,81	227	0,16	0,14	0,16	266	-0,16	-0,09	0,07	305	-0,29	-0,35	0,24
189	0,32	0,33	0,51	228	0,12	0,2	0,09	267	-0,17	-0,15	0,1	306	-0,33	-0,44	0,27
190	0,37	0,31	0,35	229	0,1	0,16	0,04	268	-0,13	-0,2	0,06	307	-0,37	-0,49	0,3
191	0,52	0,37	0,47	230	0,07	0,14	0,02	269	0,81	-0,14	1	308	-0,31	-0,53	0,21
192	0,57	0,52	0,63	231	0,05	0,14	0,01	270	-0,04		0,01	309	-0,21	-0,47	0,14
193	0,42	0,56	0,63	232	-0,03	0,16	0	271	-0,05	-0,03	0,01	310	-0,23	-0,35	0,16
194	0,38	0,45	0,42	233	-0,07	0,1	0,01	272	-0,08	0	0,02	311	-0,26	-0,37	0,21
195	0,33	0,43	0,36	234	-0,07	0,07	0,01	273	-0,17	-0,03	0,08	312	-0,3	-0,4	0,54
196	0,3	0,39	0,38	235	-0,06	0,08	0,01	274	-0,25	-0,1	0,12	313	-0,35	-0,31	0,84
197	0,28	0,32	0,43	236	-0,09	0,1	0,02	275	-0,33	-0,19	0,2	314	-0,29	-0,35	0,39
198	0,18	0,29	0,26	237	-0,06	0,07	0,01	276	-0,32	-0,25	0,21	315	-0,32	-0,41	0,39
199	0,19	0,23	0,49	238	0,02	0,09	0	277	-0,2	-0,27	0,08	316	-0,45	-0,44	0,91
200	0,23	0,18	0,39	239	0,01	0,12	0	278	-0,05	-0,22	0,01	317	-0,39	-0,45	0,79
201	0,24	0,17	0,3	240	-0,07	0,11	0,01	279	-0,03	-0,12	0	318	-0,28	-0,4	0,23
202	0,19	0,16	0,49	241	-0,07	0,06	0,01	280	-0,01	-0,12	0	319	-0,31	-0,43	0,26
203	0,11	0,16	0,3	242	0	0,04	0	281	-0,02	-0,11	0	320	-0,37	-0,46	0,25
204	0,04	0,1	0,03	243	0,03	0,05	0	282	0,06	-0,12	0,02	321	-0,34	-0,56	0,17
205	-0,01	0,05	0	244	0,04	0,05	0,01	283	-0,05	-0,05	0,02	322	-0,43	-0,55	0,41
206	0,01	0,03	0	245	0,07	0,04	0,01	284	-0,12	-0,08	0,12	323	-0,43	-0,45	0,37
207	0,05	0,07	0,01	246	0	0,13	0	285	-0,08	-0,1	0,1	324	-0,5	-0,45	0,4
208	0,09	0,14	0,04	247	-0,06	0,12	0	286	-0,01	-0,09	0	325	-0,49	-0,52	0,36
209	0,14	0,17	0,11	248	-0,19	0,1	0,03	287	-0,04	-0,06	0,02	326	-0,44	-0,51	0,39
210	0,16	0,19	0,15	249	-0,26	0,06	0,04	288	-0,14	-0,1	0,19	327	-0,39	-0,46	0,52
211	0,12	0,18	0,07	250	-0,29	0,07	0,04	289	-0,17	-0,21	0,27	328	-0,42	-0,41	0,5
212	0,06	0,15	0,01	251	-0,31	0,07	0,05	290	-0,11	-0,25	0,14	329	-0,44	-0,43	0,47
213	0,09	0,07	0,03	252	-0,3	0,05	0,05	291	-0,03	-0,2	0,01	330	-0,45	-0,45	0,49
214	0,21	0,1	0,28	253	-0,29	0,07	0,05	292	-0,16	-0,12	0,95	331	-0,32	-0,46	0,15
												332	-0,3	-0,54	0,14
												333	-0,44	-0,51	0,5
												334	-0,39	-0,46	0,41
												335	-0,36	-0,4	0,4
												336	-0,39	-0,38	0,53
												337	-0,48	-0,4	0,72
												338	-0,37	-0,49	0,24
												339	-0,42	-0,57	0,3
												340	-0,4	-0,6	0,33
												341	-0,37	-0,54	0,34
												342	-0,35	-0,47	0,35
												343	-0,37	-0,41	0,33
												344	-0,31	-0,43	0,17
												345	-0,27	-0,45	0,12
												346	-0,35	-0,43	0,17
												347	-0,45	-0,51	0,38
												348	-0,48	-0,53	0,46
												349	-0,33	-0,51	0,34
												350	-0,26	-0,32	0,21
												351	-0,21	-0,28	0,14
												352	-0,25	-0,26	0,21
												353	-0,31	-0,31	0,28
												354	-0,29	-0,36	0,27
												355	-0,23	-0,32	0,15
												356	-0,25	-0,29	0,15
												357	-0,3	-0,3	0,21
												358	-0,32	-0,34	0,28
												359	-0,37	-0,35	0,31
												360	-0,35	-0,39	0,28
												361	-0,35	-0,39	0,27
												362	-0,4	-0,42	0,34
												363	-0,41	-0,44	0,33
												364	-0,34	-0,41	0,25
												365	-0,3	-0,36	0,2
												366	-0,28	-0,37	0,18
												367	-0,27	-0,34	0,22
												368	-0,22	-0,3	0,21
												369	-0,25	-0,24	0,3

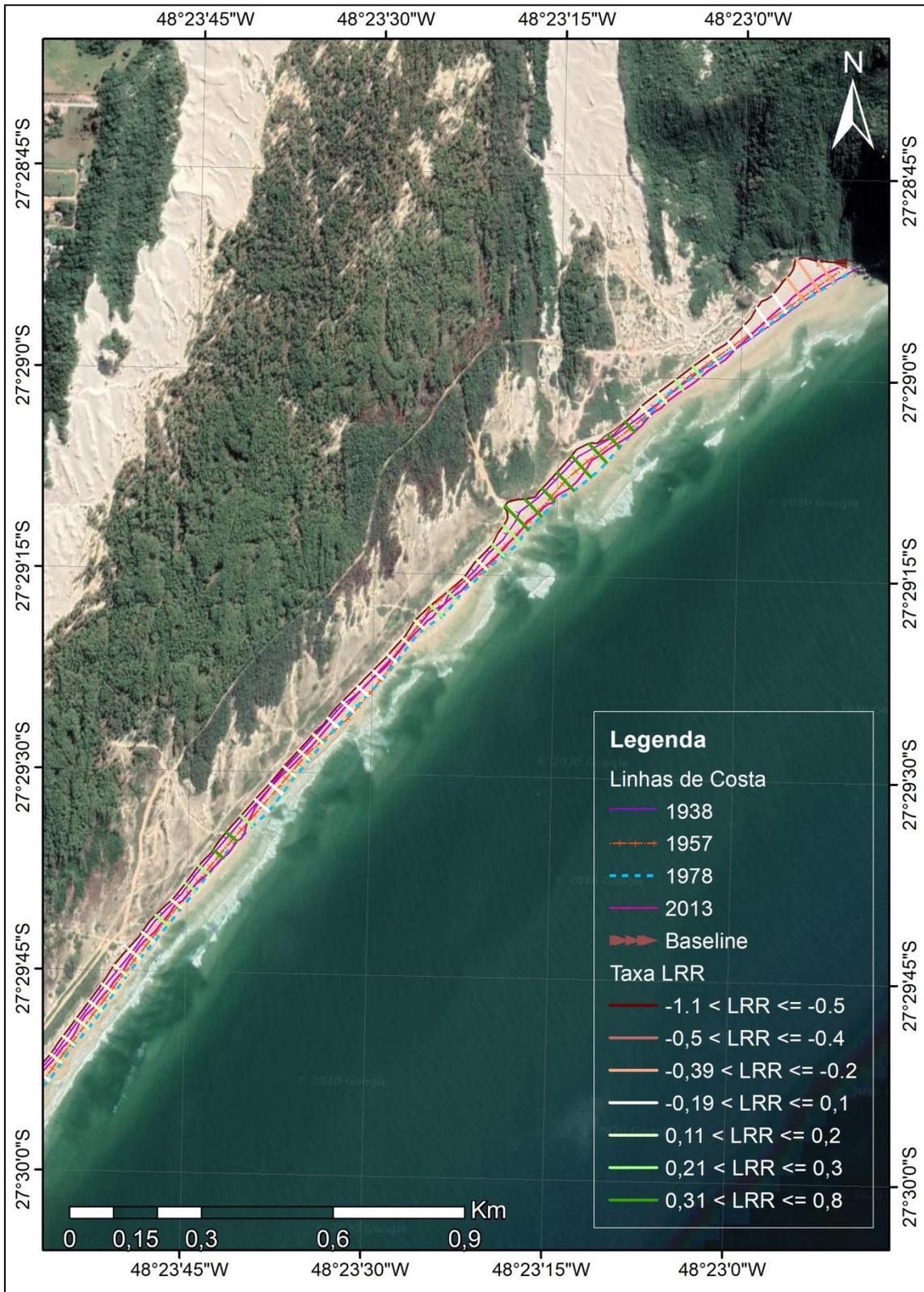
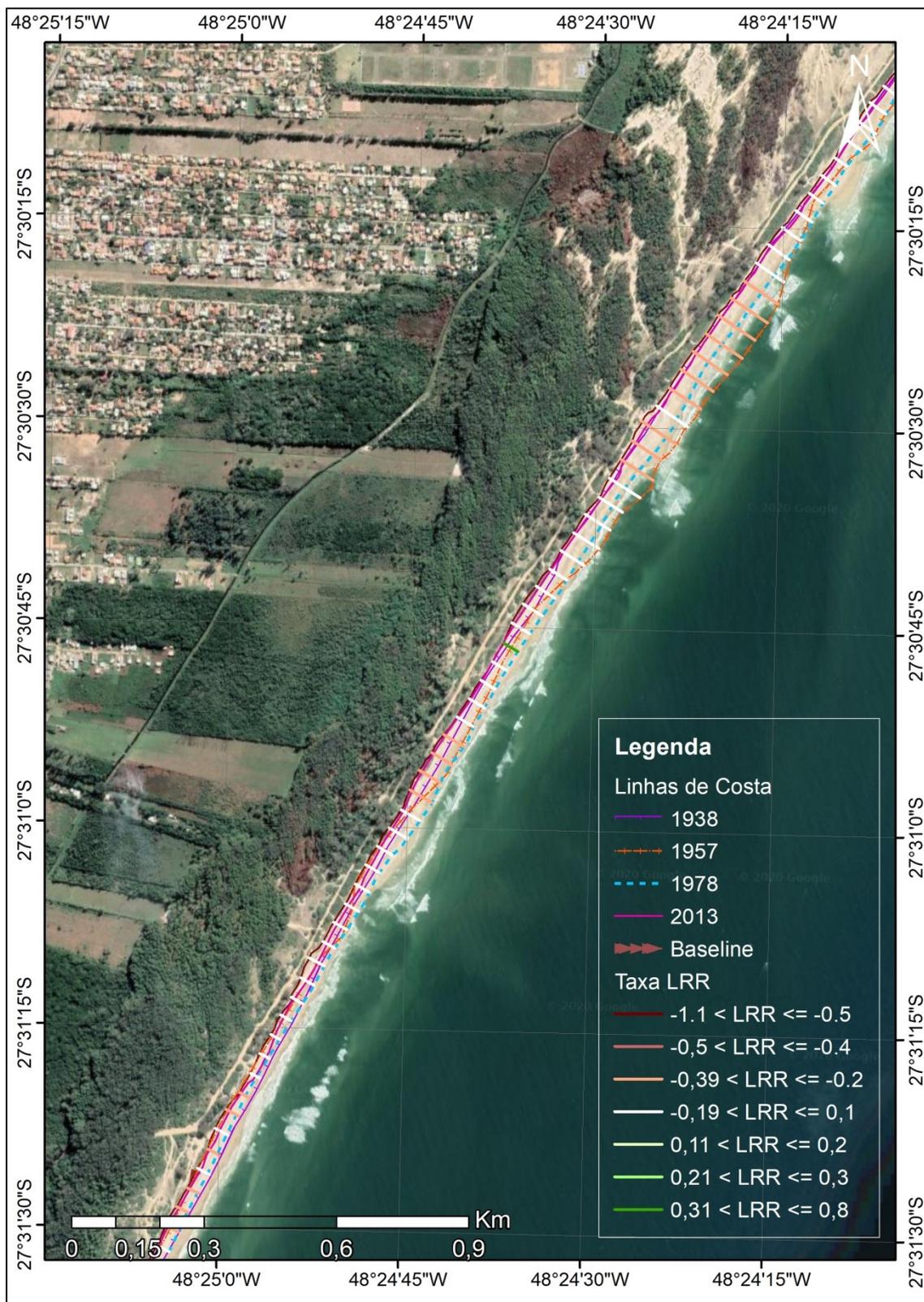


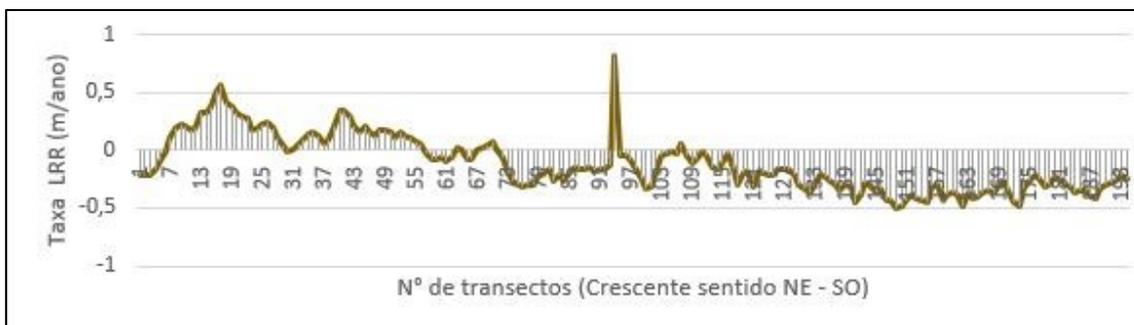
Figura 60: Mapa de análise da variação da linha de costa na praia do Moçambique, setor Norte.



**Figura 61:** Mapa de análise da variação da linha de costa na praia do Moçambique, setor Central e Sul.

Conforme o **Gráfico 7**, a praia do moçambique apresenta majoritariamente taxas que indicam estabilidade e acreção. As taxas negativas representam 70,10% dos

transectos e as positivas 29,89%, entretanto a grande maioria encontra-se entre +0,5m/ano e -0,5m/ano, indicando que o sistema tende a estabilidade dinâmica.



**Gráfico 7:** Análise da variação espacial da taxa LRR ao longo da praia do Moçambique.

### 5.3.5 Praia da Barra da Lagoa

A praia da Barra da Lagoa foi subdividida em dois setores, setor Centro-norte (**Figura 62**) e setor Sul (**Figura 63**). No setor Centro-norte ocorre a localidade “Camping da Barra”, uma área de preservação ambiental sem ocupação urbana, entretanto nesse setor as taxas apontam tendência à retrogradação da linha de costa.

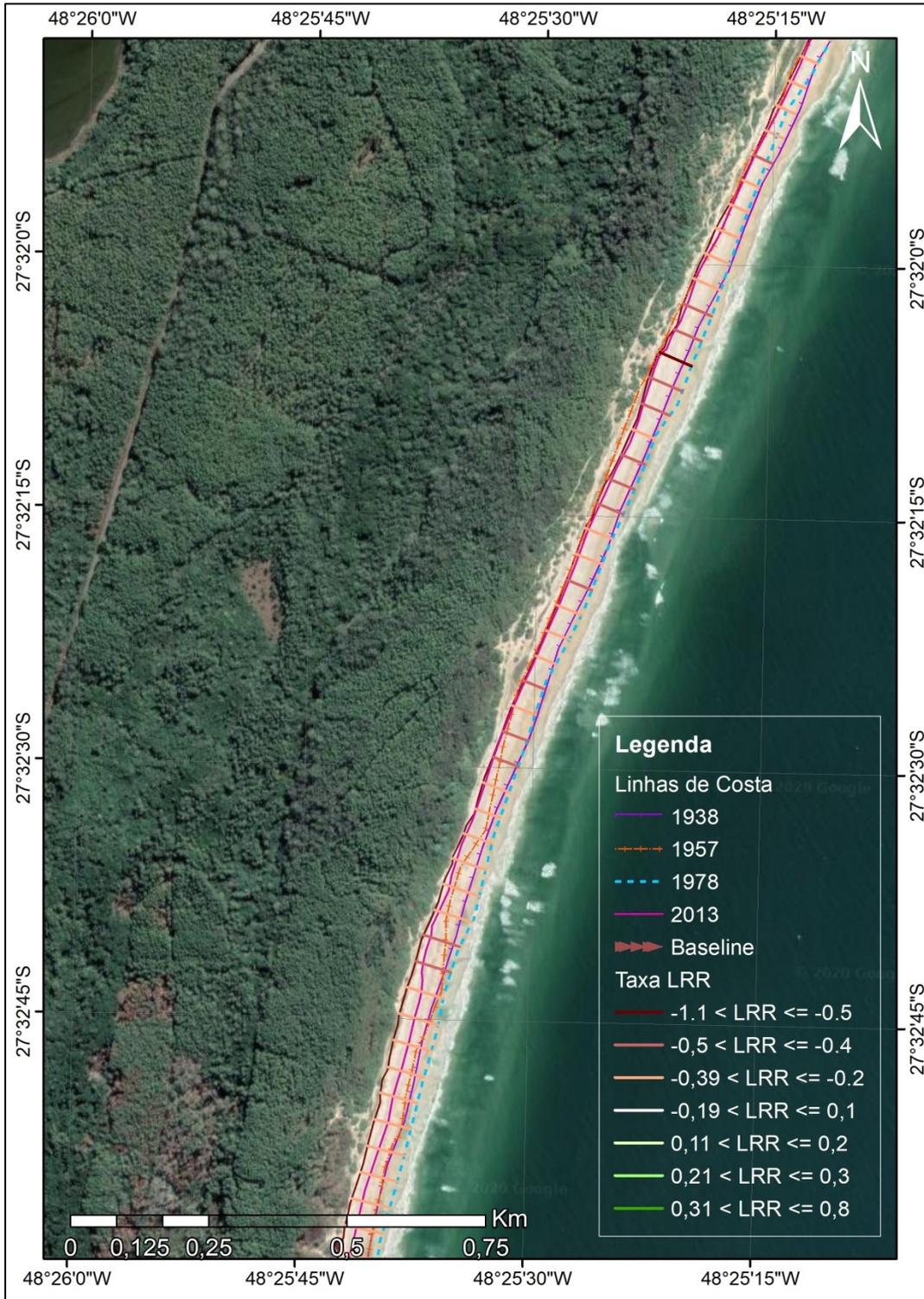
O setor Sul da Barra da Lagoa apresenta taxas negativas de regressão linear que demonstram erosão costeira (**Tabela 6**).

Conforme o **Gráfico 8** a distribuição espacial das taxas da Barra da Lagoa apresenta majoritariamente taxas negativas, tendendo a ficar mais severas no setor sul, onde há grande concentração antrópica, e ao norte, sentido Moçambique .

Cabe ressaltar que a praia do Moçambique é a mesma praia fisiográfica que a Barra da Lagoa, portanto para compreender a dinâmica morfossedimentar, necessita-se uma análise mais ampla no que diz respeito à tendência do comportamento da linha de costa no sistema praias.

Desde 1938 a Barra da Lagoa já apresentava ocupações adjacentes (**Figura 17**), normalmente associadas às atividades pesqueiras. Em 1978 (**Figura 25**) essa área urbanizada já havia se expandido. Além disso, o canal da Barra já sofreu diversas intervenções antrópicas, dragagens foram realizadas nos anos de 1954, 1955 e 1968 (as duas primeiras pelo Departamento Nacional de Portos e Vias Navegáveis e a última pelo Departamento Nacional de Obras e Saneamentos), que foram seguidas pela obra de construção do enrocamento entre os anos de 1982 e 1985. Nova dragagem sucedeu a construção dos 45 molhes em 1985, quando o fundo do canal, até sua conexão com a Lagoa, foi aprofundado até a cota de aproximadamente 3,00m (FATMA, 1997). A obra

costeira de 1985 bem como o adensamento urbano da orla da praia da Barra da Lagoa pode ser observada na **Figura 33**.



**Figura 62:** Mapa de análise da variação da linha de costa do setor Centro-norte da praia Barra da Lagoa.

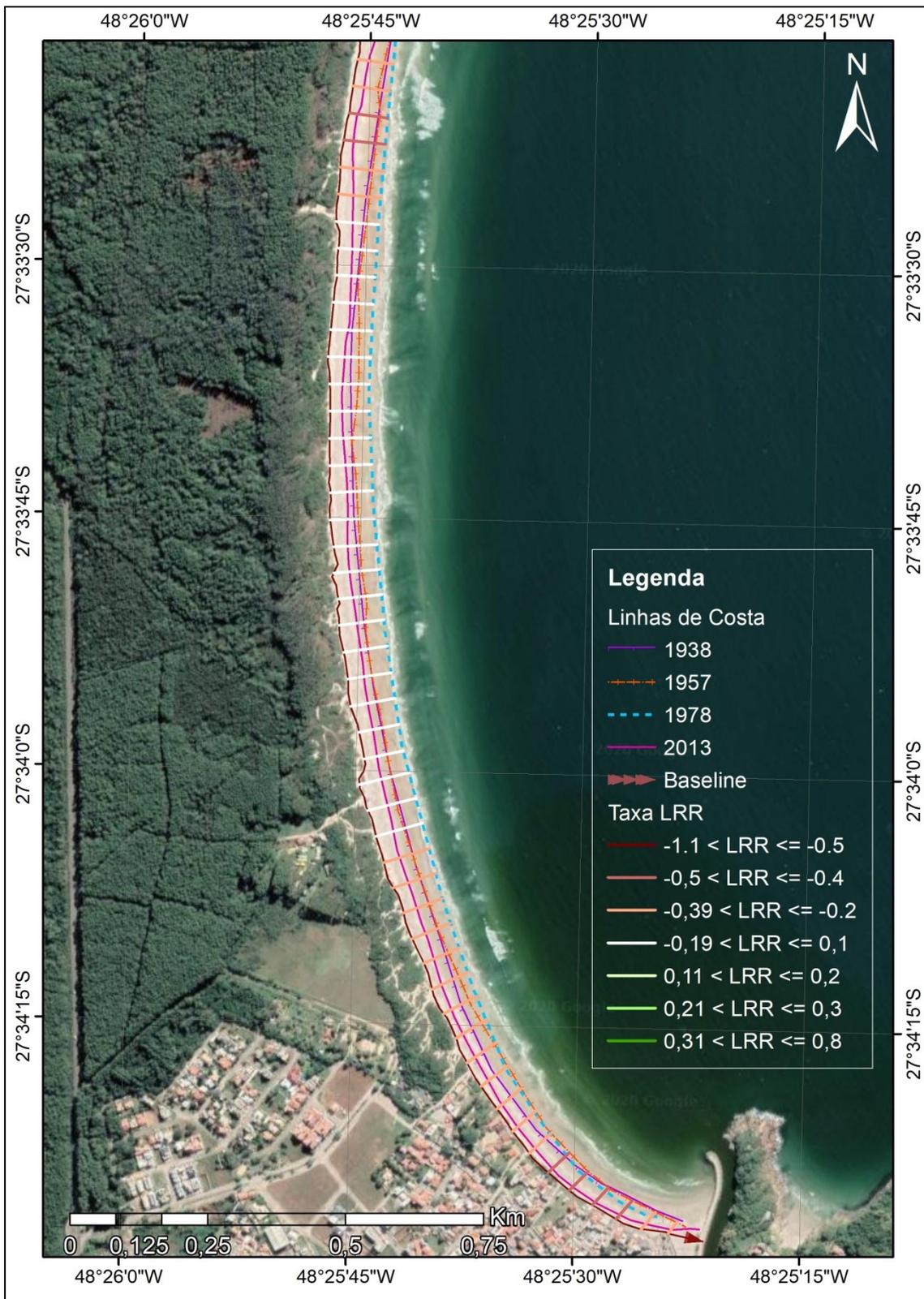
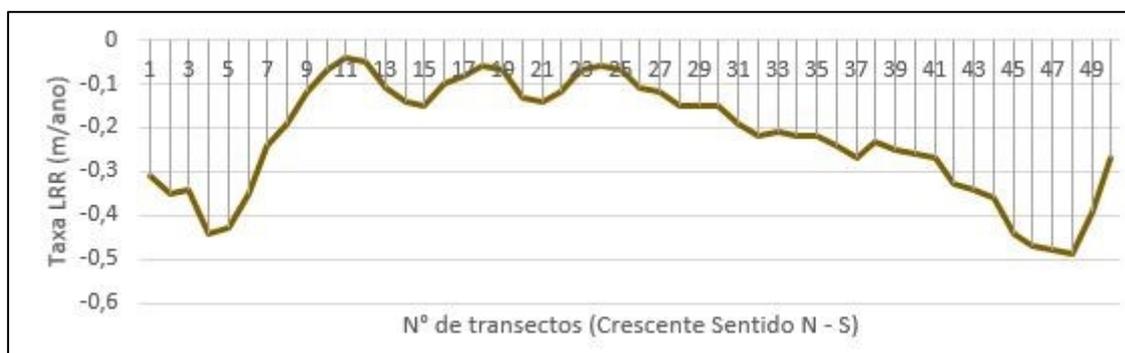


Figura 63: Mapa de análise da variação da linha de costa do setor Sul da praia Barra da Lagoa.

**Tabela 6:** Identificador do transecto (ID), Taxas; *Linear Regression Rate (LRR)*, *End Point Rate (EPR)*, e *R-Squared of Linear Regression (LR2)* da praia Barra da Lagoa.

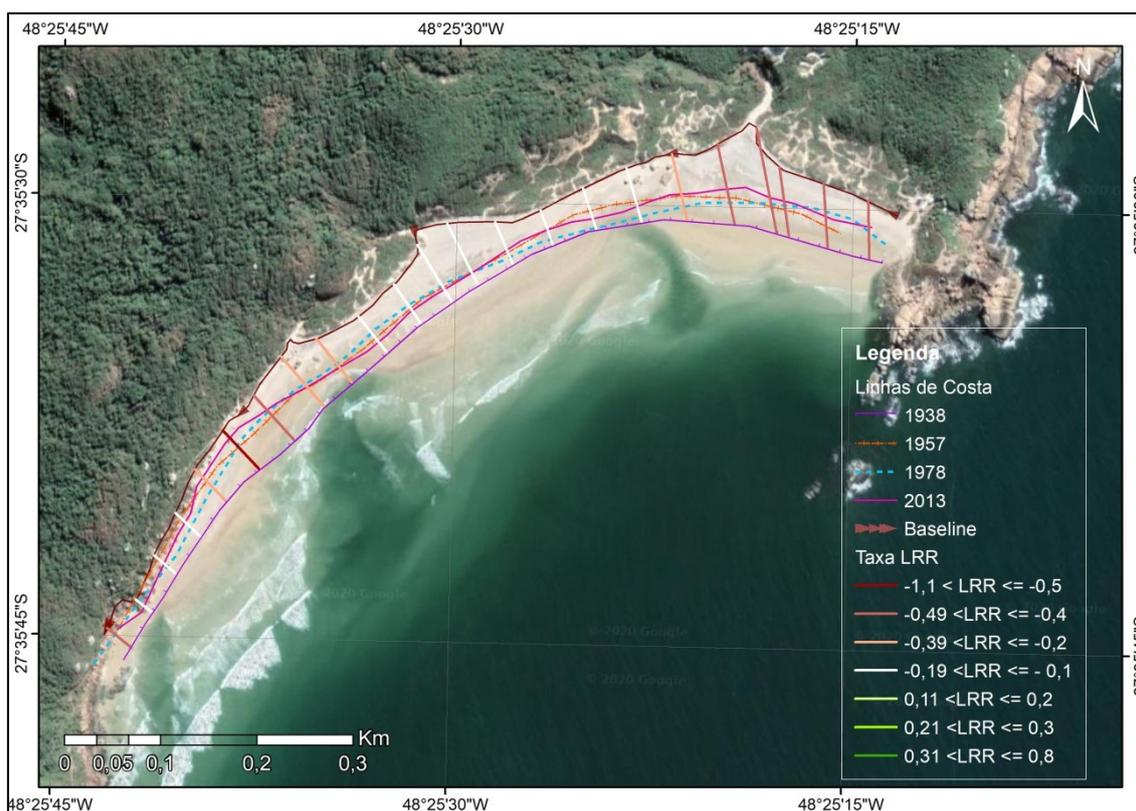
ID	LRR	EPR	LR2	ID	LRR	EPR	LR2
370	-0,31	-0,26	0,42	395	-0,11	-0,14	0,02
371	-0,35	-0,32	0,38	396	-0,12	-0,16	0,04
372	-0,34	-0,39	0,3	397	-0,15	-0,17	0,05
373	-0,44	-0,4	0,36	398	-0,15	-0,2	0,05
374	-0,43	-0,45	0,32	399	-0,15	-0,21	0,05
375	-0,35	-0,45	0,24	400	-0,19	-0,23	0,07
376	-0,24	-0,36	0,14	401	-0,22	-0,26	0,09
377	-0,19	-0,26	0,09	402	-0,21	-0,28	0,09
378	-0,12	-0,21	0,04	403	-0,22	-0,26	0,12
379	-0,07	-0,15	0,01	404	-0,22	-0,26	0,12
380	-0,04	-0,11	0	405	-0,24	-0,26	0,13
381	-0,05	-0,06	0,01	406	-0,27	-0,25	0,15
382	-0,11	-0,05	0,03	407	-0,23	-0,27	0,11
383	-0,14	-0,11	0,05	408	-0,25	-0,21	0,13
384	-0,15	-0,14	0,05	409	-0,26	-0,21	0,14
385	-0,1	-0,17	0,02	410	-0,27	-0,19	0,16
386	-0,08	-0,16	0,01	411	-0,33	-0,18	0,25
387	-0,06	-0,12	0,01	412	-0,34	-0,25	0,28
388	-0,07	-0,09	0,01	413	-0,36	-0,27	0,38
389	-0,13	-0,1	0,03	414	-0,44	-0,31	0,56
390	-0,14	-0,16	0,04	415	-0,47	-0,39	0,74
391	-0,12	-0,18	0,03	416	-0,48	-0,42	0,85
392	-0,07	-0,15	0,01	417	-0,49	-0,46	0,93
393	-0,06	-0,12	0,01	418	-0,39	-0,46	0,91
394	-0,07	-0,12	0,01	419	-0,27	-0,36	0,98



**Gráfico 8:** Análise da variação espacial da taxa LRR ao longo da praia Barra da Lagoa.

### 5.3.6 Praia da Galheta

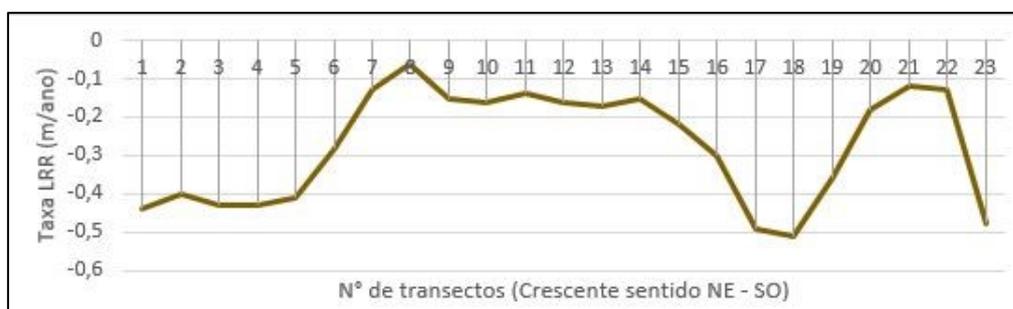
A praia da Galheta apresenta taxas de estabilidade no setor Central e taxas negativas próximas aos costões rochosos (**Figura 64, Tabela 7**). De modo geral a tendência é a estabilidade conforme a distribuição espacial da taxa demonstrada no **Gráfico 9**. Apesar de todas as taxas serem negativas, apenas um transecto indica retrogradação moderada da linha de costa.



**Figura 64:** Mapa de análise da variação da linha de costa na praia da Galheta.

**Tabela 7:** Identificador do transecto (ID), Taxas; *Linear Regression Rate (LRR)*, *End Point Rate (EPR)*, e *R-Squared of Linear Regression (LR2)* da praia da Galheta.

ID	LRR	EPR	LR2	ID	LRR	EPR	LR2
420	-0,44	-0,26	0,89	431	-0,16	-0,18	0,33
421	-0,4	-0,44	0,62	432	-0,17	-0,2	0,31
422	-0,43	-0,42	0,71	433	-0,15	-0,21	0,19
423	-0,43	-0,49	0,72	434	-0,22	-0,18	0,4
424	-0,41	-0,49	0,72	435	-0,3	-0,27	0,49
425	-0,28	-0,49	0,5	436	-0,49	-0,36	0,65
426	-0,13	-0,37	0,18	437	-0,51	-0,56	0,77
427	-0,06	-0,22	0,04	438	-0,36	-0,59	0,61
428	-0,15	-0,15	0,35	439	-0,18	-0,45	0,23
429	-0,16	-0,21	0,6	440	-0,12	-0,28	0,16
430	-0,14	-0,21	0,43	441	-0,13	-0,21	0,37
				442	-0,48	-0,12	0,72



**Gráfico 9:** Análise da variação espacial da taxa LRR ao longo da Galheta.

### 5.3.7 Praia Mole

A praia Mole apresenta majoritariamente taxas negativas, entretanto as taxas não são muito altas, indicando equilíbrio dinâmico, varia de -0,1 à -0,5m/ano, o que indica tendência à estabilidade (**Figura 65**). Apenas o último transecto ao sul, apresenta uma alta taxa de erosão, este fato pode ser associado a maiores alturas de onda e conseqüentemente a alta energia do sistema.

Na praia do Gravatá foram gerados dois transectos, o primeiro apresenta uma taxa de erosão moderada, enquanto o outro apresenta uma taxa de estabilidade (**Figura 66**). Na **Tabela 8** as duas últimas linhas, ID 468 e 469, são referentes à praia do Gravatá.

**Tabela 8:** Identificador do transecto (ID), Taxas; *Linear Regression Rate (LRR)*, *End Point Rate (EPR)*, e *R-Squared of Linear Regression (LR2)* da praia Mole

ID	LRR	EPR	LR2	ID	LRR	EPR	LR2
443	-0,17		0,91	456	-0,4	-0,32	0,77
444	-0,25	-0,16	0,82	457	-0,38	-0,44	0,62
445	-0,21	-0,24	0,32	458	-0,29	-0,42	0,41
446	-0,21	-0,29	0,28	459	-0,2	-0,33	0,35
447	-0,23	-0,27	0,39	460	-0,23	-0,23	0,33
448	-0,28	-0,28	0,68	461	-0,27	-0,27	0,23
449	-0,24	-0,31	0,67	462	-0,34	-0,37	0,33
450	-0,24	-0,25	0,64	463	-0,34	-0,43	0,62
451	-0,21	-0,25	0,55	464	-0,28	-0,41	0,45
452	-0,2	-0,21	0,6	465	-0,35	-0,37	0,38
453	-0,13	-0,23	0,25	466	-0,4	-0,48	0,29
454	-0,15	-0,18	0,26	467	-0,54	-0,59	0,34
455	-0,26	-0,21	0,58	468	-0,2	-0,76	0,25
				469	-0,17	-0,27	0,23

Conforme o **Gráfico 10** a praia Mole apresenta em sua predominância taxas negativas, que entretanto, representam uma tendência estabilidade dinâmica da linha de costa. Em direção ao sul, próximo a praia do Gravatá, apresenta taxas cada vez mais negativas, indicando maior tendência à erosão costeira.

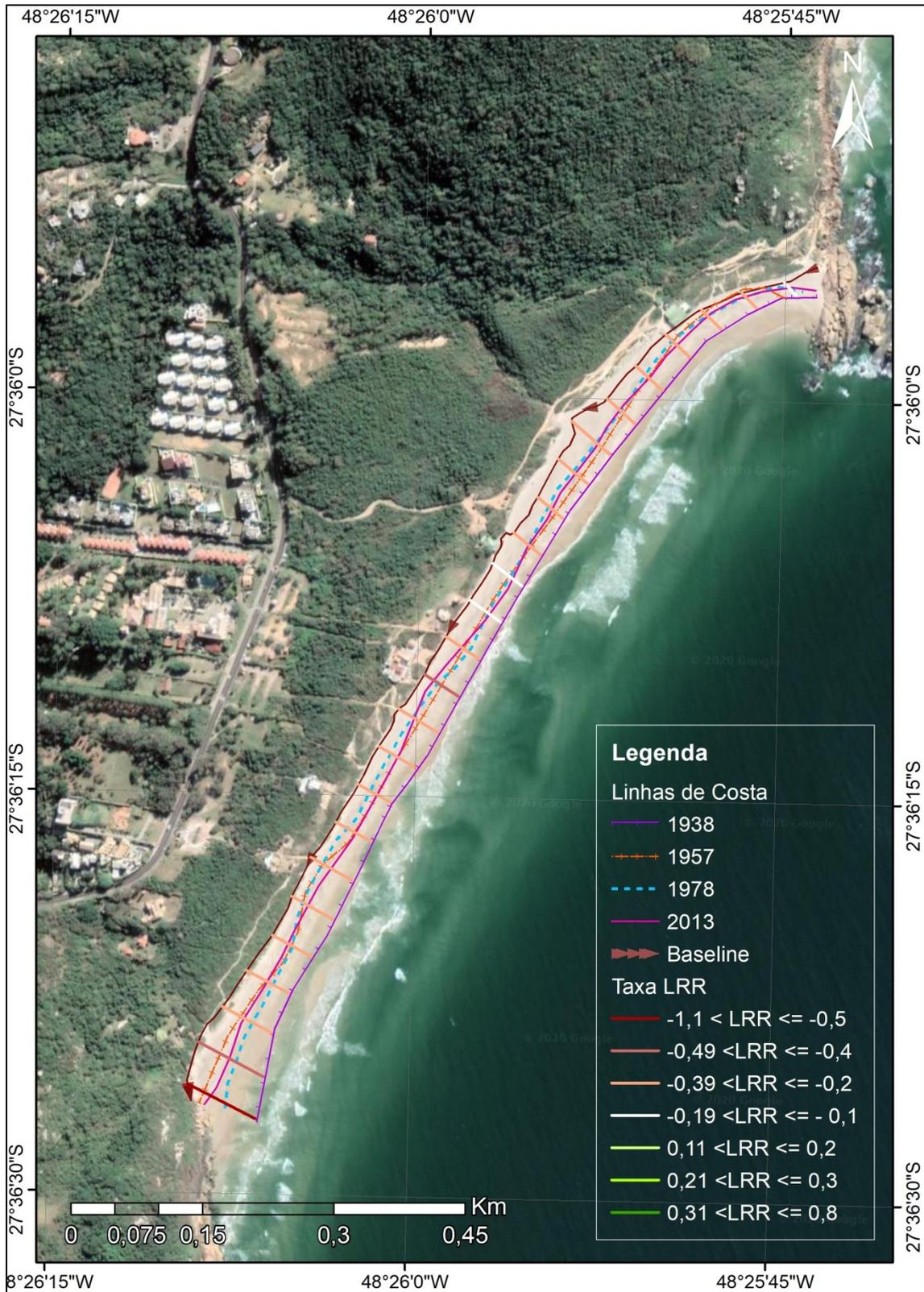


Figura 65: Mapa de análise da variação da linha de costa na praia Mole.



Figura 66: Mapa de análise da variação da linha de costa na praia do Gravatá



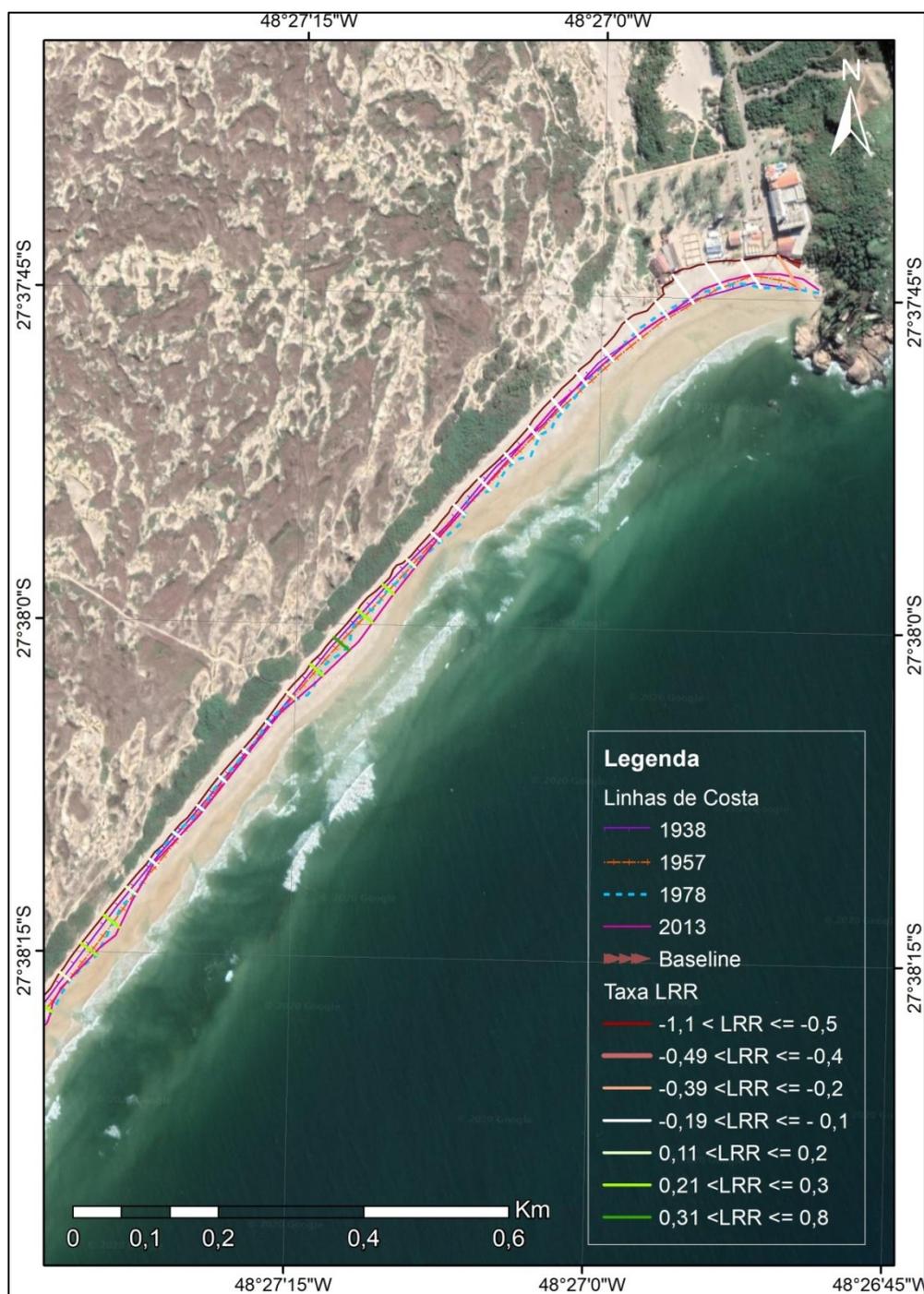
Gráfico 10: Análise da variação espacial da taxa LRR ao longo da praia Mole.

### 5.3.8 Praia da Joaquina

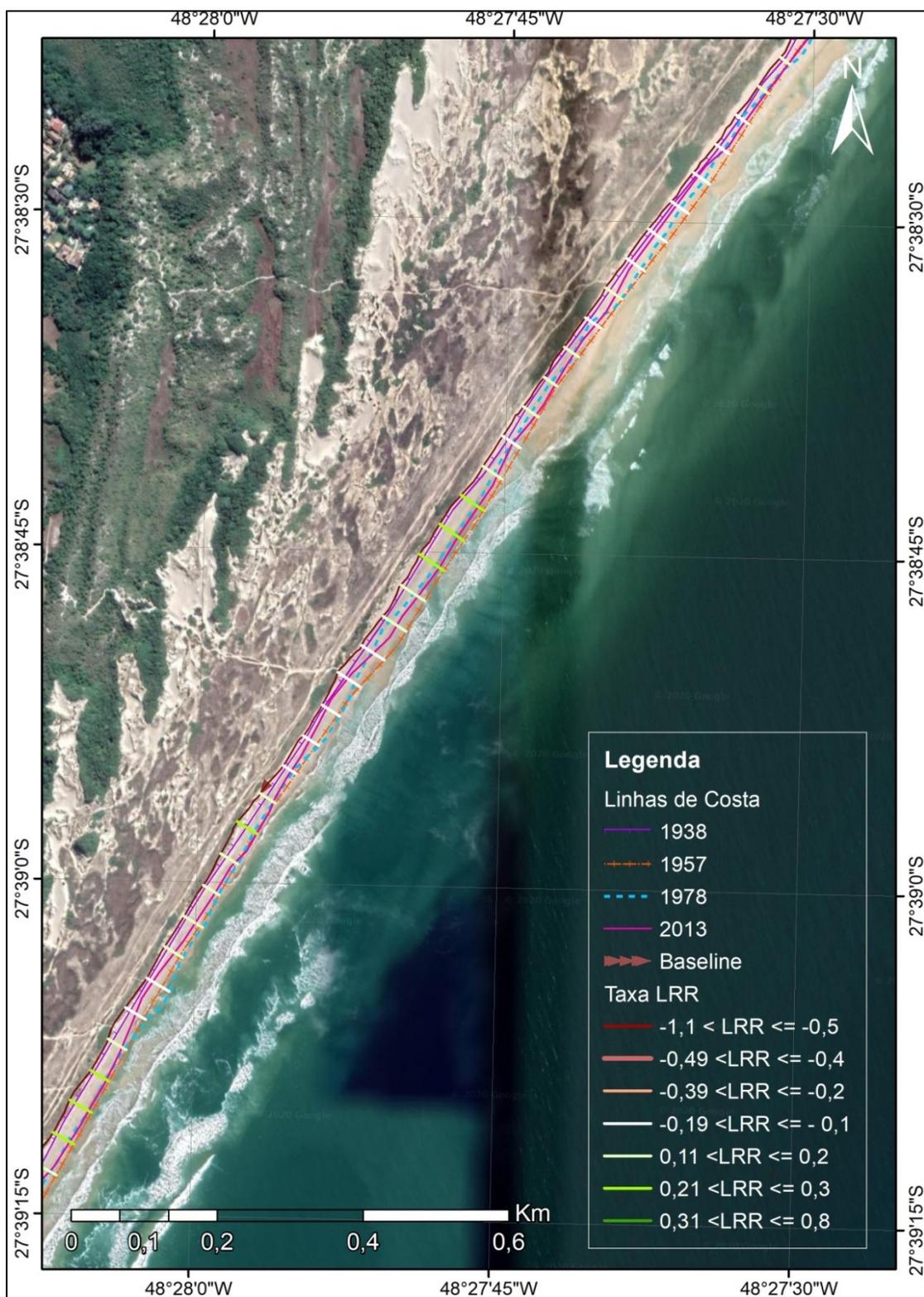
De modo geral a praia da Joaquina apresenta um quadro de estabilidade no sistema, com transectos que variam entre taxas de acreção e estabilidade (Figura 67 e Figura 68). Este cenário pode ter influência dos sedimentos eólicos à retaguarda da praia da Joaquina, na forma de dunas móveis, que variam de 1,2 a 2km de largura, na sua formação natural, a orla praias não apresenta praticamente ocupação antrópica,

posto isto, os depósitos marinhos-praias e eólicos conservados servem como estoque sedimentar, auxiliando na estabilidade do sistema.

Conforme a **Tabela 9** e o **Gráfico 10** as taxas variam entre  $-0,24$  e  $0,34\text{m/ano}$ , sendo que 90% dos transectos são taxas positivas e 10% apresentam taxas negativas. A correlação entre as taxas EPR e LRR é positiva. A praia se apresenta em equilíbrio estático, com baixas variações da linha de costa.



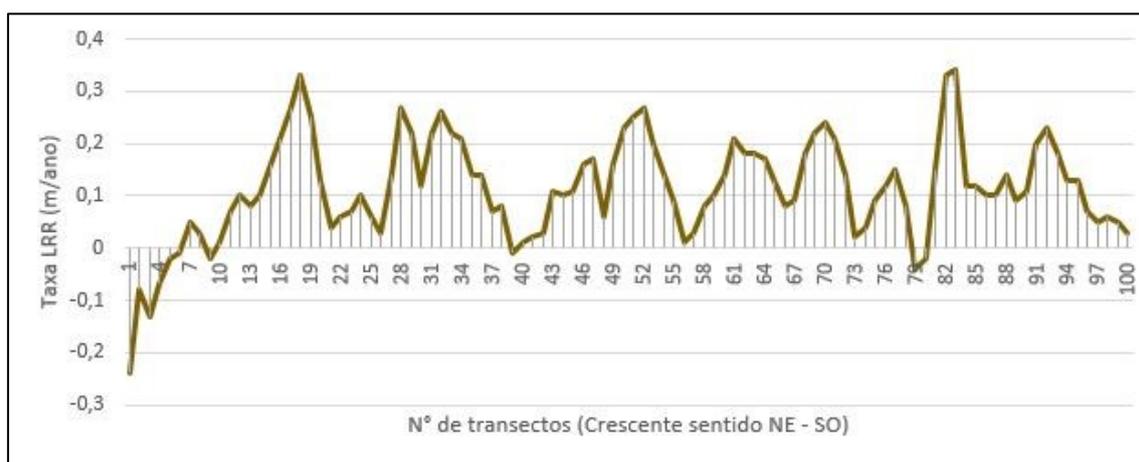
**Figura 67:** Mapa de análise da variação da linha de costa na praia da Joaquina.



**Figura 68:** Mapa de análise da variação da linha de costa do setor Sul da praia da Joaquina

**Tabela 9:** Identificador do transecto (ID), Taxas; *Linear Regression Rate (LRR)*, *End Point Rate (EPR)*, e *R-Squared of Linear Regression (LR2)* da praia da Joaquina.

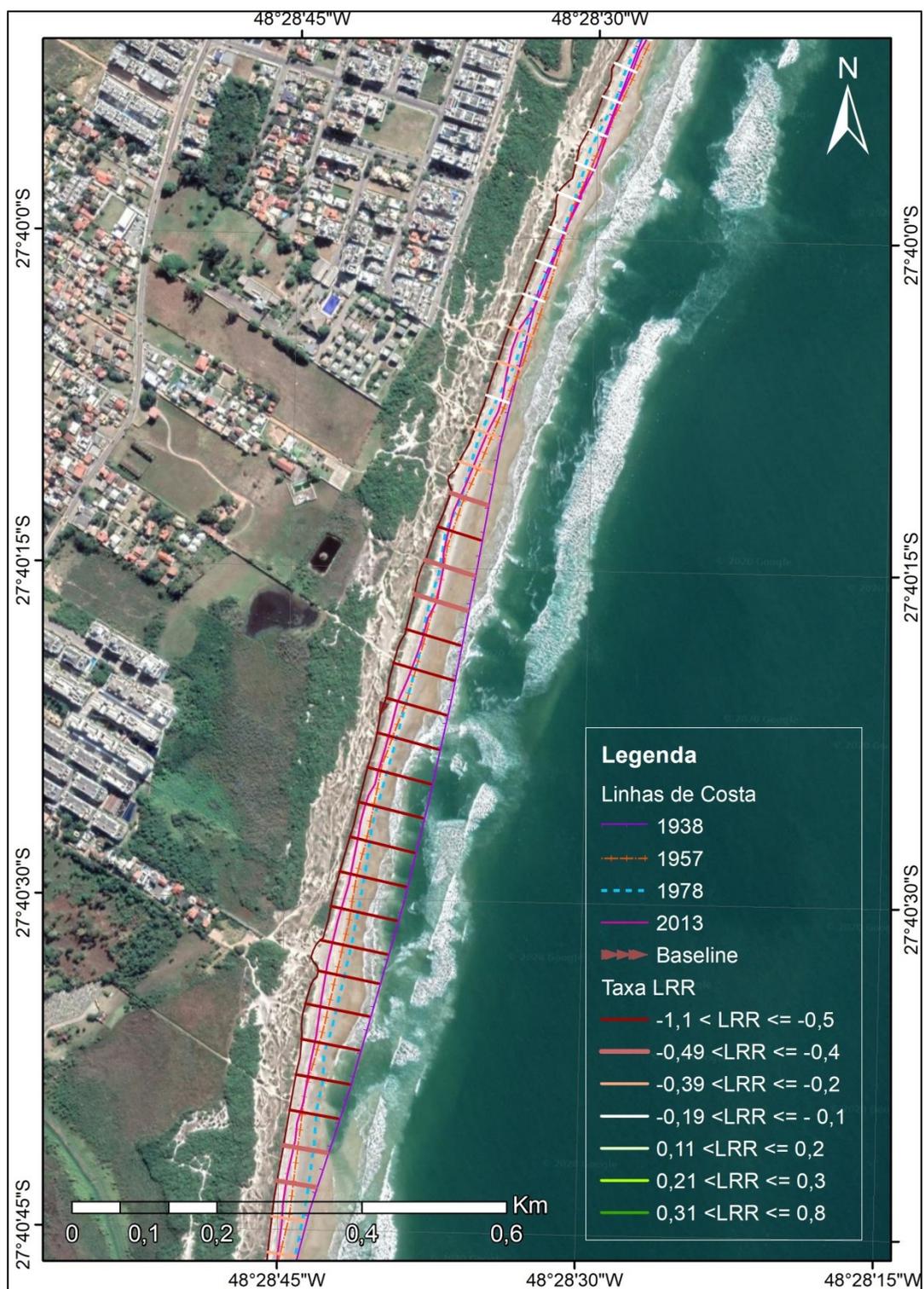
ID	LRR	EPR	LR2	ID	LRR	EPR	LR2	ID	LRR	EPR	LR2	ID	LRR	EPR	LR2
470	-0,24	-0,23	0,59	495	0,03	0,1	0,03	520	0,25	0,35	0,24	545	0,12	0,2	0,08
471	-0,08	-0,24	0,06	496	0,14	0,07	0,64	521	0,27	0,37	0,3	546	0,15	0,23	0,12
472	-0,13	-0,15	0,95	497	0,27	0,17	0,89	522	0,2	0,39	0,18	547	0,08	0,25	0,03
473	-0,07	-0,13	0,32	498	0,22	0,3	0,58	523	0,14	0,32	0,08	548	-0,04	0,17	0,01
474	-0,02	-0,04	0,02	499	0,12	0,23	0,44	524	0,09	0,28	0,04	549	-0,02	0,07	0
475	-0,01	0,02	0	500	0,22	0,15	0,66	525	0,01	0,22	0	550	0,15	0,09	0,18
476	0,05	0,04	0,09	501	0,26	0,22	0,9	526	0,03	0,1	0,01	551	0,33	0,24	0,61
477	0,03	0,09	0,04	502	0,22	0,27	0,76	527	0,08	0,09	0,05	552	0,34	0,4	0,66
478	-0,02	0,07	0,01	503	0,21	0,24	0,52	528	0,1	0,12	0,15	553	0,12	0,4	0,11
479	0,01	-0,01	0	504	0,14	0,24	0,47	529	0,14	0,15	0,35	554	0,12	0,2	0,1
480	0,07	0,01	0,15	505	0,14	0,16	0,34	530	0,21	0,19	0,55	555	0,1	0,21	0,07
481	0,1	0,09	0,21	506	0,07	0,19	0,1	531	0,18	0,26	0,35	556	0,1	0,19	0,07
482	0,08	0,11	0,3	507	0,08	0,15	0,1	532	0,18	0,23	0,25	557	0,14	0,18	0,15
483	0,1	0,08	0,38	508	-0,01	0,15	0	533	0,17	0,24	0,19	558	0,09	0,22	0,07
484	0,16	0,1	0,84	509	0,01	0,07	0	534	0,13	0,22	0,13	559	0,11	0,17	0,1
485	0,21	0,18	0,86	510	0,02	0,1	0	535	0,08	0,18	0,03	560	0,2	0,2	0,19
486	0,27	0,24	0,85	511	0,03	0,11	0,01	536	0,09	0,12	0,06	561	0,23	0,31	0,27
487	0,33	0,3	0,93	512	0,11	0,11	0,11	537	0,18	0,15	0,24	562	0,18	0,34	0,18
488	0,25	0,33	0,96	513	0,1	0,18	0,11	538	0,22	0,25	0,35	563	0,13	0,28	0,09
489	0,13	0,25	0,75	514	0,11	0,19	0,16	539	0,24	0,3	0,34	564	0,13	0,24	0,12
490	0,04	0,14	0,22	515	0,16	0,19	0,33	540	0,21	0,32	0,3	565	0,07	0,23	0,05
491	0,06	0,07	0,61	516	0,17	0,24	0,28	541	0,14	0,31	0,15	566	0,05	0,16	0,04
492	0,07	0,07	0,58	517	0,06	0,25	0,04	542	0,02	0,23	0	567	0,06	0,13	0,06
493	0,1	0,09	0,78	518	0,16	0,15	0,2	543	0,04	0,13	0,01	568	0,05	0,13	0,06
494	0,06	0,11	0,23	519	0,23	0,26	0,25	544	0,09	0,15	0,04	569	0,03	0,12	0,02



**Gráfico 10:** Análise da variação espacial da taxa LRR ao longo da praia da Joaquina.

### 5.3.9 Praia do Campeche

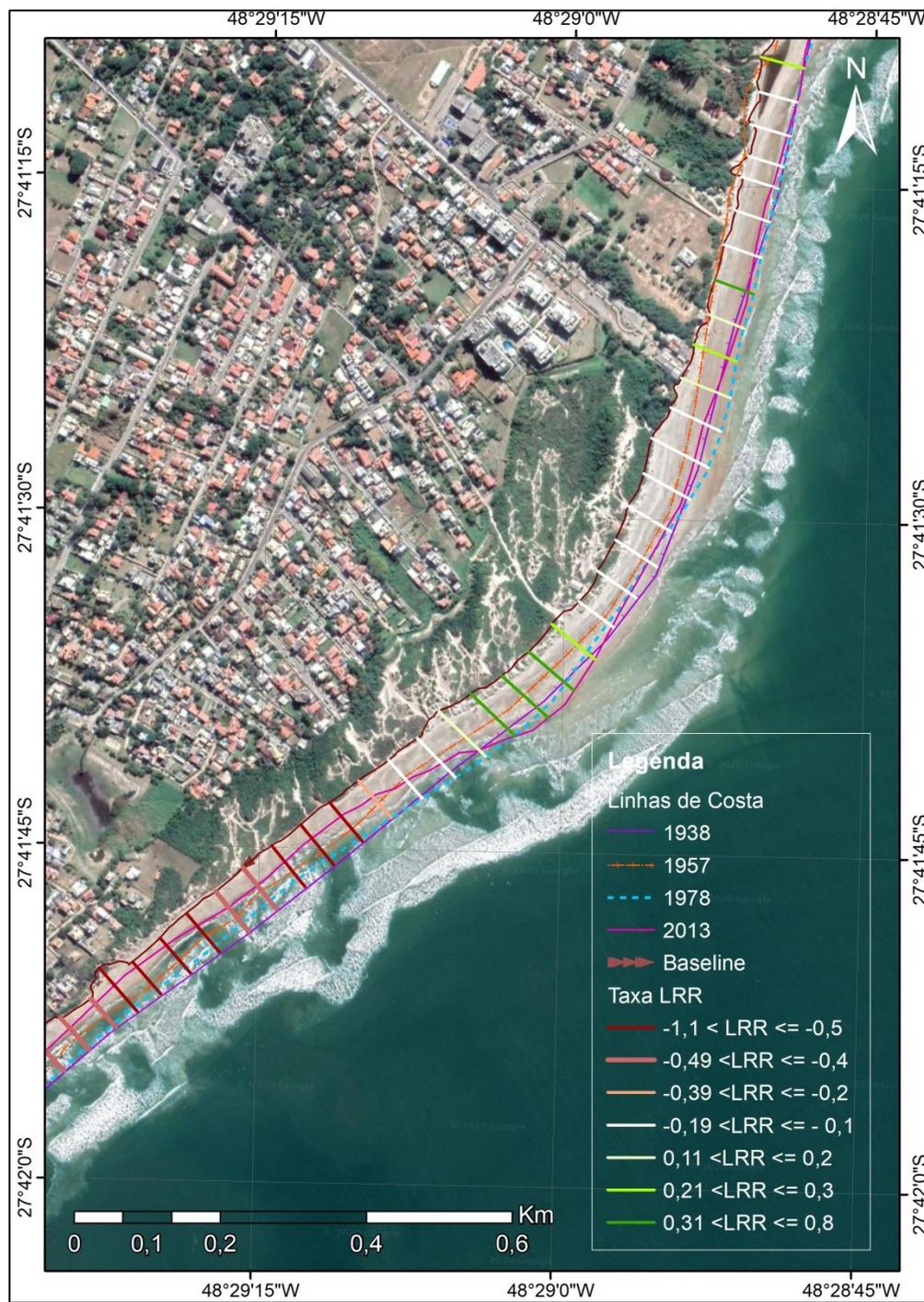
A praia do Campeche tem uma fisiografia peculiar, visto que se localiza entre a praia da Joaquina e o Morro das Pedras, representando um mesmo sistema fisiográfico. Ao longo desse sistema, dois arcos praias são identificados: (i) Joaquina-Campeche e (ii) Campeche-Morro das Pedras, nitidamente subdivido no pontal do Campeche. Na localidade do Novo Campeche, **Figura 69**, as taxas são negativas e majoritariamente altas, ocorrendo igualmente uma massiva ocupação antrópica nas adjacências.



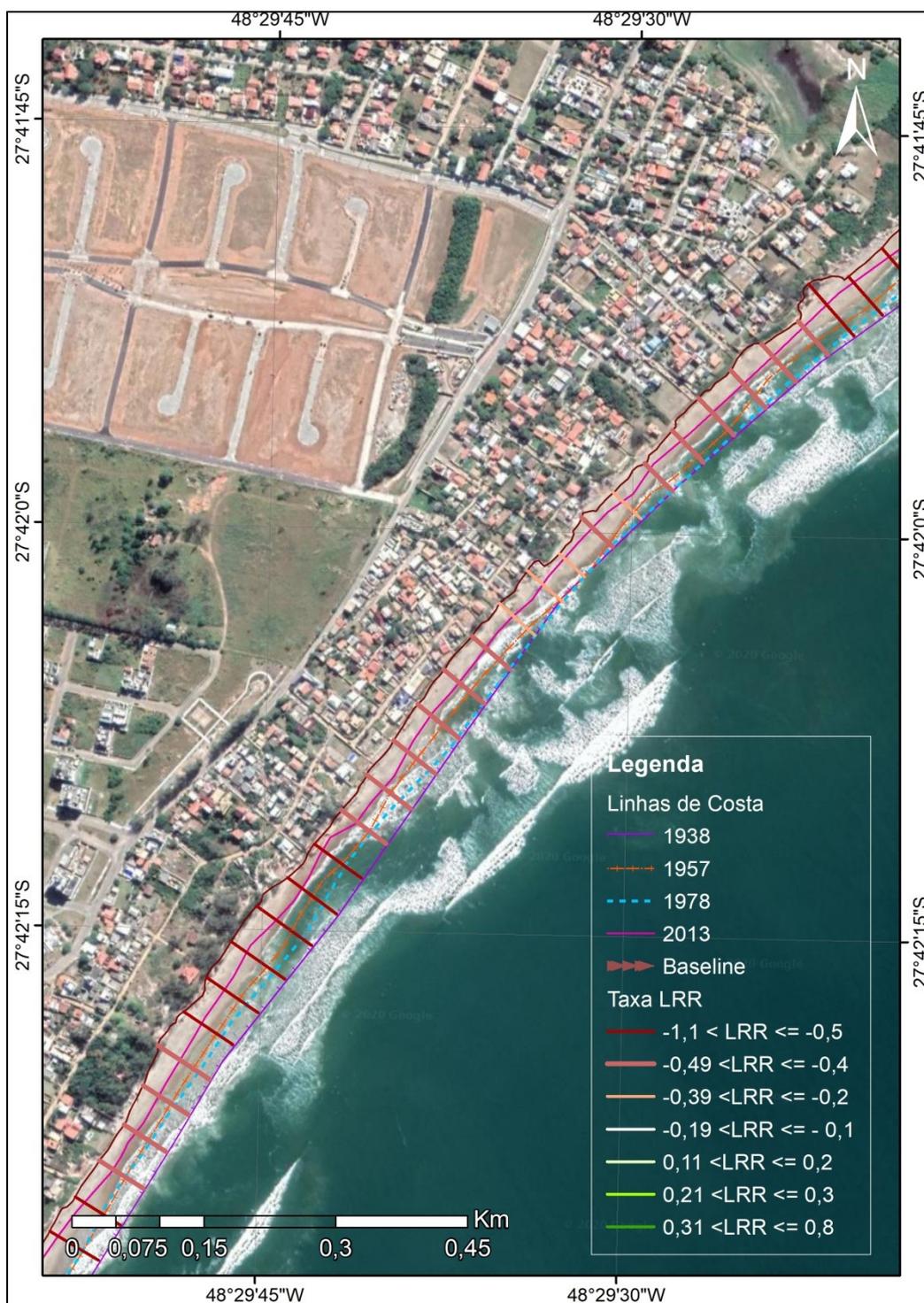
**Figura 69:** Mapa de análise da variação da linha de costa na praia do Campeche.

O pontal do Campeche apresentou taxas de acreção e estabilidade, provavelmente onde as células costeiras dos arcos praias se encontram, transportando e depositando sedimentos (**Figura 70**). Após o pontal do Campeche em direção ao sul,

tem-se a localidade denominada ‘Lomba do Sabão’, as taxas apresentadas, **Figura 71** são negativas e majoritariamente altas.



**Figura 70:** Mapa de análise da variação da linha de costa no pontal do Campeche.



**Figura 71:** Mapa de análise da variação da linha de costa na Lomba do Sabão -Campeche.

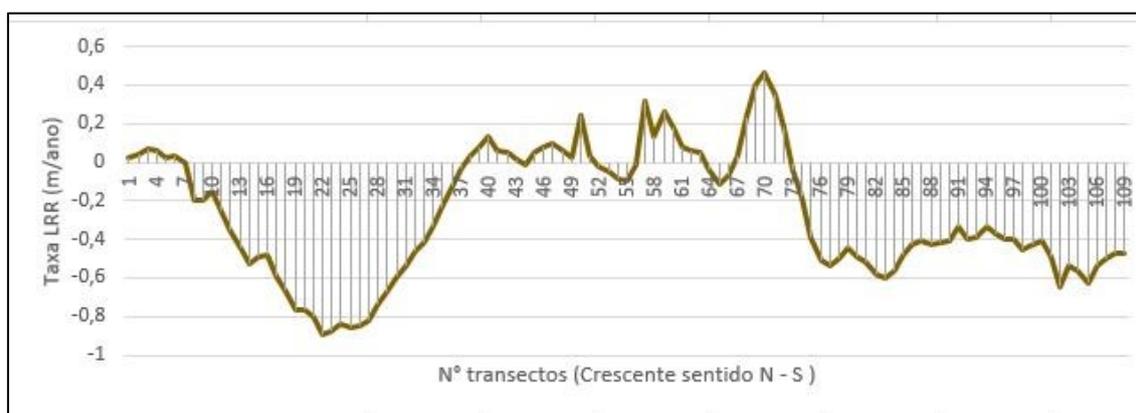
Na **Tabela 10** e **Gráfico 11** percebe-se que o setor praial ao norte apresenta taxas muito altas de retrogradação (Novo Campeche), os transectos do pontal do Campeche apresentam taxas de acreção e estabilidade, e os transectos da Lomba do

Sabão expõem altas taxas de retrogradação. É evidente a relação entre as taxas de variação e a urbanização adjacente.

De modo geral a praia do Campeche apresentou 30,27% das taxas positivas e 69,72% negativas, sendo que 26,6% apresentam elevadas taxas de retrogradação da LC.

**Tabela 10:** Identificador do transecto (ID), Taxas; *Linear Regression Rate (LRR)*, *End Point Rate (EPR)*, e *Squared of Linear Regression (LR2)* da praia do Campeche

ID	LRR	EPR	LR2												
570	0,02	0,08	0,02	597	-0,74	-0,99	0,63	624	-0,1	-0,1	0,43	651	-0,58	-0,63	0,73
571	0,04	0,06	0,07	598	-0,67	-0,91	0,58	625	-0,01	-0,1	0,01	652	-0,6	-0,67	0,77
572	0,07	0,08	0,18	599	-0,59	-0,83	0,5	626	0,32	-0,02	0,16	653	-0,56	-0,67	0,74
573	0,06	0,1	0,43	600	-0,54	-0,77	0,5	627	0,13	0,09	0,35	654	-0,48	-0,63	0,64
574	0,02	0,07	0,11	601	-0,46	-0,7	0,5	628	0,26	0,13	0,17	655	-0,43	-0,56	0,59
575	0,03	0,04	0,04	602	-0,42	-0,61	0,52	629	0,18	0,08	0,09	656	-0,41	-0,52	0,62
576	0	0,07	0	603	-0,33	-0,54	0,48	630	0,08	0,02	0,02	657	-0,43	-0,49	0,7
577	-0,2	0,06	0,55	604	-0,23	-0,42	0,31	631	0,06	-0,06	0,01	658	-0,42	-0,47	0,66
578	-0,2	-0,14	0,77	605	-0,12	-0,33	0,1	632	0,05	-0,07	0,03	659	-0,41	-0,46	0,63
579	-0,15	-0,17	0,46	606	-0,03	-0,22	0	633	-0,04	-0,04	0,03	660	-0,33	-0,45	0,62
580	-0,25	-0,14	0,48	607	0,03	-0,12	0	634	-0,11	-0,1	0,14	661	-0,4	-0,39	0,75
581	-0,35	-0,24	0,61	608	0,08	-0,07	0,03	635	-0,07	-0,19	0,06	662	-0,39	-0,42	0,67
582	-0,44	-0,38	0,62	609	0,13	-0,04	0,09	636	0,03	-0,14	0,02	663	-0,33	-0,38	0,58
583	-0,53	-0,51	0,55	610	0,06	0,01	0,07	637	0,23	-0,03	0,31	664	-0,37	-0,33	0,6
584	-0,49	-0,61	0,48	611	0,05	0,05	0,03	638	0,4	0,14	0,52	665	-0,4	-0,42	0,57
585	-0,48	-0,59	0,42	612	0,01	0,04	0	639	0,46	0,28	0,57	666	-0,4	-0,47	0,52
586	-0,59	-0,58	0,52	613	-0,01	0	0	640	0,35	0,33	0,46	667	-0,45	-0,5	0,54
587	-0,66	-0,7	0,57	614	0,05	-0,02	0,08	641	0,18	0,23	0,13	668	-0,43	-0,56	0,57
588	-0,77	-0,8	0,63	615	0,08	0,04	0,54	642	-0,04	0,04	0,01	669	-0,41	-0,53	0,63
589	-0,77	-0,92	0,56	616	0,1	0,08	0,65	643	-0,18	-0,19	0,1	670	-0,49	-0,51	0,85
590	-0,8	-0,95	0,53	617	0,06	0,09	0,24	644	-0,39	-0,34	0,41	671	-0,65	-0,55	0,86
591	-0,89	-0,99	0,62	618	0,02	0,06	0,03	645	-0,51	-0,51	0,65	672	-0,54	-0,73	0,68
592	-0,88	-1,08	0,63	619	0,24	0,01	0,11	646	-0,54	-0,6	0,73	673	-0,56	-0,66	0,72
593	-0,84	-1,07	0,59	620	0,03	0,02	0,8	647	-0,5	-0,62	0,71	674	-0,63	-0,66	0,81
594	-0,86	-1,04	0,65	621	-0,02	0,03	0,1	648	-0,44	-0,59	0,58	675	-0,54	-0,71	0,78
595	-0,85	-1,04	0,67	622	-0,05	-0,02	0,41	649	-0,49	-0,56	0,75	676	-0,5	-0,62	0,82
596	-0,82	-1,03	0,67	623	-0,09	-0,06	0,55	650	-0,52	-0,57	0,64	677	-0,47	-0,58	0,81
												678	-0,47	-0,54	0,82

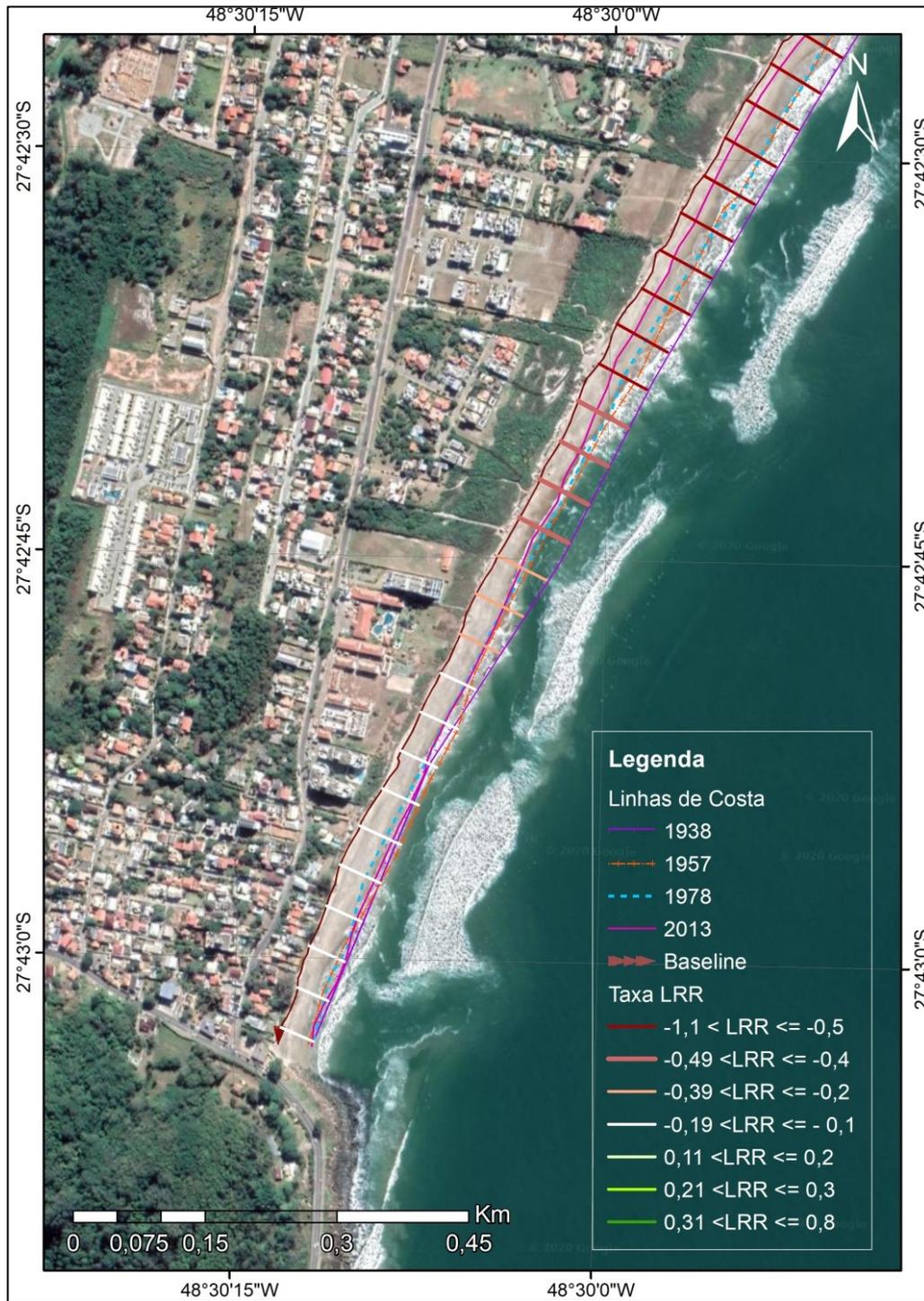


**Gráfico 11:** Análise da variação espacial da taxa LRR ao longo da praia do Campeche.

### 5.3.10 Praia do Morro das Pedras

A praia do Morro das Pedras apresenta uma tendência majoritariamente erosiva, 89,65% dos transectos representam taxas negativas, que variam de muito altas, ao norte, a estabilidade, ao extremo sul (**Figura 72**). Desde 1938 há ocupação dispersa no Morro

das Pedras (**Figura 18**), que se manteve dispersa em 1957 (**Figura 20**) até 1978 (**Figura 24**), em 2013 a orla adjacente encontra-se quase em sua totalidade ocupada (**Figura 37**).



**Figura 72:** Mapa de análise da variação da linha de costa na praia do Morro das Pedras.

Conforme **Tabela 11** e **Gráfico 12**, as taxas adquiridas para a praia do Morro das Pedras são majoritariamente negativas, indicando tendência à erosão. Os transectos localizados ao Sul apresentam taxas de estabilidade.

**Tabela 11:** Identificador do transecto (ID), Taxas; *Linear Regression Rate (LRR)*, *End Point Rate (EPR)*, e *R-Squared of Linear Regression (LR2)* da praia do Morro da Pedras.

ID	LRR	EPR	LR2	ID	LRR	EPR	LR2
679	-0,48	-0,53	0,84	693	-0,41	-0,48	0,75
680	-0,49	-0,55	0,86	694	-0,43	-0,47	0,75
681	-0,6	-0,54	0,94	695	-0,37	-0,49	0,71
682	-0,67	-0,65	0,93	696	-0,28	-0,43	0,62
683	-0,7	-0,72	0,95	697	-0,2	-0,32	0,56
684	-0,69	-0,74	0,93	698	-0,16	-0,23	0,71
685	-0,65	-0,73	0,91	699	-0,17	-0,16	0,46
686	-0,58	-0,7	0,89	700	-0,08	-0,11	0,13
687	-0,6	-0,64	0,94	701	-0,06	-0,01	0,08
688	-0,56	-0,65	0,94	702	-0,1	0	0,16
689	-0,57	-0,61	0,97	703	-0,1	-0,04	0,17
690	-0,58	-0,59	0,97	704	-0,08	-0,06	0,5
691	-0,48	-0,59	0,9	705	0,03	-0,08	0,04
692	-0,43	-0,53	0,8	706	0	0	0
				707	0,05	-0,03	0,41



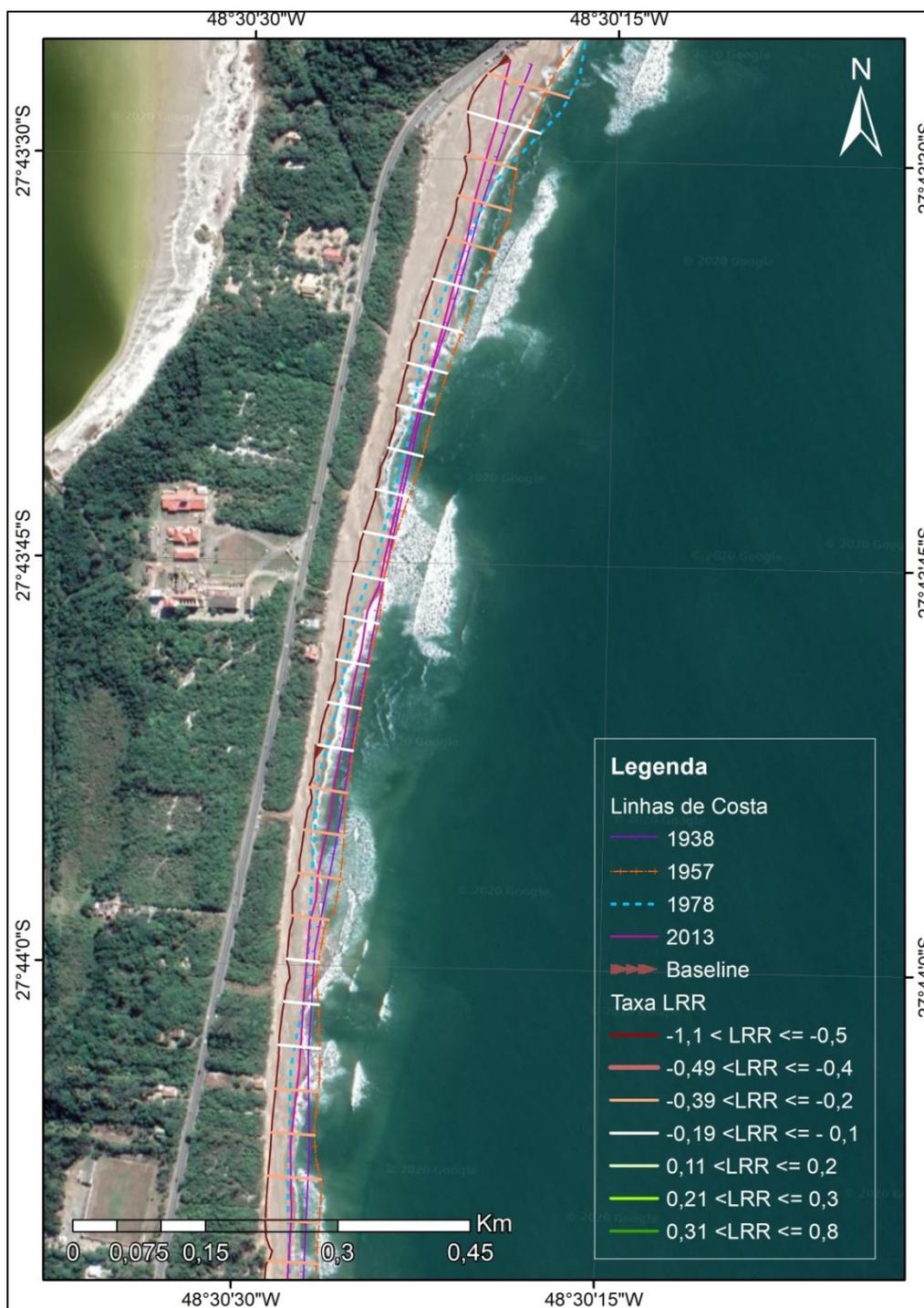
**Gráfico 12:** Análise da variação espacial da taxa LRR ao longo da praia do Morro das Pedras.

### 5.3.11 Praia da Armação

Na praia da Armação as taxas negativas representam 88,05% dos transectos, e as taxas de acreção e estabilidade 11,95%. Sendo que todas as taxas estão entre a variação de 0,5m/ano a -0,5 m/ano. De modo geral a praia apresentou comportamento da linha costa com tendência a estabilidade dinâmica.

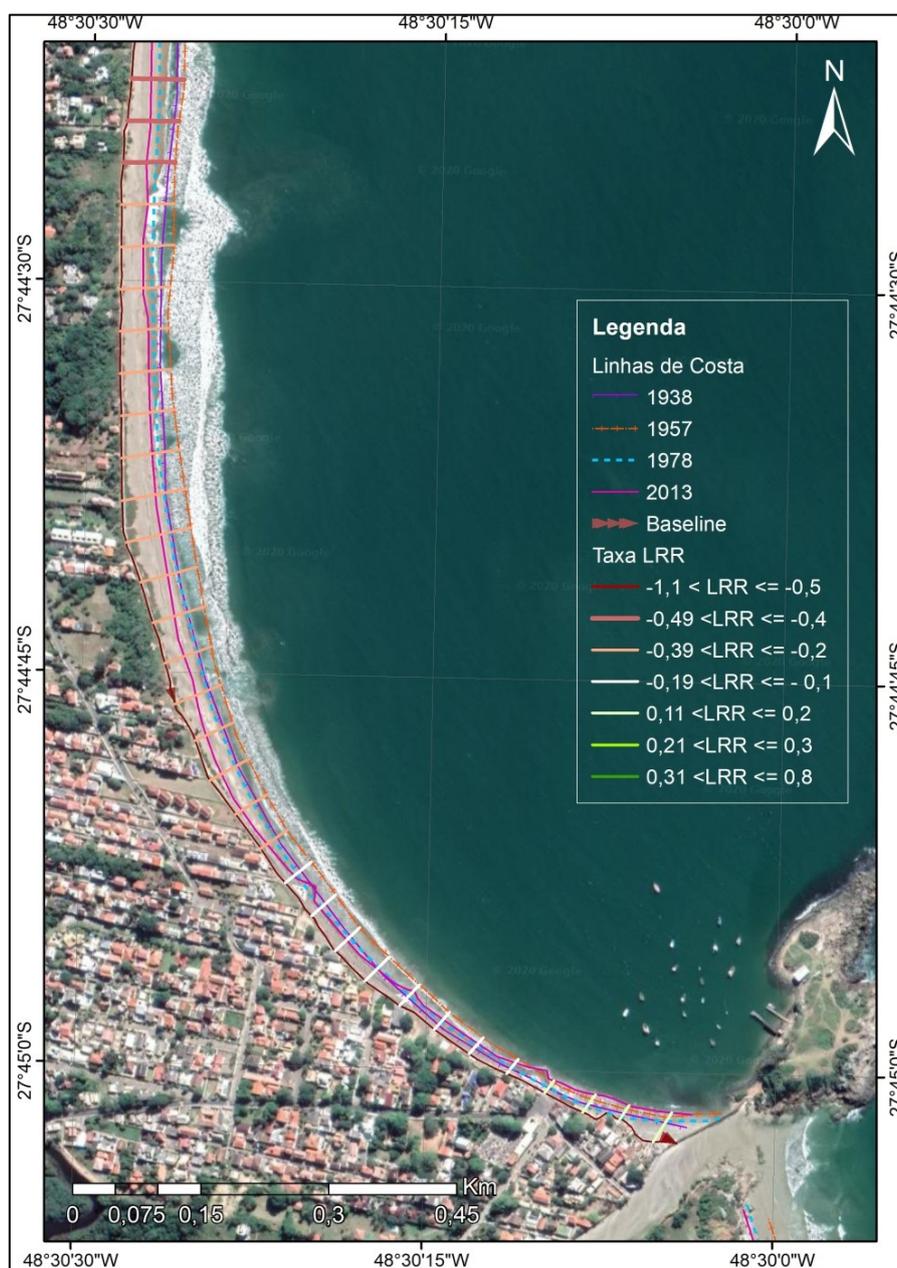
O setor Norte tem-se a localidade conhecida como ‘Caldeirão’, este setor apresenta baixas taxas erosivas e tendência a estabilidade, caracterizando equilíbrio no

sistema (**Figura 73**). Entretanto, no ano de 2019 foram efetuadas obras rígidas para contenção da erosão costeira no local, impedindo, assim, o equilíbrio do sistema, que naturalmente poderia se estabilizar. No setor Central da praia as taxas apresentadas são de retrogradação moderada.



**Figura 73:** Mapa de análise da variação da linha de costa no setor Norte da praia da Armação.

O setor Sul da praia já sofreu algumas intervenções antrópicas, como obras de contenção e revitalização da orla, e a construção do molhe da Armação (**Figura 74**). Estas obras rígidas acabam interferindo diretamente na dinâmica praial. Este setor apresenta taxas de acreção e estabilidade, este resultado pode ser atribuído a associação de diversas causas, apesar de ser um local geograficamente protegido de ondulações provenientes do quadrante sul, a construção dos molhes mudou os fluxos das correntes locais, resultando na deriva litorânea sentido norte para sul (ABREU DE CASTILHOS, 1995), portanto tendendo a deposição sedimentar no setor Sul.



**Figura 74:** Mapa de análise da variação da linha de costa no setor Sul da praia da Armação.

Conforme **Tabela 12** e **Gráfico 13**, as taxas adquiridas para a praia da Armação são majoritariamente negativas, porém indicam tendência ao equilíbrio dinâmico. Os transectos localizados ao Norte apresentam estabilidade e os transectos localizados ao sul apresentam taxas de acreção.

**Tabela 12:** Identificador do transecto (ID), Taxas; *Linear Regression Rate (LRR)*, *End Point Rate (EPR)*, e *R-Squared of Linear Regression (LR2)* da praia da Armação.

ID	LRR	EPR	LR2	ID	LRR	EPR	LR2	ID	LRR	EPR	LR2
708	-0,27		0,07	730	-0,15	-0,09	0,37	752	-0,27	-0,17	0,4
709	-0,19	-0,25	0,07	731	-0,19	-0,09	0,26	753	-0,25	-0,17	0,28
710	-0,21	-0,15	0,17	732	-0,25	-0,09	0,34	754	-0,26	-0,13	0,3
711	-0,25	-0,12	0,18	733	-0,31	-0,15	0,54	755	-0,26	-0,14	0,3
712	-0,2	-0,09	0,15	734	-0,35	-0,23	0,43	756	-0,29	-0,14	0,37
713	-0,19	-0,05	0,16	735	-0,31	-0,23	0,4	757	-0,28	-0,18	0,44
714	-0,15	-0,05	0,1	736	-0,31	-0,19	0,46	758	-0,28	-0,2	0,47
715	-0,1	-0,02	0,07	737	-0,34	-0,21	0,48	759	-0,34	-0,2	0,6
716	-0,1	0,01	0,1	738	-0,39	-0,23	0,5	760	-0,34	-0,26	0,54
717	-0,1	-0,01	0,13	739	-0,38	-0,26	0,58	761	-0,33	-0,25	0,57
718	-0,08	-0,02	0,14	740	-0,43	-0,28	0,71	762	-0,24	-0,25	0,44
719	-0,06	-0,02	0,11	741	-0,45	-0,35	0,74	763	-0,19	-0,16	0,29
720	-0,07	-0,02	0,07	742	-0,47	-0,37	0,72	764	-0,18	-0,1	0,26
721	-0,19	-0,02	0,25	743	-0,46	-0,37	0,73	765	-0,13	-0,08	0,19
722	-0,17	-0,12	0,23	744	-0,41	-0,38	0,76	766	-0,07	-0,05	0,05
723	-0,18	-0,11	0,27	745	-0,4	-0,34	0,75	767	0,08	0,02	0,06
724	-0,19	-0,11	0,22	746	-0,33	-0,32	0,62	768	0,06	0,17	0,04
725	-0,22	-0,12	0,23	747	-0,37	-0,25	0,6	769	0,05	0,14	0,05
726	-0,23	-0,14	0,26	748	-0,33	-0,27	0,63	770	0,08	0,12	0,13
727	-0,25	-0,13	0,32	749	-0,23	-0,25	0,54	771	0,13	0,15	0,41
728	-0,2	-0,14	0,42	750	-0,23	-0,16	0,46	772	0,18	0,18	0,48
729	-0,13	-0,12	0,47	751	-0,25	-0,15	0,46	773	0,14	0,22	0,37
								774	0,18	0,19	0,68



**Gráfico 13:** Análise da variação espacial da taxa LRR ao longo da praia da Armação.

### 5.3.12 Praia do Matadeiro

A praia do Matadeiro apresentou taxas de estabilidade em todos os transectos analisados (**Figura 75**).



**Figura 75:** Mapa de análise da variação da linha de costa na praia do Matadeiro.

Percebe-se na **Tabela 13**, que o LR2, coeficiente de determinação, está bem próximo ao zero, demonstrando que o modelo se ajustou pouco à amostra nesta praia.

**Tabela 13:** Identificador do transecto (ID), Taxas; *Linear Regression Rate (LRR)*, *End Point Rate (EPR)*, e *R-Squared of Linear Regression (LR2)* da praia do Matadeiro.

ID	LRR	EPR	LR2
775	-0,1	0,22	0,03
776	-0,17	0,04	0,1
777	-0,15	-0,03	0,09
778	-0,12	-0,02	0,08
779	-0,07	-0,02	0,03
780	-0,04	0,05	0,01
781	-0,01	0,08	0
782	-0,01	0,12	0
783	-0,05	0,11	0,01
784	-0,05	0,08	0,01
785	-0,03	0,08	0,01
786	-0,09	0,1	0,06
787	-0,16	0,02	0,18
788	-0,17	-0,06	0,24

O **Gráfico 14** demonstra a variação das taxas ao longo da praia do Matadeiro, pode-se perceber que setor Sul com maior tendência à erosão. O setor Norte tende a estabilidade, visto que este setor é corresponde à foz da lagoa do Peri, e consequentemente recebe sedimentos oriundos do corpo lagunar.

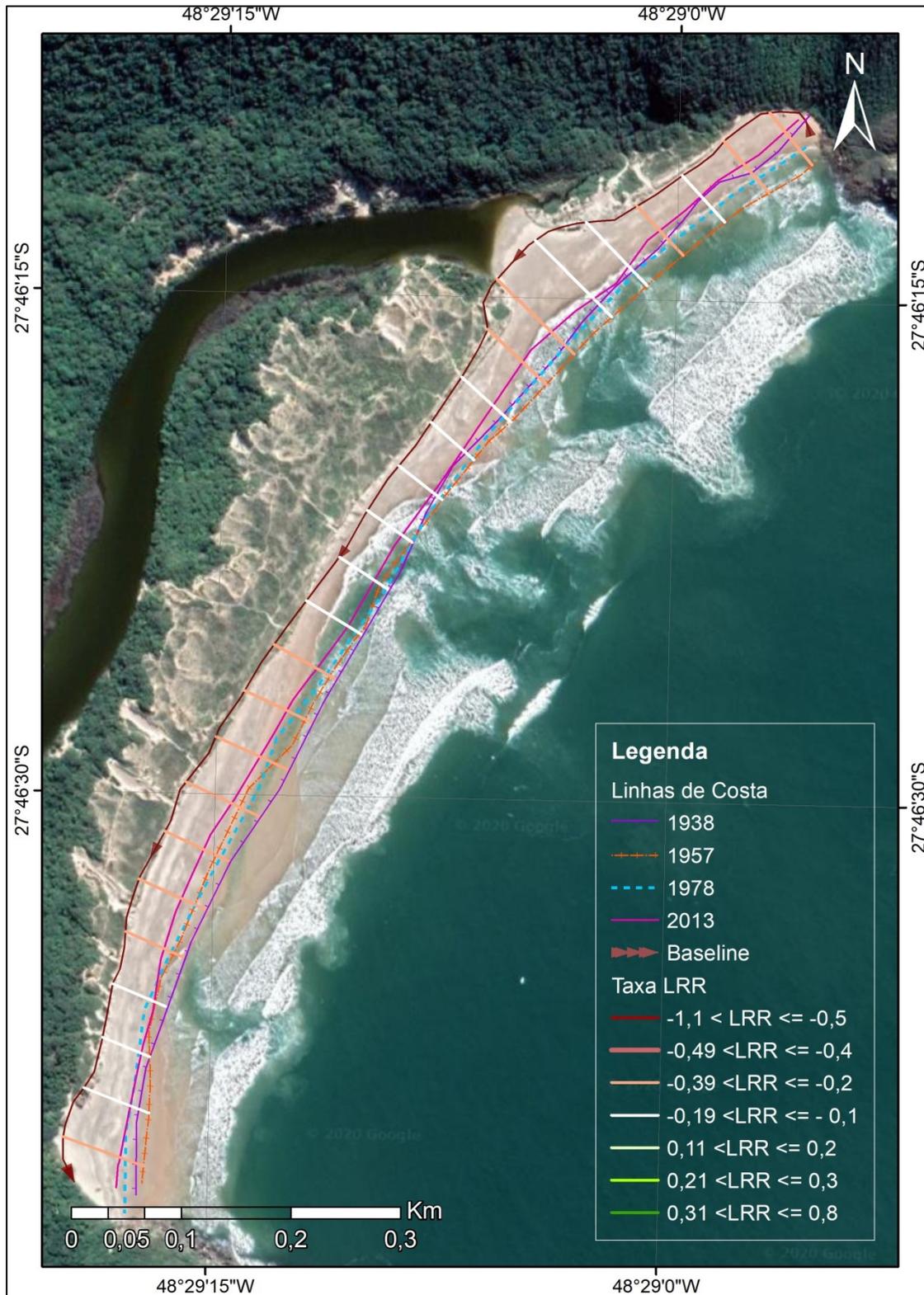


**Gráfico 14:** Análise da variação espacial da taxa LRR ao longo da praia do Matadeiro.

### 5.3.13 Praia da Lagoinha do Leste

A praia da Lagoinha do Leste demonstrou uma tendência à retrogradação da linha de costa, com taxas moderadamente negativas (**Figura 76**). O LR2, coeficiente de determinação, apresenta predominantemente valores próximos a um, isto representa que o modelo se ajustou muito bem à amostra nesta praia (**Tabela 14**). De modo geral,

apesar de 100% dos transectos serem negativos, as taxas não são altas e indicam a tendência ao equilíbrio dinâmico do sistema.

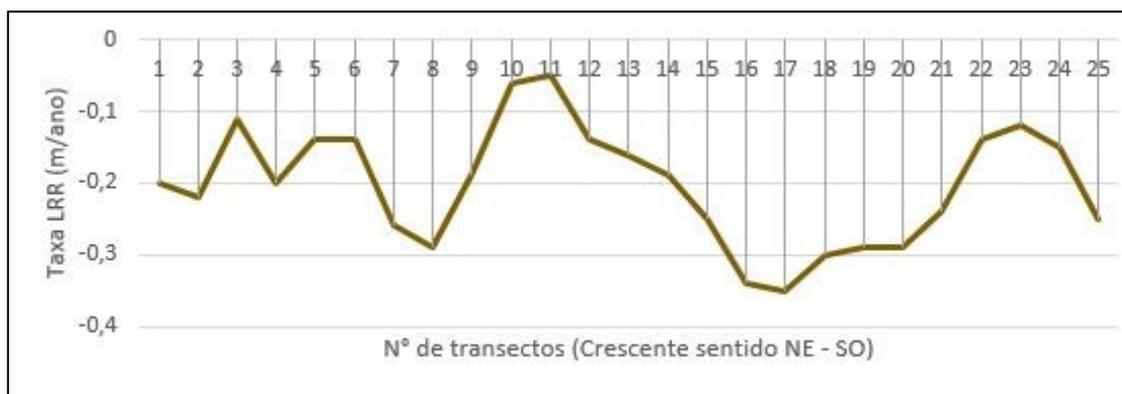


**Figura 76:** Mapa de análise da variação da linha de costa na praia da Lagoinha do Leste.

**Tabela 14:** Identificador do transecto (ID), Taxas; *Linear Regression Rate (LRR)*, *End Point Rate (EPR)*, e *R-Squared of Linear Regression (LR2)* da praia da Lagoinha do Leste.

ID	LRR	EPR	LR2	ID	LRR	EPR	LR2
789	-0,2	-0,08	0,12	801	-0,16	-0,14	0,62
790	-0,22	-0,07	0,21	802	-0,19	-0,19	0,95
791	-0,11	-0,11	0,05	803	-0,25	-0,19	0,99
792	-0,2	0	0,23	804	-0,34	-0,25	0,98
793	-0,14	-0,11	0,18	805	-0,35	-0,33	0,93
794	-0,14	-0,05	0,2	806	-0,3	-0,37	0,69
795	-0,26	-0,07	0,5	807	-0,29	-0,36	0,81
796	-0,29	-0,2	0,56	808	-0,29	-0,33	0,92
797	-0,19	-0,23	0,45	809	-0,24	-0,31	0,93
798	-0,06	-0,14	0,1	810	-0,14	-0,26	0,42
799	-0,05	-0,03	0,1	811	-0,12	-0,15	0,52
800	-0,14	-0,02	0,67	812	-0,15	-0,09	0,34
				813	-0,25	-0,09	0,62

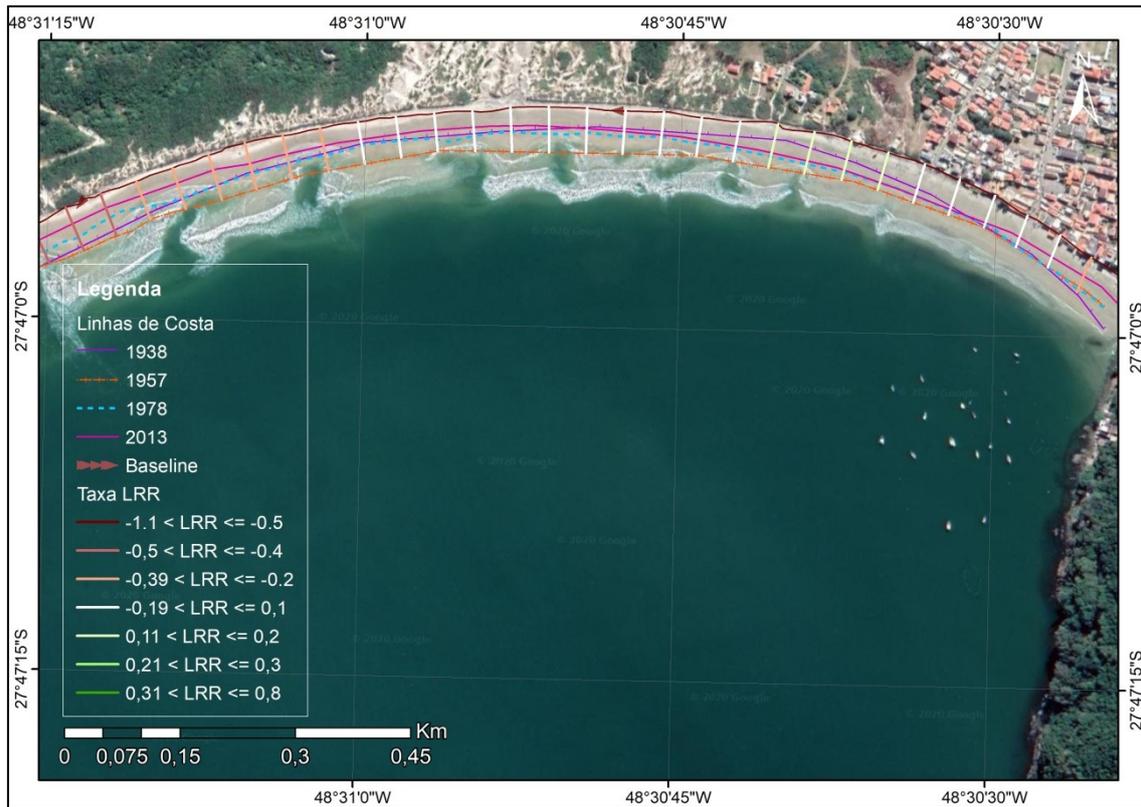
O **Gráfico 15** demonstra a variação espacial da taxa LRR da praia da Lagoinha do Leste. Sobre tudo as taxas variam pouco e tendem a estabilidade.



**Gráfico 15:** Análise da variação espacial da taxa LRR ao longo da praia da Lagoinha do Leste.

### 5.3.14 Praia do Pântano do Sul

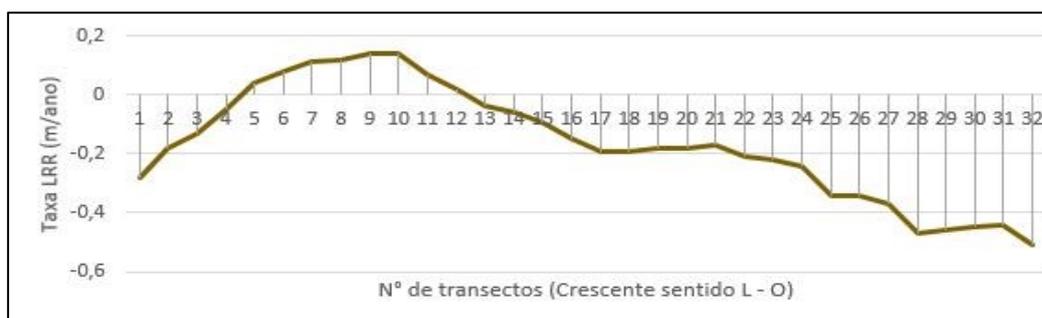
A praia do Pântano do Sul apresenta tendência à estabilidade e acreção no setor Central, possivelmente relacionado a ocorrência de dunas preservadas. Ao leste apresenta taxas moderadamente negativas e de estabilidade, onde há ocupação adjacente à orla (**Figura 77**). Conforme **Tabela 15** e **Gráfico 16**, as taxas adquiridas para a praia do Pântano do Sul são mais erosivas no setor Oeste e mais deposicionais no setor Leste.



**Figura 77:** Mapa de análise da variação da linha de costa na praia do Pântano do Sul.

**Tabela 15:** Taxas EPR, LRR e LR2 da praia do Pântano do Sul.

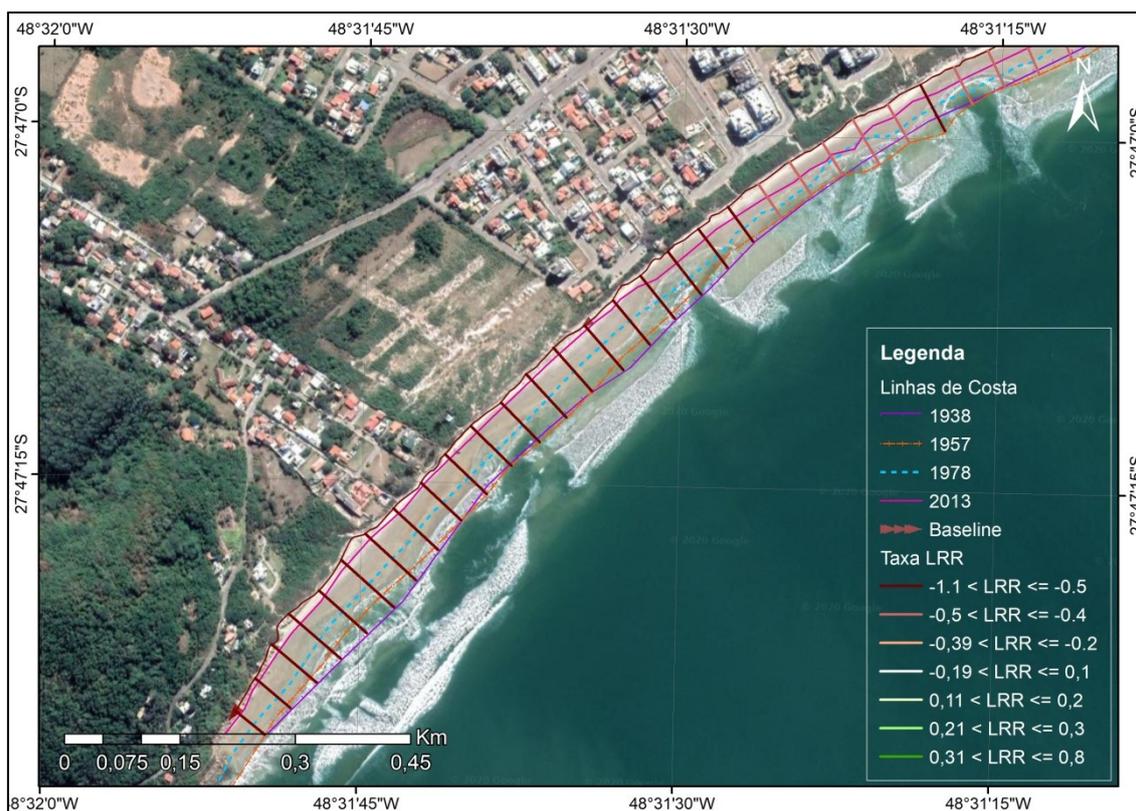
ID	LRR	EPR	LR2	ID	LRR	EPR	LR2
815	-0,28	-0,48	0,8	831	-0,19	-0,02	0,16
816	-0,18	-0,31	0,69	832	-0,19	-0,06	0,2
817	-0,13	-0,18	0,45	833	-0,18	-0,08	0,23
818	-0,05	-0,12	0,37	834	-0,18	-0,09	0,19
819	0,04	-0,03	0,05	835	-0,17	-0,07	0,14
820	0,08	0,08	0,1	836	-0,21	-0,05	0,23
821	0,11	0,16	0,12	837	-0,22	-0,1	0,27
822	0,12	0,19	0,1	838	-0,24	-0,12	0,26
823	0,14	0,22	0,09	839	-0,34	-0,12	0,44
824	0,14	0,26	0,07	840	-0,34	-0,24	0,54
825	0,07	0,27	0,03	841	-0,37	-0,26	0,72
826	0,02	0,2	0	842	-0,47	-0,3	0,76
827	-0,04	0,13	0,01	843	-0,46	-0,38	0,81
828	-0,06	0,1	0,01	844	-0,45	-0,4	0,88
829	-0,09	0,08	0,03	845	-0,44	-0,4	0,85
830	-0,15	0,05	0,1	846	-0,51	-0,39	0,58



**Gráfico 16:** Análise da variação espacial da taxa LRR ao longo da praia do Pântano do Sul.

### 5.3.15 Praia dos Açores

A praia dos Açores apresenta ao sua totalidade taxas que indicam tendência à retorgradação da linha de costa, variando de taxas negativamente moderadas à muito altas. Percebe-se uma acentuada ocupação antrópica em sua adjacência, fato que pode influenciar diretamente no balanço sedimentar do sistema (**Figura 78**).



**Figura 78:** Mapa de análise da variação da linha de costa na praia dos Açores.

**Tabela 16:** Identificador do transecto (ID), Taxas; *Linear Regression Rate (LRR)*, *End Point Rate (EPR)*, e *R-Squared of Linear Regression (LR2)* da praia dos Açores.

ID	LRR	EPR	LR2	ID	LRR	EPR	LR2
847	-0,43	-0,37	0,71	859	-0,9	-0,85	0,89
848	-0,48	-0,35	0,59	860	-0,87	-0,81	0,88
849	-0,44	-0,35	0,84	861	-0,84	-0,78	0,9
850	-0,4	-0,38	0,95	862	-0,87	-0,77	0,88
851	-0,48	-0,38	0,95	863	-0,96	-0,78	0,93
852	-0,55	-0,45	0,98	864	-0,99	-0,88	0,97
853	-0,63	-0,53	0,99	865	-1,09	-0,93	1
854	-0,71	-0,63	0,99	866	-1,1	-1,07	1
855	-0,82	-0,69	0,99	867	-0,98	-1,1	1
856	-0,95	-0,79	0,98	868	-0,94	-0,98	1
857	-0,99	-0,92	0,98	869	-0,87	-0,93	0,98
858	-0,93	-0,95	0,93	870	-0,74	-0,85	0,97
				871	-0,73	-0,73	0,99

Na **Tabela 16** observa-se que o coeficiente de correlação (LR2) está majoritariamente próximo de um, o que demonstra uma boa resposta ao modelo

aplicado. Na praia dos Açores 80% dos transectos indicam taxas muito altas de retrogradação da linha de costa, enquanto que os outros 20% indicam taxas moderadas de retrogradação.

No **Gráfico 17** pode-se analisar a distribuição das taxas que variam de altas a muito altas em toda a praia, e demonstra propensão a erosão costeira.



**Gráfico 17:** Análise da variação espacial da taxa LRR ao longo da praia dos Açores.

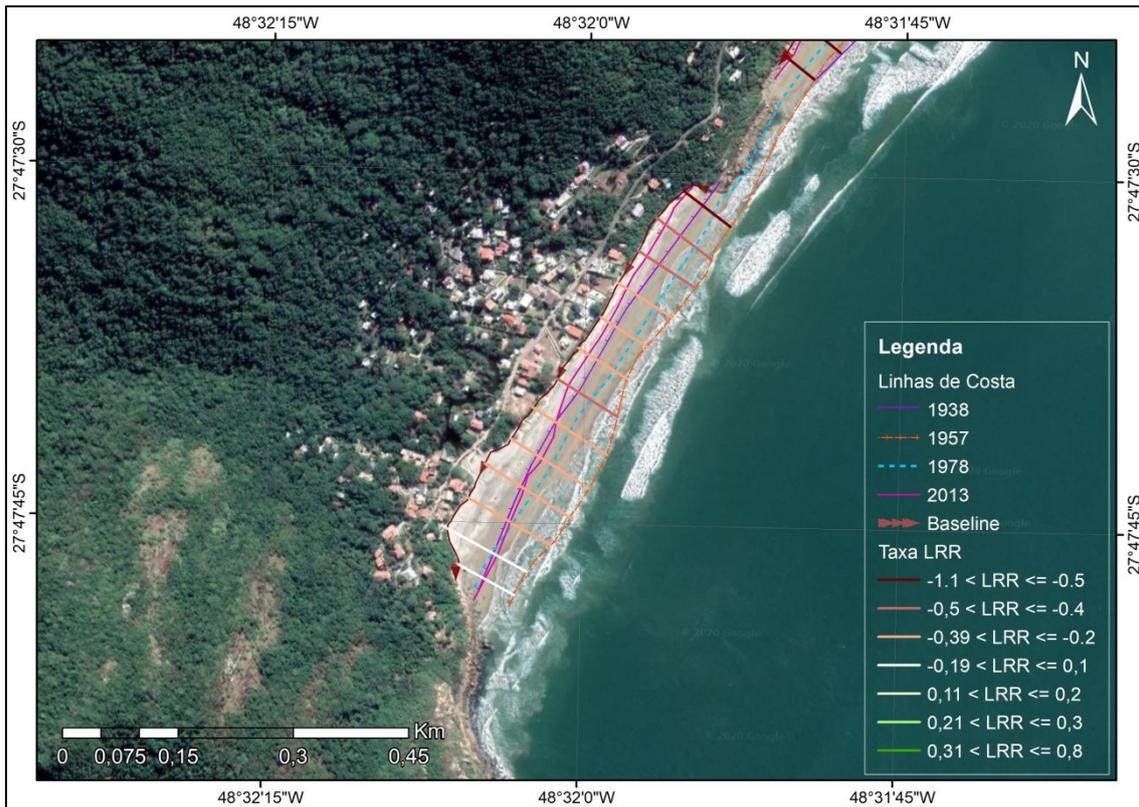
### 5.3.16 Praia da Solidão

A praia da Solidão demonstrou um panorama de retrogradação com taxas moderadas. Percebe-se a ocupação urbana contígua à praia, e se dispersando à montante (**Figura 79**).

O **Gráfico 18** mostra a distribuição espacial das taxas LRR, pode-se perceber que as maiores taxas encontram-se no setor Centro-norte. Apesar de 100% das taxas serem negativas, apenas 7,6% apresentaram taxas altas de retrogradação, os outros 92,30% representam tendência à estabilidade dinâmica (**Tabela 17**).

**Tabela 17:** Identificador do transecto (ID), Taxas; *Linear Regression Rate (LRR)*, *End Point Rate (EPR)*, e *R-Squared of Linear Regression (LR2)* da praia da Solidão.

ID	LRR	EPR	LR2
872	-0,5		0,28
873	-0,49	-0,32	0,23
874	-0,44	-0,29	0,19
875	-0,38	-0,23	0,15
876	-0,28	-0,18	0,11
877	-0,31	-0,12	0,14
878	-0,43	-0,14	0,17
879	-0,29	-0,18	0,06
880	-0,2	0,04	0,03
881	-0,24	0,14	0,05
882	-0,2	0,08	0,04
883	-0,14	0,1	0,03
884	-0,17	0,1	0,05



**Figura 79:** Mapa de análise da variação da linha de costa na praia da Solidão.



**Gráfico 18:** Análise da variação espacial da taxa LRR ao longo da praia da Solidão.

## 5.4 CLUSTERS DA CARACTERIZAÇÃO MORFOSEDIMENTAR DAS PRAIAS OCEÂNICAS DA ILHA DE SANTA CATARINA

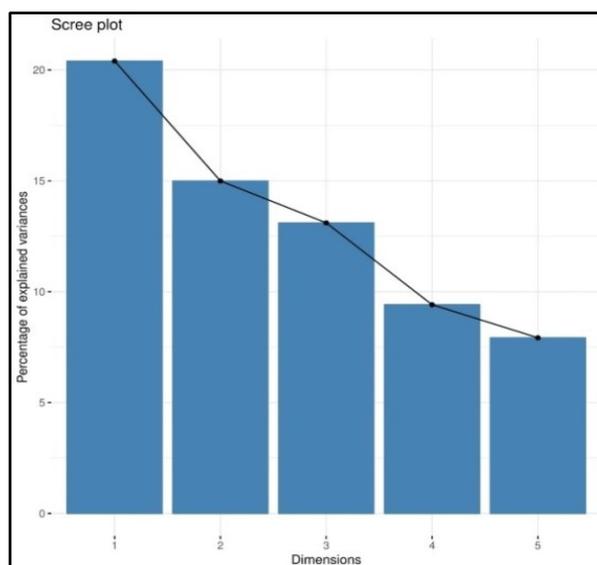
Para o agrupamento das praias buscou-se a síntese das características morfossedimentares. As praias abordadas são aquelas que estão situadas de frente para o oceano Atlântico, sendo elas de norte a sul: praia Brava, praia dos Ingleses, praia do Santinho, praia do Moçambique, praia da Barra da Lagoa, praia da Galheta, praia Mole, praia do Gravatá, praia da Joaquina, praia do Campeche, praia do Morro das Pedras, praia da Armação, praia do Matadeiro, praia da Lagoinha do Leste, praia do Pântano do Sul, praia dos Açores e praia da Solidão (**Figura 2**).

### 5.4.1 AGRUPAMENTO DAS PRAIAS OCEÂNICAS DA ILHA DE SANTA CATARINA

A caracterização morfossedimentar relatada deu origem a tabela de indicadores (**Anexo II**), que com auxílio do *software estatístico R*, fizeram-se os agrupamentos das praias com características semelhantes, a fim da análise comparativa.

A determinação dos fatores foi estipulada pela % de variância que cada fator representa ( $R^2$ ) (**Figura 80**). Cada fator apresenta as variáveis mais relevantes para a determinação, sendo estas mais ou menos relevantes para definição dos fatores.

O método *Factor Analysis of Mixed Data (FAMD)* permite a análise de dados mistos, qualitativos e quantitativos, portanto os fatores são determinados por duas ou mais variáveis relevantes, que apresentam porcentagem acima de 50%. O Fator 1 foi definido pela variável quantitativa: declividade da praia (70%) e qualitativas: textura dos sedimentos (55,1%), estado morfodinâmico (52,8%) e estado de equilíbrio (50,1%); O Fator 2 foi estabelecido pela variável quantitativa: altura média de onda no ponto de quebra ( $H_b$ ) (62,1%) e qualitativa: energia (69,7%); Fator 3 foi estipulado pela variável quantitativa: extensão média da praia (73,3%).



**Figura 80:** Determinação de % de variância dos fatores.

**Tabela 18:** Tabela das variáveis que definiram os fatores para a determinação dos *cluster*, em negrito tem-se as variáveis que mais influenciaram na definição das dimensões.

<b>Dimensão 1</b>		<b>Qualitativa</b>	
<b>Quantitativa</b>		R2 – Coeficiente de determinação	
	Coeficiente de Correlação	Energia	<b>69,73%</b>
Declividade	<b>70,08%</b>	Planimetria	44,43%
Largura média	48,28%	Estado.morfodinâmico	34,22%
<b>Qualitativa</b>		Exposição	19,89%
	R2 – Coeficiente de determinação	<b>Dimensão 3</b>	
Estado de Equilíbrio	<b>50,18%</b>	<b>Quantitativa</b>	
Estado Morfodinâmico	<b>52,87%</b>	Coeficiente de Correlação	
Planimetria	47,75%	Extensão média	<b>73,38%</b>
Textura	<b>55,19%</b>	Declividade	49,45%
Energia	34,60%	Hb média (Altura de onda)	47,36%
Exposição	17,43%	<b>Qualitativa</b>	
<b>Dimensão 2</b>		R2 – Coeficiente de determinação	
<b>Quantitativa</b>		Exposição	29,57%
	Coeficiente de Correlação	Planimetria	34,00%
Hb média (Altura de onda)	<b>62,16%</b>		

O resultado do agrupamento das praias arenosas a partir dos parâmetros morfológicos e sedimentares pode ser observado na **Figura 81**, tendo sido agrupados cinco *clusters* distintos, sendo eles:

**Grupo 1** - praias Brava, Gravatá, Lagoinha do Leste e Matadeiro, sendo praias de bolso, semi-expostas, em equilíbrio estático, alta energia, grãos bem selecionados,

areia fina, largura média entre as praias de 30,5m, altura de onda na quebra de 0,93m, extensão média de 1.030m e declividade média de 6,35°.

**Grupo 2** - praias da Barra da Lagoa, Santinho, Ingleses, Moçambique e Moçambique Norte, sendo praias com estado morfodinâmico intermediário, formas planimétricas parabólicas e alongadas, expostas, em equilíbrio dinâmico, predominantemente areia fina e seleção variada, largura média de 29,5m, sendo o grupo que apresenta menor largura média, menor declividade média de 4,9° e com maior extensão de 5.176m. Predominantemente de alta energia, porém tendo alguns casos baixa energia, altura de onda média de 0,8m.

**Grupo 3** - praias do Pântano do Sul, Solidão, Açores, Ingleses Sul e Armação Sul, apresentando menor altura média de onda no ponto de quebra de 0,4m, largura média de 32,3m, 2.590m de extensão média, e menor declividade média de 4,9°. Constituem-se predominantemente de areia fina a média, grãos bem selecionados à muito bem selecionados, semi-expostas, parabólicas, em equilíbrio dinâmico, estado morfodinâmico intermediário com apenas uma praia em estado refletivo, constituindo sistemas de moderada energia.

**Grupo 4** - praias da Galheta, Morro das Pedras, Joaquina, Mole e Campeche, sendo praias expostas, parabólicas e de bolso, em equilíbrio estático, com estado morfodinâmico intermediário tendendo ao dissipativo, praias de alta energia, constituídos por grãos moderadamente selecionados à bem selecionados, areia fina a média. Largura média de 45,6m, declividade média de 7,9°, extensão média de 2.627m. Apresentam as maiores altura de onda no ponto de quebra sendo a média de 1,3m.

**Grupo 5** - praias do Morro das Pedras Sul, Armação Centro e Armação Norte, apresentando maior largura média de 62m e maior declividade média de 18,4°. Altura de onda de 1,1m, extensão média de 3.133m, predominância de areia grossa, grãos bem selecionados à moderadamente selecionados, estado morfodinâmico refletivo, forma planimétrica parabólica, semi-expostas, em equilíbrio estático, e energia de moderada a alta.

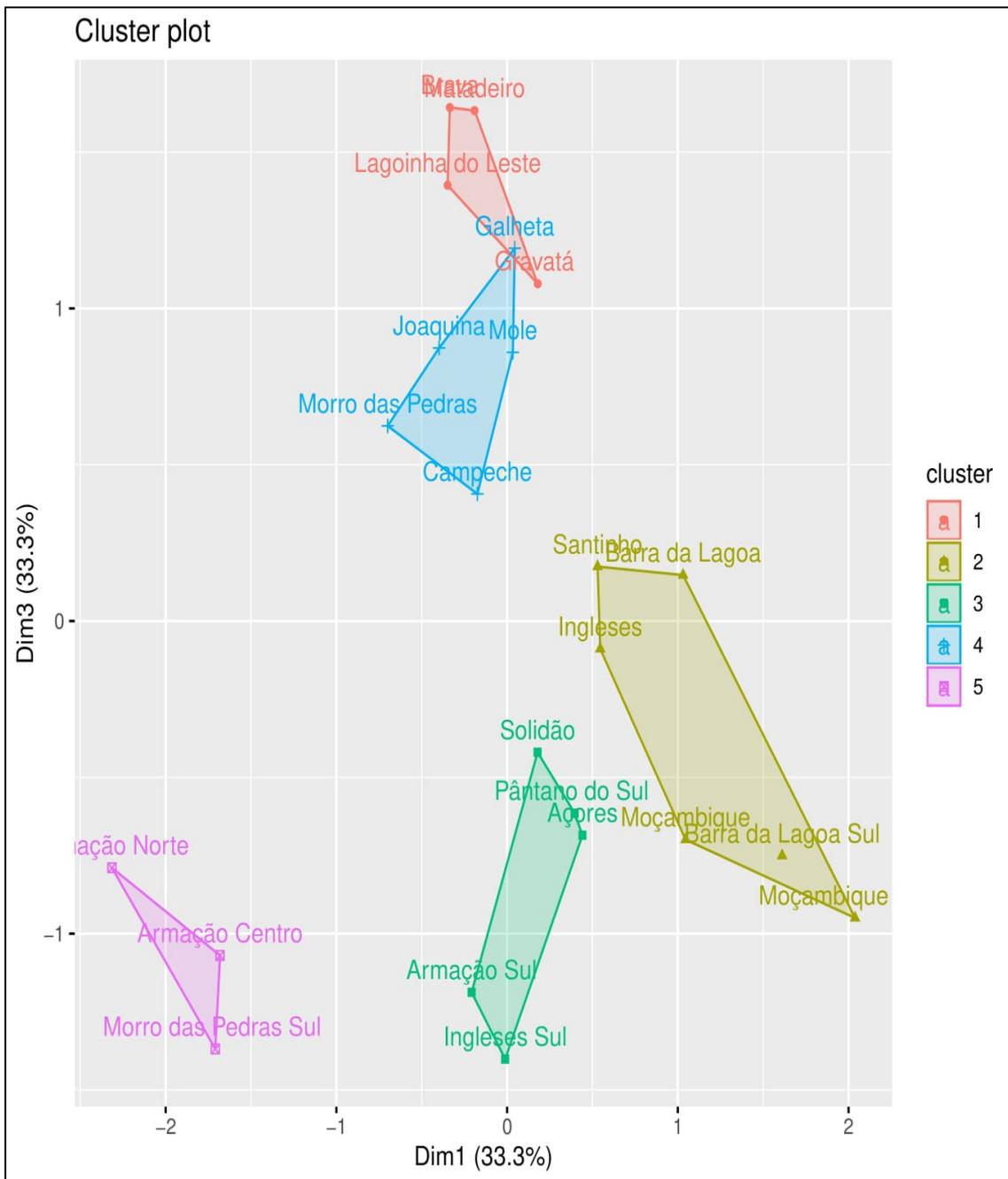


Figura 81: Cluster das praias arenosas oceânicas da ilha de Santa Catarina.

## 6 DISCUSSÃO

A escolha das variáveis, bem como o método estatístico, e escala de análise, são os principais balizadores dos resultados obtidos em trabalhos no âmbito do agrupamento de praias, caracterização morfossedimentar e comportamento morfodinâmico da linha de costa.

Muitas variáveis podem ter efeitos similares, ou mesmo serem irrelevantes na análise final (MAZZER, 2009). Existem diversos trabalhos que discorrem sobre indicadores de erosão costeira (MAZZER *et al.*, 2008; SOUZA & SUGUIO, 2003; RUDORFF & BONETTI, 2010; SILVEIRA *et al.*, 2010; BITTENCOURT *et al.*, 2010; HEIDRICH, 2011) que apesar de apresentarem algumas variáveis iguais, não há um consenso de quais são as melhores e quantas são necessárias para determinar o comportamento da linha de costa (LC).

A respeito dos métodos estatísticos há diversos que podem ser aplicados para *clusters* de elementos. No contexto do agrupamento morfodinâmico das praias arenosas há alguns eixos metodológicos explorados (OLIVEIRA, 2009; OLIVEIRA, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2014; PEREIRA *et al.*, 2010; SCOTT *et al.*, 2011; HEIDRICH, 2011), todos apresentam resultados satisfatórios, porém não há uma padronização, e nem uma comparação de qual seria o melhor a ser aplicado. Cabe ressaltar que os resultados do agrupamento das praias arenosas retratam técnicas de manipulação de dados, podendo ser obtidos outros agrupamentos conforme utilização de diversas técnicas estatísticas (OLIVEIRA, 2009).

Quanto à escala de análise pode ser observada de duas perspectivas: Escala espacial, que diz respeito ao recorte da análise, por exemplo, Abreu de Castilhos (1995) estudou a praia da Armação; Leal (1999) abordou o sistema praial Moçambique-Barra da Lagoa; Mazzer (2007) pesquisou sobre as praias arenosas da costa sudeste da Ilha de Santa Catarina; Oliveira *et al.* (2012) fizeram uma análise morfossedimentar de toda a ilha incluindo as áreas de baía. Esta abordagem de escala espacial também reflete no detalhamento dos dados, visto que, quanto maior a área de análise a abordagem torna-se mais ampla. Por outro lado, a padronização de um único método permite a análise comparativa e a visão sistêmica que se necessita para um planejamento espacial efetivo. Nesta pesquisa a abordagem é da costa oceânica da ilha de Santa Catarina, portanto a

análise é de uma escala ampla, e busca uma padronização metodológica que permita a comparação entre as praias.

A outra perspectiva é da escala temporal, a abordagem da análise de dados oriundos do comportamento da linha de costa das praias arenosas pode ser mensurada de diversas formas. O método aqui adotado utiliza fotografias aéreas, e o acervo cartográfico bem como a qualidade do material limita o horizonte temporal explorado. Em Santa Catarina as fotografias aéreas de 1938 normalmente não são utilizadas em trabalhos que visam medir a variação da linha de costa, visto a baixa qualidade de resolução das fotos. Nesta pesquisa as aérofotografias de 1938 foram utilizadas, porque o acesso ao acervo físico permitiu redigitalizá-las e a interpretação visual com auxílio do estereoscópio, obtendo-se assim, uma melhor precisão no georreferenciamento.

Além disso, a escolha do método para mensuração da variação da LC também influencia no resultado final. No contexto da escala temporal podem ser consideradas todas as LCs disponíveis, como no método *Linear Regression Rates* ou pode-se levar em consideração apenas a LC mais antiga e a mais nova, como no método *End Point Rate*. Mazzer & Dillenburg (2009) ainda trazem a abordagem da escala temporal em relação ao comportamento da LC das praias arenosas do sudeste da ilha de Santa Catarina, em comparação a variação média da escala interdecadal e interanual. Os resultados demonstram que a taxa interdecadal apresenta uma taxa média superior a meio metro anual de recuo da linha de costa, enquanto que na escala interanual os valores apresentaram-se inferiores, porém, com grande variação, apresentando localmente taxas de variação até quatro vezes superiores à escala interdecadal.

Posto isto, os resultados aqui obtidos apresentaram uma abordagem diferente dos trabalhos executados em âmbito local, esta diferença se dá ou pela seleção das variáveis morfossedimentares, ou pelo método estatístico utilizado para o agrupamento, ou pela abordagem de escala de análise têmporo-espacial.

Em sua tese Oliveira (2009) apresenta uma proposta de setorização das praias arenosas oceânicas da ilha de Santa Catarina, a análise é feita por perfis praias e por fim obtem-se três principais grupos: o grupo 1 identifica setores de praias em áreas mais abrigadas da alta energia das ondas pela presença de promontórios rochosos; o grupo 2 em áreas mais expostas à ação de alta energia, mas com influência dos promontórios rochosos situados mais a leste; e o grupo 3 na porção central de duas enseadas, afastadas

dos promontórios. Ao analisar as taxas de variação de linha de costa obtidas na presente pesquisa (Capítulo 5.3) pode-se observar que, de fato, há um comportamento semelhante ao observado por Oliveira (2004), no que diz respeito a distribuição espacial das taxas e exposição da praia à incidência de ondas. Em relação aos *clusters*, não houve uma correlação direta nos resultados adquiridos, visto que a análise proposta é diferente, tendo em vista o método estatístico aplicado, as variáveis selecionadas e o próprio objeto de análise que nesta pesquisa é a praia como um todo, e Oliveira (2004) analisa o agrupamento por perfis ao longo da praia.

Nesta pesquisa o grupo 1, composto pelas praias Brava, Gravatá, Matadeiro e Lagoinha do Leste, apresentou tendência a taxas negativas quanto a variação da linha de costa. A praia Brava obteve taxas que indicam retrogração da LC no setor sul. A Lagoinha do Leste apresentou taxas negativas, porém que tendem ao equilíbrio dinâmico. Na praia do Matadeiro as taxas indicaram estabilidade, mas os coeficientes de correlação (LR2) foram próximo a zero, demonstrando que o modelo não se ajustou muito bem à amostra nesta praia. Entretanto no resultado obtido por Mazzer (2007) a praia do Matadeiro também se apresentou como estável, porém se analisada em um curto intervalo de tempo (4 anos) as taxas apresentaram grandes amplitudes.

Neste grupo não se pode observar uma correlação direta das taxas de variação da LC com as áreas urbanizadas. As praias da Lagoinha do Leste e Gravatá que não apresentam antropização adjacente apresentaram taxas que demonstram tendência a retrogradação.

O grupo 2, formado pelas praias dos Ingleses, Santinho, Moçambique, e Barra da Lagoa, é o grupo que apresenta menor largura média de praia, menor declividade média, e demonstrou diferentes taxas para cada praia. Os setores associados às ocupações antrópicas possuem taxas negativas, caso dos setores praias Barra da Lagoa Sul, Santinho Sul e Ingleses Centro-norte, e os setores com a adjacência de dunas e restingas estabilizadas apresentam taxas de acreção e estabilidade, por exemplo, praia do Moçambique, setor Norte do Santinho e setor Sul da praia dos Ingleses.

Segundo Rudorff & Bonetti (2010) a praia dos Ingleses apresenta maior suscetibilidade à erosão no setor central, fato que foi conferido nas taxas obtidas neste trabalho.

A praia do Santinho apresenta duna frontal bem desenvolvida, fator que contribui para o estoque de sedimentos disponíveis no sistema (PEIXOTO, 2010).

Silveira *et al.* (2010) classificaram a praia como em equilíbrio dinâmico, as taxas aqui apresentadas condizem com o observado por esses autores, na análise sistêmica a praia apresentou equilíbrio dinâmico, porém com taxas de acreção no setor norte, junto ao campo de dunas, e de retrogradação da LC no setor sul, junto a ocupação da orla.

No Moçambique Miot da Silva (2006) demonstrou que as taxas anuais de potencial de transporte ocorrem em direção ao norte, havendo apenas uma reversão de padrão no setor Sul. Silveira *et al.* (2010) classificaram a praia como em equilíbrio dinâmico, as taxas adquiridas nesta pesquisa condizem com os trabalhos citados, a praia apresentou tendência ao equilíbrio e taxas negativas mais ao sul, próximo ao local usualmente conhecido por 'Camping da Barra', setor Norte da Barra da Lagoa, este apresentou taxas de retrogradação moderadas da LC. De modo geral, na perspectiva sistêmica, as praias do grupo 2 tendem ao estado de equilíbrio.

O grupo 3, composto pelas praias do Pântano do Sul, Solidão, Açores, setores praias Ingleses Sul e Armação Sul, é caracterizado por setores praias com baixa altura de onda na quebra, energia moderada no sistema e todas as praias apresentam área urbanizada adjacente. Pôde-se perceber uma relação direta da diferença entre praias que apresentam campo de dunas conservadas, caso das praias do Pântano do Sul e Ingleses Sul, que por sua vez, demonstram taxas de estabilidade, e praias com a orla adjacente ocupada, que apresentam taxas de retrogradação, por exemplo, praias da Solidão e Açores.

Segundo Mazzer (2007) as maiores taxas de erosão foram obtidas no Arco praias Açores Pântano do Sul, taxas mais negativas relacionadas também a presença massiva de ocupações antrópicas sobre as dunas frontais, e a praia da Solidão apresentou-se em erosão de forma geral. Os dados obtidos nesta pesquisa confirmam as maiores taxas de retrogradação na praia dos Açores associadas às ocupações adjacentes. Na Solidão taxas majoritariamente negativas porém que tendem ao equilíbrio dinâmico. Na praia do Pântano do Sul apresentou taxas de estabilidade, associadas às dunas conservadas, que reflete no estoque sedimentar subaéreo disponível no sistema.

No setor Sul da praia dos Ingleses um campo de dunas expressivo avança sobre o pós-praia e os ventos oriundo do quadrante sul podem transportar sedimento em direção à praia. Segundo Abreu de Castilhos *et al.*, (1995) parte desde sedimento é depositada no pós-praia e outra parte é remobilizada pelas correntes de deriva litorânea, transportando-os para nordeste, fato que, segundo Faraco (2003) explicaria o baixo

estoque de sedimento na praia emersa neste setor, apesar da proximidade do depósito eólico.

O setor Sul da praia da Armação é um caso a parte, visto que obras rígidas de contenção à erosão costeira já foram efetuadas no local, dessa forma além da ocupação adjacente, a intervenção antrópica acaba não só influenciando, como modificando diretamente o ambiente praial e conseqüentemente intervindo no comportamento da LC. De modo geral o setor sul da Armação apresenta taxas que tendem a estabilidade.

As praias da Galheta, Mole, Joaquina e Campeche representam o grupo 4, estas obtiveram as maiores médias da altura de onda no ponto de quebra, são praias expostas e com alta energia no sistema. Neste contexto, expressam tendência a retrogradação da linha de costa, com exceção dos ambientes que apresentam os depósitos eólicos adjacentes conservados, caso da praia da Joaquina, e fisiografia propensa à acreção de sedimentos, caso do pontal do Campeche, nestes locais as taxas apresentadas foram de acreção e estabilidade.

Segundo Silveira *et al.* (2010) a praia da Galheta é classificada como em equilíbrio estático. Os resultados aqui adquiridos demonstram que apesar de taxas majoritariamente negativas, a praia tende ao equilíbrio dinâmico, e Rusa (2018) apresentou que o coeficiente de variação da linha de costa é moderado, porém com alto índice de mobilidade de praia. Apesar da proximidade com a praia Mole ao sul, as características granulométricas das duas são muito distintas. Conforme Heidrich (2011) a praia Mole apresentou um perfil praial com elevada dinâmica, e tendendo ao equilíbrio, bem como as taxas adquiridas nesta pesquisa.

A praia da Joaquina apresentou taxas de estabilidade, o que já era esperado, visto que, possui em sua adjacência o maior depósito eólico da Ilha de Santa Catarina, o que caracteriza um grande estoque sedimentar subaéreo disponível. À medida que as dunas vão ficando mais estreitas, no local usualmente conhecido como Novo Campeche, e o pós-praia passa a apresentar ocupações adjacentes, às taxas negativas demonstraram retrogradação da LC.

O pontal do Campeche possui a fisiografia propensa para a deposição de sedimentos, e apresentou taxas de acreção e estabilidade, cabe ressaltar que a distribuição lateral de altura de ondas ao longo da costa provocada pela presença da ilha do Campeche, modifica o padrão de ondas incidentes através dos processos de difração e refração. A localidade conhecida como Lomba do Sabão, apresenta taxas muito altas

de retrogradação da LC, neste ponto fica evidente que a ocupação antrópica adjacente sobre as dunas e restinga, impossibilita a retroalimentação sedimentar, e consequentemente influencia as taxas negativas e no quadro de erosão latente.

O grupo 5, constituído pelos setores praias das praias do Morro das Pedras Sul, Armação Central e Armação Norte, reúne os setores com maior declividade média e lagura média, ou seja, são ambientes que possuem uma grande dinâmica de sedimentos, apresentando tendência ao estado de retrogração e estabilidade. As taxas não apresentam relação direta com a ocupação adjacente, visto que o setor Sul da praia do Morro das Pedras apresentou taxas de estabilidade e a orla urbanizada, enquanto que a praia da Armação setor Centro-norte apresentou erosão apesar da adjacência com ocupação dispersa.

Conforme Rudorff & Bonetti (2010) a praia da Armação apresenta uma grande variação no perfil de suscetibilidade ao longo da praia, bem como MAZZER *et al.* (2008) constataram que ocorre uma ampla mobilização de sedimentos durante os eventos de alta energia de ondas, ocasionando erosão costeira. O setor Norte é o mais exposto à ação das ondas de alta energia provenientes de S-SE e E-NE, já o setor Central apresenta evidências de ondas de média energia (ABREU DE CASTILHOS, 1995). Apesar do quadro erosivo decorrente de eventos de alta energia, os resultados obtidos nesta pesquisa apontam que a praia tende ao equilíbrio dinâmico. Este foi um resultado interessante, visto que o setor Norte da praia da Armação apresentou severa erosão no ano de 2018, por tanto, em 2019 foi efetuado um erocamento para contensão da erosão costeira, que segundo Ferreira (2019) é provável que os sedimentos que ali estavam antes das ressacas, tenham sido levados por correntes de deriva em direção à praia do Morro das Pedras e não podem mais ser contados como depósitos de banco de areia, que normalmente retornam à praia em meses de clima calmo.

Segundo Rudorff & Bonetti (2010) a praia do Morro das Pedras apresentou alta suscetibilidade à erosão no setor sul, observaram que as dunas interiores são ausentes devido à presença de diversas casas imediatamente atrás das dunas frontais, entretanto foi apontado pelos autores que a geologia local não foi levada em consideração como indicador, e que os valores obtidos foram maiores do que os desejados. Nesta pesquisa o Morro das Pedras apresentou tendência a estabilidade.

Em uma análise sistêmica, na escala da Ilha de Santa Catarina as praias: Brava; Santinho; Galheta; Mole; Açores, apresentaram taxas que indicam retrogradação da LC

no setor Sul das praias. E as praias do Moçambique, Joaquina, Campeche, Galheta, apresentaram taxa de estabilidade porém mais negativas no setor Sul do que no setor Norte das mesmas. Este fato indica que, de uma forma geral, o sentido dominante do transporte sedimentar longitudinal da Ilha de Santa Catarina tende para norte. Os resultados, conforme indicado por indícios geomorfológicos, demonstram que a predominância do sentido da deriva litorânea é de sul para norte, com a intensidade dos vetores residuais de transporte, acompanhando as tendências maiores de oscilação no fluxo hidrodinâmico longitudinal (ABREU, 2011).

A mobilidade do perfil praial bem como as configurações de orientação, largura de praia, tamanho de grão, grau de seleção dos sedimentos, declividade, altura de onda na quebra, dentre outros, são indicadores que estão associados com as correntes longitudinais de transporte de sedimentos. Segundo a Defesa Civil de Santa Catarina, na praia da Armação e Barra da Lagoa, a construção dos molhes alteraram a deriva litorânea local, e ainda afirmaram que estas estruturas são responsáveis pelos efeitos devastadores das ressacas. Abreu de Castilhos (1995) e Ferreira (2019) discorrem sobre o comportamento da LC na praia da Armação, e a diminuição do tamanho do grão gradativamente de Norte para o Sul indica um transporte longitudinal predominante também de Norte para o Sul, e constatam que, tanto o molhe do setor Sul, como o enrocamento do setor Norte, influenciaram na mudança das correntes de deriva e conseqüentemente na morfodinâmica da praia.

Cabe ressaltar que a problemática da erosão costeira normalmente esta associada às ocupações antrópicas, isto porque, só há risco quando há o elemento vulnerável, ou seja, em áreas preservadas como a Praia da Galheta, a praia da Lagoinha do Leste, a adjacência do camping da barra (setor Norte da Barra da Lagoa), não há uma preocupação frente à erosão costeira, apesar de apresentarem taxas de variação da LC negativas, visto que não há ocupações ou infraestruturas em risco nestes locais. Claro que, cabe aos órgãos responsáveis pelo planejamento territorial que não se permita a ocupação urbana nas adjacências das praias que tendem a retrogradação da LC.

A análise da área urbanizada demonstrou que não há um padrão de expansão espacial no horizonte temporal analisado (75 anos). Percebe-se que o que mudou foi o uso do solo no decorrer dos anos, visto que em 1938 as atividades eram basicamente agrícolas e pecuárias, e em 2013 as atividades eram essencialmente urbanas. Além de que, conforme Neves (2017), houve um aumento significativo das formações florestais

originais, de 1938 para 2013. Este fato reflete a importância dos instrumentos de ordenamento territorial, como leis, decretos, e normativas em todas as escalas de jurisdição, que instituem ferramentas de planejamento espacial como Plano Diretor, Macrozoneamento, Zoneamento Ecológico Econômico Costeiro (ZEEC), planos de manejo e demais diretrizes.

Levando em consideração a análise proposta e os resultados obtidos pode-se concluir que o método composto por cálculo da variação da linha de costa, vetorização das áreas urbanizadas, e agrupamentos das praias foi prescindível para o objetivo proposto, visto que, a análise local do cálculo de variação da LC já poderia responder a hipótese levantada. Entretanto pôde-se agregar conteúdo para as discussões, posto que a compreensão sistêmica dos elementos foi de extrema importância para identificar a dinâmica espacial em uma escala mais abrangente.

O entendimento dos aspectos naturais do objeto de estudo do ponto de vista morfodinâmico e sedimentar foi relevante para compreensão integrada dos agentes transformadores dos ecossistemas costeiros, e do panorama fisiográfico atual, visto que a fisiografia condiciona o uso antrópico, e não o contrário.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O intuito desta pesquisa era correlacionar à variação da linha costa e a urbanização adjacente nas praias em estudo. Para tal foi proposto uma metodologia que consistia na caracterização morfossedimentar e agrupamento das praias, somado a análise da área urbanizada e o cálculo das taxas de variação da linha de costa. Visando a comparação intergrupos, com as praias de características morfológicas e sedimentares similares, porém praias naturais e outras com a orla urbanizada.

Apesar da análise intergrupos não ser conclusiva frente à correlação da variação da linha de costa com as ocupações adjacentes, pôde-se constatar uma relação direta na escala local, ou seja, analisando a mesma praia. Fica evidente no caso das praias do Santinho, Ingleses, Moçambique, Joaquina e Pântano do Sul, que os setores que possuem depósitos eólicos conservados em sua adjacência apresentam taxas de acreção e estabilidade, e à medida que a mesma orla praial apresenta ocupação antrópica, as taxas indicam retrogradação da linha de costa.

A respeito do cálculo da taxa de variação da linha costa o resultado obtido foi satisfatório, visto que o objetivo geral desta dissertação era a padronização do método para todas as praias da costa leste da ilha de Santa Catarina, a fim de proporcionar subsídios para gestão e planejamento territorial, permitindo assim, a análise integrada e sistêmica. Os resultados gerados foram adequados, visto que as taxas *LRR* e *EPR* apresentaram correlação positiva e quando contraposto com outros autores, os resultados das análises das taxas de variação da LC foram similares.

Da perspectiva sistêmica, a maioria das praias apresentaram taxas mais negativas no setor Sul e de estabilidade no setor Norte, constatou-se que o sentido dominante do transporte sedimentar longitudinal da costa oceânica da ilha de Santa Catarina tende para o sentido norte e torna-se muito mais relevante para a compreensão geral do comportamento morfodinâmico do que o elemento urbanização, que acaba por agravar o comportamento natural das praias.

Pôde-se observar a correlação direta da urbanização adjacente associada às taxas negativas que indicam retrogradação da linha de costa, tal como as taxas de acreção e estabilidade normalmente associadas à adjacência de depósitos eólicos conservados, ou fisiografia favorável. A área urbanizada mostra-se como um agravante no balanço sedimentar negativo, frente à descaracterização das unidades geológicas, modificando o

ambiente costeiro e conseqüentemente sua morfodinâmica. As ocupações antrópicas, bem como obras rígidas de contenção à erosão, ou de infraestrutura costeira, como molhes, impedem a livre circulação sedimentar no sistema costeiro, alterando os fluxos naturais do estoque sedimentar subaéreo e subaquoso.

Os dados aqui apresentados podem ser explorados de diversas formas e poderão servir de subsídio para pesquisas posteriores no âmbito desta temática.

Cabe aqui salientar a necessidade de um repositório de dados geoespaciais da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) – SIGUFSC, a fim de padronizar, evitar retrabalhos, sistematizar um banco de dados espaciais público que possa orientar ações de planejamento, pesquisas, e gestão do território de uma forma espacialmente efetiva.

Os resultados deram origem ao banco de dados geoespacial, composto pelas fotografias aéreas georreferenciadas de 1938, 1957, 1978, vetorização das linhas de costa pretéritas e vetorização das áreas urbanizadas dos respectivos anos.

Além disso, os dados podem ser explorados no âmbito do histórico da ocupação urbana da orla adjacente às praias. Bem como, apresenta uma sistematização bibliográfica da caracterização morfossedimentar e uma proposta de agrupamento das praias arenosas em estudo.

Os resultados obtidos foram satisfatórios e contemplaram os objetivos propostos. Pôde-se constatar que existe relação da ocupação adjacente à orla com a intensificação dos processos de erosão costeira. Não obstante, apresenta metodologia padronizada para proporcionar uma análise quantitativa e qualitativa do comportamento sistêmico da variação da linha de costa, em um intervalo temporal de 75 anos, nas praias arenosas da costa oceânica da ilha de Santa Catarina, SC, Brasil. Cabe ressaltar a importância de outras análises mais detalhadas, e do monitoramento contínuo do comportamento da linha de costa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU DE CASTILHOS, J. J. 1995. **Estudo evolutivo, sedimentológico e morfodinâmico da planície costeira e praia da Armação - ilha de Santa Catarina, SC.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina.

ABREU, J. J. 2011. **Transporte sedimentar longitudinal e morfodinâmica praial: exemplo do litoral norte de Santa Catarina.** Tese de doutorado. Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina.

ALVES, R. J. V. 1998. Ilha da Trindade e arquipélago Martin Vaz - um ensaio geobotânico. Serviço de Documentação da Marinha, Rio de Janeiro, Brasil. 143p.

ANDERS, F. J.; BYRNES, M. R. 1991. Accuracy of shoreline change rates as determined from maps and aerial photographs. **Shore and Beach**, **59**:17-26.

ARAÚJO, C. E. S.; FRANCO, D.; MELO, E.; PIMENTA, F. 2003. **Wave regime characteristics of southern Brazilian coast.** COPEDEC.

ARAÚJO R. S., SILVA G. V., FREITAS D., KLEIN A. H. F. 2008. Georreferenciamento de fotografias aéreas e análise da variação de linha de costa. *In*: ALCÁNTARA-CARRIO J., CORREA I. D., ISLA F., ALVARADO M., KLEIN A. H. F., CABRERA J. A. (eds.). **Metodologias en Teledetección Aplicada a la Prevención de Amenazas Naturales en el Litoral.** Valencia, 237-253p.

BASCOM, W. N. 1951. The relationship between sand-size and beach face slope. **Trans. AM. Geophys. Union, (SI)**, **32**:866-874.

BIRD, E. C. F. 1985. **Coastline Changes - A Global review.** New York: John Wiley and Sons, 219 p.

BITTENCOURT, A. C. S. P.; LIVRAMENTO, F. C.; DOMINGUEZ, J. M. L.; SILVA, I. R. 2010. Tendência de longo prazo à erosão costeira num cenário perspectivo de ocupação humana: litoral Norte do estado da Bahia. **Rev. Bras. Geociências**, **40 (1)**:125-137.

BOAK, E. H. & TURNER, I. L. 2005. Shoreline definition and detection: a review. **Journal of Coastal Research** **21(4)**: 688-703.

BORGES, M. M. 2017. **Comportamento morfossedimentar em escala sazonal da praia Mole - ilha de Santa Catarina, SC- Brasil.** 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Oceanografia. Universidade Federal de Santa Catarina.

BRASIL. **Decreto nº 5.300, de 07 de dezembro de 2004.** Regulamenta a Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro. Brasília, DF. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5300.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5300.htm), acesso em 08/12/2019.

- BRAY, M. J.; CARTER, D. J. & HOOKE, J. M. 1995. Littoral cell definition and budgets for Central Southern England. **Journal of Coastal Research**, **11(2)**:381-400
- BROGGIO, F. 2015. **Caracterização morfossedimentar da saliência da praia do Campeche, ilha de Santa Catarina/SC, Brasil**. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Oceanografia. Universidade Federal de Santa Catarina.
- BRUUN, P. 1962. Sea leve rise and cause of shore erosion. **Journal of Waterways Harbours Division**, **8**: 1117-130.
- BYRNES M. R., CROWELL, M., FOWLER C. 2003. Shoreline mapping and change analysis: technical considerations and management implications. **Journal of Coastal Research** **38**: 215.
- CAMFIELD F. E. & MORANG A. 1996. Defining and interpreting shoreline change. **Ocean & Coastal Management**, **32(2)**:129-151.
- CARUSO, M. M. L. 1990. **O desmatamento da Ilha de Santa Catarina de 1.500 aos dias atuais**. 2º Ed.. Florianópolis: Editora da Universidade Federal de Santa Catarina, 1990, 158p.
- CARUSO JR., F. & ARAÚJO, S. A. 1997. A planície de *cheniers* da baía de Tijucas, litoral de Santa Catarina. *In*: X SEMANA NACIONAL DE OCEANOGRAFIA, **Anais**. Itajaí - SC. p.40-43.
- CHOLLEY, A. 1964. Observações sobre alguns pontos de vista geográficos. **Boletim Geográfico**, **179 e 180**.
- CROWELL M., LEATHERMAN S.P., BUCKLEY M.K. 1991. Historical shoreline change: error analysis and mapping accuracy. **Journal of Coastal Research**, **7(3)**: 839-852.
- DALBOSCO, A. L. P. 2013. **Análise histórica da linha de costa e dos padrões hidrodinâmicos e de transporte de sedimentos da praia da Armação, ilha de Santa Catarina - SC**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina.
- DOLAN R., FENSTER M. S., HOLME S. T. 1991. Temporal analysis of shoreline recession and accretion. **Journal of Coastal Research**, **7(3)**: 723-744.
- ENGEMAP - ENGENHARIA E MAPEAMENTO. 2013. Case Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável (SDS): **Projeto de Mapeamento do Estado de Santa Catarina**. <http://engemap.com.br/v3/case-sds/>, acesso em 21/01/2020.
- ESTEVES L. S., WILLIAMS, J. J., NOCK A., LYMBERY G. 2009. Quantifying shoreline changes along the Sefton coast (UK) and the implications for research-informed coastal management. **Journal of Coastal Research**, **56(I)**:602-606.

FATMA - FUNDAÇÃO DE AMPARO À TECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE. 1997. “Licença Ambiental de Implantação” – (LAI) n° 052/97) – Porto da Barra. Santa Catarina: 80

FEDERAL GEOGRAPHIC DATA COMMITTEE. 1998. **Content Standard for Digital Geospatial Metadata.** FGDCSTD-001-1998. <http://www.fgdc.gov/metadata/geospatial-metadatastandards>, acessado em 08/03/2020.

FARACO, K. R. 2003. **Comportamento morfodinâmico e sedimentológico da praia dos Ingleses - ilha de Santa Catarina - SC, durante o período de 1996- 2001.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina.

FENSTER M. S., DOLAN, R., MORTON R. A. 2001. Coastal storms and shoreline change: signal or noise. **Journal of Coastal Research** 17(3):714-720

FERREIRA, J. A. 2019. **Variabilidade morfossedimentar temporal da praia da Armação, ilha de Santa Catarina, SC, Brasil.** Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Oceanografia. Universidade Federal de Santa Catarina.

FILET, M., SOUZA, C. R. de G., XAVIER, A. F., BÜSCHEL, E. C. G., MORAES, M. B. R. & POLETI, A. E. 2001. Gerenciamento costeiro e os estudos do Quaternário no estado de São Paulo, Brasil. **Revista Pesquisas em Geociências**, 28(2):475-486.

FURLANETTI, T. 2016. **Ações atuais de mapeamento do estado de Santa Catarina.** [www.sigsc.sds.sc.gov.br](http://www.sigsc.sds.sc.gov.br), acesso em 21/10/2017.

LIPPMANN, T.C.; HOLMAN, R.A. & HATHAWAY, K.K. 1993. Episodic, nonstationary behavior of a double bar system at Duck, N.C., U.S.A., 1986-1991. **Journal of Coastal Research**, SI (15):49-75.

GRÉ, J.C. 1983. **Aspectos sedimentares da plataforma continental de Santa Catarina.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

GRÉ, J. C. R. 2013. **Estudo geotécnico para a avaliação da aptidão física de terrenos de planície costeira à urbanização do trecho Itapirubá-Laguna.** Tese de doutorado. Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina.

GUTTTLER, F. N. 2006. **Estudo morfodinâmico e granulométrico da praia do Rio das Pacas - Florianópolis (SC).** Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Geografia. Universidade do Estado de Santa Catarina.

HAPKE, C. & PLANT, N. 2010. Predicting coastal cliff erosion using a Bayesian probabilistic model. **Journal of Marine Geology**, 278:140-149.

HEIDRICH, C. 2011. **Estudo comparativo sedimentológico e morfodinâmico de praias arenosas da ilha de Santa Catarina, SC, Brasil.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina.

HIMMELSTOSS, E.A., HENDERSON, R.E., KRATZMANN, M.G., FARRIS, A.S. 2018. **Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 5.0 user guide: U.S. Geological Survey Open-File Report.** Disponível em: <https://doi.org/10.3133/ofr20181179>. Acesso em 05/12/2019.

HORN FILHO, N. O. & DIEHL, F.L. 1994. Geologia da planície costeira de Santa Catarina. **Alcance 1(I):** 95-102.

HORN FILHO, N. O. 1997. **O Quaternário costeiro da ilha de São Francisco do Sul e arredores, nordeste do estado de Santa Catarina - aspectos geológicos, evolutivos e ambientais.** Tese de doutorado. Programa de Pós-graduação em Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

HORN FILHO, N. O.; LEAL, P. C.; OLIVEIRA, J.S. 2000. Ilha de Santa Catarina, SC-Brasil: 88km de praias arenosas. *In:* SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE PRAIAS ARENOSAS. **Resumos.** Itajaí, UNIVALI.

HORN FILHO, N. O. 2004. Estudos morfossedimentares (1970-2004) nas praias da ilha de Santa Catarina, SC, Brasil: uma síntese. **Gravel, 2:**57-70.

HORN FILHO N. O. 2006. Ilha de Santa Catarina. **Erosão e progradação do litoral brasileiro.** Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos, Brasília, p. 413-436.

HORN FILHO, N. O; LEAL, P. C. & OLIVEIRA, J. S. 2006. **Atlas fisiográfico e sedimentológico das praias arenosas da ilha de Santa Catarina, SC, Brasil.** Florianópolis.

HORN FILHO N. O., LEAL, P. C., OLIVEIRA, J. S. 2014. **Geologia das 117 praias arenosas da ilha de Santa Catarina, Brasil.** 1ª. Ed. Novas Edições Acadêmicas. 220p.

HORN FILHO, N. O., SCHMIDT A. D., ESTEVAM C. N., OLIVEIRA U. R. 2016. **Atlas Sedimentológico e Ambiental das Praias Arenosas de Santa Catarina – ASAPASC.** Departamento de Geociências, Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina.

HORN FILHO, N. O.; LEAL, P. C. & OLIVEIRA, J. S. 2017. **Geologia das 117 praias arenosas da ilha de Santa Catarina, Brasil.** Edições do Bosque. 220p. Florianópolis.

IBGE. 2010. **Censo Demográfico 2010.** Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br>, acesso em: jan. 2018.

INSTITUTO DE PLANEJAMENTO URBANO DE FLORANÓPOLIS-IPUF. 2008. **Plano diretor participativo de Florianópolis: leitura integrada da cidade.** 307p.

- KAUFMAN, L. & ROUSSEEUW, P. J. 1987. Clustering by means of medoids. **Statistical Data Analysis**. Based on the L1 - Norm and Related Methods. Edited by Y. Dodge. North- Holland, 405-416.
- KLEIN, A. H. F. 2004. **Morphodynamics of headland-bay beaches: examples from the coast of Santa Catarina state, Brazil**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências do Mar e do Ambiente. Universidade do Algarve.
- KLEIN, A. H. F.; DIEHL, F. L.; BENEDET, L. 2005. The paradigma between beach protection and beach restoration: case studies in Santa Catarina state, southeastern Brazil. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COASTAL CONSERVATION AND MANAGEMENT IN THE ATLANTIC AND MEDITERRANEAN*. Tavira. **Book of Abstracts**, p.327-329.
- KLEIN, A. H. F.; MENEZES, J. T.; DIEHL, F. L.; ABREU, J. G. N.; POLETTE, M.; SPERB, R. M.; SPERB, R. C. 2016. Litoral Centro-norte. *In: Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro*. MUEHE, D., Organizador. Brasília, MMA. 436p.
- LEAL, P. C. 1999. **Sistema praias Moçambique- Barra da Lagoa, ilha de Santa Catarina, SC, Brasil: aspectos morfológicos, morfodinâmicos, sedimentológicos e ambientais**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina.
- LEATHERMAN, S. 2003. Shoreline change mapping and management along the U.S. East Coast. **Journal of Coastal Research** 38:5-13.
- MACEDO, G. A. 2014. Avaliação da Classificação da Organização Mundial de Saúde (OMS) para Casos de Dengue no Rio de Janeiro e desenvolvimento de um Sistema Computacional para Apoio ao Diagnóstico Clínico de Dengue
- MARTINS, R. P.; MELO FILHO, E.; FRANCO, D. 1997. **Circulação hidrodinâmica e dispersão de poluentes na baía de Florianópolis**. Relatório final do Projeto PADCT/CIAMB: Tecnologias para o desenvolvimento sustentável da bacia do Cubatão, v.2, p.1-81.
- MAZZER, A. M. 2007. **Proposta metodológica de análise de vulnerabilidade da orla marítima à erosão costeira: aplicação na costa Sudeste da ilha de Santa Catarina, Florianópolis-SC, Brasil**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- MAZZER, A. M.; DILLENBURG, S. R. & SOUZA, C. R.G. 2008. Proposta de método para análise da vulnerabilidade à erosão costeira no sudeste da ilha de Santa Catarina, Brasil. 2008. **Revista Brasileira de Geociências**, 38(2): 278-294.
- MAZZER, A. M. & DILLENBURG, S. 2009. Variações temporais da linha de costa em praias dominadas por ondas do Sudeste da ilha de Santa Catarina (Florianópolis, SC, Brasil). **Pesquisas em Geociências**, 36 (1):117-135.

- MENDONÇA, M. 2002. **A dinâmica têmporo-espacial do clima subtropical na região conturbada de Florianópolis/SC**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Estadual de São Paulo.
- MENEZES, J. T. & KLEIN, A. H. F. 2004. Coastal erosion vulnerability analysis methodology. **Journal of Coastal Research SI 39**:1811-1813.
- MIOT DA SILVA, G. S. 2006. **Orientação da linha de costa e dinâmica dos sistemas praia e duna: praia de Moçambique, Florianópolis, SC**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- MINISTÉRIO DO AMBIENTE DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. 2007. **GIZC Bases para Estratégia de Gestão Integrada da Zona Costeira Nacional**. Ed. Ministério do ambiente do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. 112p.
- MONTEIRO, M. A. 1992. **Avaliação das condições atmosféricas de Florianópolis para controle de qualidade do ar**. Monografia. Bacharelado em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina.
- MUEHE, D. 2001. Critérios morfodinâmicos para o estabelecimento de limites da orla costeira para fins de gerenciamento. **Revista Brasileira de Geomorfologia 2(1)**:35-44.
- NASCIMENTO, E. D. J. 1998. **Contribuição ao estudo de processos erosivos acelerados em áreas de sedimentos costeiros poligenéticos- o caso da praia Mole - ilha de Santa Catarina**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina.
- NERVINO, M. R. 2018. **Análise multitemporal do comportamento da linha de costa entra Busca Vida e Praia do Forte, no Litoral Norte do Estado da Bahia - Brasil**. Monografia. Curso de Oceanografia. Universidade Federal da Bahia.
- NEVES, J. 2017. **Uso da terra e urbanização dos ambientes costeiros na ilha de Santa Catarina, SC, Brasil**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina.
- OLIVEIRA, U. R. 2004. **Comportamento morfodinâmico e granulometria do arco Praial do Pântano do Sul - Açores, ilha de Santa Catarina, SC, Brasil**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina.
- OLIVEIRA, U. R. 2009. **Relações entre a morfodinâmica e a utilização em trechos da costa oceânica da ilha de Santa Catarina, SC, Brasil**. Tese de Doutorado. Programa de Pós- Graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina
- OLIVEIRA, U.R., PARIZOTTO, B.A.D.M., HORN FILHO, N.O. & BONETTI, J. 2012. Setorização Morfossedimentar das Praias Arenosas da Ilha da Santa Catarina (SC) Utilizando Técnicas de Análise Estatística Multivariada. **Gravel, 10(1)**:1-11.

OLIVEIRA, U. R.; BARLETTA, R. C. & HORN FILHO, N. O. 2014. Distribuição espacial das características morfodinâmicas das praias arenosas da costa oceânica da ilha de Santa Catarina, SC, Brasil. **Pesquisas em Geociências**, **41(2)**:89-103.

PAGÈS, J. 2004. Analyse factorielle de donnees mixtes. **Revue Statistique Appliquee** **4**:93-111.

PEIXOTO, J. R. V. 2005. **Análise morfossedimentar da praia do Santinho e sua relação com a estrutura dinâmica da vegetação “pioneira” da duna frontal, ilha de Santa Catarina, SC, Brasil**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina.

PEIXOTO, J. R. V. 2010. **Interação praia-duna e sua influência sobre a vegetação de duna frontal na costa Leste da ilha de Santa Catarina, SC, Brasil**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina.

PEIXOTO, J. R. V.; HORN FILHO, N. O. & CASTELANI, T. T. 2012. Variação granulométrica das praias arenosas da costa Leste da ilha de Santa Catarina, SC, Brasil. **Gravel** **10(1)**:1678-1695.

PELOGGIA, A.U.G. 1997. A ação do homem enquanto ponto fundamental da geologia do Tecnógeno: proposição teórica básica e discussão acerca do caso do município de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências** **27(3)**:257-268.

RIBEIRO, R. S.; BONETTI, J. & KLEIN, A. H. F. 2015. Caracterização morfológica e hidrodinâmica de praias do estado de Santa Catarina com vistas à avaliação de perigo ao banhista. **Geosul**, **30(60)**: 49-68.

REIS, A.F. 2002. **Permanências e transformações no espaço costeiro: forma e processos de crescimento urbano-turístico na Ilha de Santa Catarina**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, USP. 287p.

ROHDE, G.M. 1996. **Epistemologia ambiental: uma abordagem filosófico-científica sobre a efetuação humana alopoiética**. Porto Alegre: Edipucrs, p. 231.

RUDORFF, F. M. & BONETTI, J. 2010. Avaliação da suscetibilidade à erosão costeira de praias da ilha de Santa Catarina. **Brazilian Journal Aquatic Science Technology**, **14(1)**:9-20.

RUSA, R. T. 2018. **Caracterização morfossedimentar da praia da Galheta, ilha de Santa Catarina/SC, Brasil**. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Oceanografia. Universidade Federal de Santa Catarina.

SANTA CATARINA. 2007. **Recursos Hídricos de Santa Catarina**. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Sustentável. Diretoria de Recursos hídricos. Disponível em: [http://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib\\_top/DHRI/bacias\\_hidrograficas/bacias\\_hidrograficas\\_sc.pdf](http://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/DHRI/bacias_hidrograficas/bacias_hidrograficas_sc.pdf), acesso em 08/03/2020.

SANTA CATARINA. 2010. **Implantação do Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro - Fase I: Diagnóstico Socioambiental - Setor Litoral Central**. Florianópolis: Secretaria de Estado do Planejamento - Diretoria de Desenvolvimento das Cidades/Ambiens Consultoria Ambiental, 470p.

SANTOS, C. R. 1995. **Interrelação entre a dinâmica da vegetação “pioneira” e os padrões morfossedimentológicos sazonais na praia da Joaquina, ilha de Santa Catarina, Brasil**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina.

SCHWARTZ, M.L. 1967. The Bruun Theory of Sea-Level rise as a Cause of Shore Erosion. *Journal of Geology*, **75**: 76-92.

SCHWEITZER, A. 2007. **Comportamento morfossedimentar do arco praial e evolução do uso do solo na praia Brava, ilha de Santa Catarina, SC, Brasil**. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina.

SDS - SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Aerolevanteamento do Estado de Santa Catarina**: foto aérea colorida. 2013. Florianópolis. Escala 1:10.000.

SHORT, A.D. & AAGARD, T. 1993. Single and multi-bar beach changes model. *Journal of Coastal Research*, **(15)**:141-157.

SHORT, A. D. 1999. Wave dominated beaches. *In*: SHORT, A.D. (Ed.) **Handbook of beach and shoreface morphodynamics**. Chichester: Wiley & Sons.

SHORT A.D., AND JACKSON D.W.T. 2013. Beach Morphodynamics. **John F. Shroder (ed.) Treatise on Geomorphology**, Volume 10, pp. 106-129. San Diego: Academic Press.

SIEGLE, E & ASP, N. E. 2006. **Deriva litorânea potencial no sul de Santa Catarina**. *In*: VI Simpósio Nacional de Geomorfologia/Regional Conference on Geomorphology.

SILVEIRA, L. F.; KLEIN, A. H. F. & TESSLER, M. G. 2010. Headland-bay beach planform stability of Santa Catarina state and of the Northern coast of São Paulo. *Brazilian Journal of Oceanography*, **58(2)**:101-122.

SILVEIRA, L. F.; KLEIN, A. H. F. & TESSLER, M. G. 2011. Classificação morfodinâmica das praias do estado de Santa Catarina e do litoral Norte do estado de São Paulo utilizando sensoriamento remoto. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, **15(2)**:13-28.

SIMÓ, D. H. & HORN FILHO, N. O. 2004. Caracterização e distribuição espacial das “ressacas” e áreas de risco na ilha de Santa Catarina, SC, Brasil. *Gravel*, **2**:93-103.

SOUZA, C. R. de G. & SUGUIO, K. 2003. The coastal erosion risk zoning and the São Paulo Plan for Coastal Management. **Journal Coastal Research**, **SI 35**:530-547.

SOUZA, C. R. G. 2009. A erosão costeira e os desafios da gestão costeira no Brasil. **Journal of Integrated Coastal Zone Management**, **9(1)**:17-37.

SOUZA, C. R. G. & LUNA, G. C. 2009. Taxas de retrogradação e balanço sedimentar em praias sob risco muito alto de erosão no município de Ubatuba (Litoral Norte de São Paulo). **Quaternary and Environmental Geosciences**, **1(1)**:25-41

SOUZA, W. F. 2016. **Sensoriamento remoto e SIG aplicado à análise da evolução espaço-temporal da linha de costa do município de Icapuí, Ceará- Brasil**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal do Ceará.

SUGUIO, K. 1980. **Rochas sedimentares: propriedades, gênese, e importância econômica**. São Paulo: Edgar Blucher/ USP.

SUGUIO, K. 1992. **Dicionário de Geologia Marinha: com termos correspondentes em inglês, francês e espanhol**. São Paulo: Biblioteca de Ciências Naturais/USP. V.E 171p.

THIELER, E. R., HIMMELSTOSS, E. A., ZICHICHI, J. L., ERGUL, A. 2009. **Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0—An ArcGIS extension for calculating shoreline change**. *U.S. Geol. Survey Open File Rep.*, 2008–1278.

TORRONTÉGUY, M. C. 2002. **Sistema Joaquina-Morro das Pedras e praias adjacentes da costa Leste da ilha de Santa Catarina: aspectos morfodinâmicos, sedimentológicos e fatores condicionantes**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina.

WILLIAMS, A. T; MICALLEF, A. 2011. **Beach management: principles and practice**. Earthscan Ltda., London, U.K. 480p.

## ANEXO I – Quadro Resumo

QUADRO RESUMO			
TEMA	AUTORES	Título	Contribuição
Variáveis da Morfodinâmica Praia	BRAY, ARTER & HOOKE, 1995	Littoral cell Definition and Budgets for Central Southern England	Definição de células costeiras.
	TORRONTÉGUY, 2002	Sistema Joaquina- Morro das Pedras e Praias Adjacentes da costa Leste da Ilha de Santa Catarina: Aspectos Morfodinâmicos, sedimentológicos e fatores condicionantes	Morfologia praial. Dados granulométricos. Características morfodinâmicas.
	SOUZA & SUGUIO, 2003	The coastal erosion risk zoning and the São Paulo Plan for coastal Management.	Indicadores de erosão.
	SIMÓ & HORN FILHO, 2004	Caracterização e distribuição espacial das "ressacas" e áreas de risco na Ilha de SC	Revisão bibliográfica da temática. Grau de risco associado a dois critérios: a) características geológico-oceanográficas; b) registros de destruição ou danificação de edificações. Diferença da erosão por causa natural, e associada à processos naturais e antrópicos.
	KLEIN, 2004	"Morphodynamics of Headland-Bay Beaches: examples from the coast of SC	Parâmetros para análises da morfodinâmica praial. A) orientação b) características sedimentológicas c) características e análise morfodinâmica.
	MENEZES & KLEIN, 2004	Coastal Erosion Vulnerability Analysis Methodology	a) shoreline changes b) wave energy concentration c) shoreface slope d) foredune occupation
	HORN FILHO, 2004	Estudos morfosedimentares (1970-2004) nas praias da ilha de Santa Catarina, SC, BR: Uma Síntese	73 trabalhos que enfocam aspectos morfológicos e sedimentológicos das praias da Ilha de Santa Catarina.
	MAZZER, 2007	Proposta metodológica para análise de vulnerabilidade da orla marítima à erosão costeira	Determinação da taxa de Variação da LC. Métodos de análise.
	MAZZER, DILLENBURG & SOUZA, 2008	Proposta de método para análise de vulnerabilidade à erosão costeira no sudeste da ilha de Santa Catarina BR	Método baseado em dois pressupostos: a) as células costeiras são unidades homogêneas de balanço sedimentar; b) os processos costeiros atuam em diferentes escalas temporais. Indicam oito variáveis relacionadas a morfodinâmica costeira. E duas taxas de variação da linha de costa, interanual e interdecadal.
	RUDORFF & BONETTI, 2010	Avaliação da Suscetibilidade à erosão costeira de praia da ilha de SC	Geoindicadores analisados em campo.
	SILVEIRA, KLEIN & TESSLER, 2010	Headland-Bay Beach Planform stability of Santa Catarina State and of the Northern Coast of São Paulo State	Classificação das praias quanto a seu estado de equilíbrio.
	BITTENCOURT et al., 2010	Tendência de longo prazo à erosão costeira num cenário perspectivo de ocupação humana: litoral norte BA	Definição do padrão de dispersão dos sedimentos. Confirmar dispersão segundo parâmetros geomorfológicos (Cenário geológico fisiográfico). Avaliar implicações preditivas do modelo para o GERCO.
	ABREU, 2011	Transporte sedimentar longitudinal e morfodinâmica praial: exemplo do litoral norte de Santa Catarina	Comportamento hidrodinâmico do perfil praial. Transporte Sedimentar. Forma planimétrica das praias.
	HEINDRICH, 2011	Estudo comparativo sed. E morfodinâmico de praias arenosas da ilha de SC, BR	Estágios morfodinâmicos.
OLIVEIRA, BARLETTA & HORN FILHO, 2004	Distribuição espacial das características morfodinâmicas das praias arenosas da costa oceânica da Ilha de Santa Catarina, SC, BR	Agrupamento (clusters). Levando em conta 8 variáveis de parâmetros morfométricos.	
HORN FILHO, 2017	Geologia das 117 praias arenosas da Ilha de Santa Catarina	Fisiografia, Sedimentologia, Características específicas de cada praia	

Anexo 1: Quadro resumo da contribuição de cada obra para seleção dos indicadores morfodinâmicos.

## ANEXO II – Tabela dos parâmetros morfossedimentares

Praia	Largura (m)	Hb(m)	Extensão (m)	Declividade (°)	Textura	Seleção dos Sedimentos	Energia	Estado morfodinâmico	Estado de Equilíbrio	Forma planimétrica da praia	Exposição
Brava	45	1,2	1.900	4	amf	bs	Alta energia	Intermediária	Equilíbrio Estático	de Bolso	Semi-Exposta
Ingleses	20	1,2	5.000	5	af	mbs	Alta energia	Intermediária	Equilíbrio Dinâmico	Parabólica	Semi-Exposta
Ingleses Sul	20	0,5	5.000	5	am	bs	Moderada energia	Refletiva	Equilíbrio Dinâmico	Parabólica	Semi-Exposta
Santinho	54	1,02	1.908	3	af	mbs	Alta energia	Intermediária	Equilíbrio Dinâmico	Parabólica	Exposta
Moçambique Norte	18	0,85	11.250	2,5	Af	bs	Baixa energia	Intermediária	Equilíbrio Dinâmico	Alongadas	Exposta
Moçambique	23	0,95	11.250	9	Am	ms	Alta energia	Intermediária	Equilíbrio Dinâmico	Alongadas	Exposta
Barra da Lagoa Sul	31	0,36	826	5	Af	mbs	Baixa energia	Intermediária	Equilíbrio Dinâmico	Alongadas	Semi-Exposta
Barra da Lagoa	31	0,82	826	5	Af	bs	Alta energia	Intermediária	Equilíbrio Dinâmico	Alongadas	Exposta
Galheta	47	1	950	4	Af	ms	Alta energia	Intermediária	Equilíbrio Estático	de Bolso	Exposta
Mole	47	1,48	1.187	9	Am	ms	Alta energia	Intermediária	Equilíbrio Dinâmico	de Bolso	Exposta
Gravatá	16	0,5	96	10	Af	bs	Alta energia	Intermediária	Equilíbrio Dinâmico	de Bolso	Semi-Exposta
Joaquina	55	1,52	3.000	9	Af	mbs	Alta energia	Dissipativa	Equilíbrio Estático	Parabólica	Exposta
Campeche	24	1,73	5.000	12	af	bs	Alta energia	Intermediária	Equilíbrio Estático	Parabólica	Exposta
Morro das Pedras Sul	84	1	3.000	11	Ag	ms	Moderada energia	Refletiva	Equilíbrio Estático	Parabólica	Semi-Exposta
Morro das Pedras	55	1,25	3.000	5,78	Am	ms	Alta energia	Dissipativa	Equilíbrio Estático	Parabólica	Semi-Exposta
Armação Centro	41	0,93	3.200	21,5	Ag	bs	Alta energia	Refletiva	Equilíbrio Estático	Parabólica	Semi-Exposta
Armação Sul	9,8	0,5	3.200	9,3	Ag	mbs	Moderada energia	Intermediária	Equilíbrio Estático	Parabólica	Semi-Exposta
Armação Norte	61	1,4	3.200	22,8	Amg	bs	Alta energia	Refletiva	Equilíbrio Estático	Parabólica	Semi-Exposta
Matadeiro	25	1,18	862	3,42	Af	bs	Alta energia	Dissipativa	Equilíbrio Estático	de Bolso	Semi-Exposta
Lagoinha do Leste	36	0,85	1.262	8	Af	bs	Alta energia	Dissipativa	Equilíbrio Estático	de Bolso	Semi-Exposta
Pântano do Sul	54,49	0,23	1.100	2,38	Af	bs	Moderada energia	Intermediária	Equilíbrio Dinâmico	Parabólica	Semi-Exposta
Açores	40,3	0,4	2.800	4,23	Af	bs	Moderada energia	Intermediária	Equilíbrio Dinâmico	Parabólica	Semi-Exposta
Solidão	57,03	0,77	850	3,73	Af	bs	Moderada energia	Intermediária	Equilíbrio Dinâmico	Parabólica	Semi-Exposta

**Anexo 2:** Tabela das características morfossedimentares das respectivas praias: largura média da praia; altura média das ondas no ponto de quebra (Hb); comprimento da praia; declividade média da praia; textura dos sedimentos; grau de seleção dos sedimentos; energia do sistema; estado morfodinâmico; e estado de equilíbrio; forma planimétrica; exposição da praia às ondas;