

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
SANTA CATARINA - CÂMPUS FLORIANÓPOLIS  
MESTRADO PROFISSIONAL EM CLIMA E AMBIENTE**

**EMERSON LUÍS DE OLIVEIRA**

**VERIFICAÇÃO DA DEPOSIÇÃO E EROSÃO SEDIMENTAR ASSOCIADA A  
FATORES METEOROLÓGICOS NA PRAIA CENTRAL DE BALNEÁRIO  
PIÇARRAS NO PERÍODO DE JUNHO DE 2021 A JULHO DE 2023**



**FLORIANÓPOLIS, 2023  
EMERSON LUÍS DE OLIVEIRA**

**VERIFICAÇÃO DA DEPOSIÇÃO E EROÇÃO SEDIMENTAR ASSOCIADA A  
FATORES METEOROLÓGICOS NA PRAIA CENTRAL DE BALNEÁRIO  
PIÇARRAS NO PERÍODO DE JUNHO DE 2021 A JULHO DE 2023**

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Clima e Ambiente do Campus Florianópolis do Instituto Federal de Santa Catarina para a obtenção do diploma de Mestre em Clima e Ambiente.

Orientador: Daniel Sampaio Calearo

**FLORIANÓPOLIS, 2023**

CDD 631.45  
O48v

Oliveira, Emerson Luís de  
Verificação da deposição e erosão sedimentar associada a fatores meteorológicos na praia central de Balneário Piçarras no período de junho de 2021 a julho de 2023 [DIS] / Emerson Luís de Oliveira; orientação de Daniel Sampaio Calearo – Florianópolis, 2023.

1 v.: il.

Dissertação de Mestrado (Clima e Ambiente) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Inclui referências.

1. Processos erosivos. 2. Ambiente costeiro. 3. Eventos meteorológicos. I. Calearo, Daniel Sampaio. II. Título.

Sistema de Bibliotecas Integradas do IFSC  
Biblioteca Dr. Hercílio Luz – Campus Florianópolis  
Catalogado por: Ana Paula F. Rodrigues - CRB 14/1117

## Avaliação Final Dissertação

<b>Aluno (a) :</b>	<b>Emerson Luis de oliveira</b>	<b>Matricula:</b>	<b>20201560004</b>
<b>Curso:</b>	<b>Clima e Ambiente</b>		
<b>Título:</b>	<b>Análise da dinâmica de deposição e erosão sedimentar associados a eventos meteorológicos</b>		
<b>Orientador(es) de Pesquisa :</b> <b>Me. Daniel Sampaio Calearo</b>			
<b>Data :</b>	<b>07 de novembro de 2023</b>	<b>Horário:</b>	<b>14h00min</b>
<b>Local :</b>	<b>IFSC/Campus Florianópolis / <a href="http://www.youtube.com/watch?v=WCjVMFJPs">http://www.youtube.com/watch?v=WCjVMFJPs</a></b>		
<b>A Banca Examinadora, tendo em vista a exposição oral apresentada pelo(a) aluno (a) e procedida a arguição pertinente ao trabalho, considerou o(a) candidato(a):</b>		<b>(x) Aprovado(a)</b> <b>( ) Reprovado(a)</b>	
<b>O trabalho precisa da incorporação das correções sugeridas pela Banca Examinadora e revisão final pelo(s) Orientador(es)?</b>		<b>(x) Sim</b> <b>( ) Não</b>	
<b>Observação da Banca : O texto necessita de profunda melhoria na redação. Foi indicado que sejam utilizados métodos estatísticos mais elaborados para embasar os resultados obtidos. A construção metodológica deve ser melhorada e melhor explicada. Foi indicado que seja feita uma descrição mais elaborada em relação aos tipos de sedimentos. Foi indicado que haja a construção de um manual da maquete a fim de constituir parte do PTT</b>			
<b>Novo Título (se for o caso) :</b>			
Verificação da deposição e erosão sedimentar associada a fatores meteorológicos na praia central de Balneário Piçarras no período de Junho de 2021 a Julho de 2023.			
<b>Nome da Revista da submissão do Artigo : GEOGRAFIA (Londrina)</b>			

Membros da Banca			Assinatura
<b>Me(a).</b>	<b>Daniel Sampaio Calearo</b>	<b>Presidente/Orientador(a)</b>	<b>A</b>
			 <p>Documento assinado digitalmente DANIEL SAMPAIO CALEARO Data: 16/11/2023 11:05:18-0300 CPF: 002.011.800-73 Verifique as assinaturas em <a href="https://v.ifsc.edu.br">https://v.ifsc.edu.br</a></p>
<b>Dr(a).</b>	<b>Mário Francisco Leal de Quadro</b>	<b>Avaliador Interno</b>	<b>A</b>
			 <p>Documento assinado digitalmente MARIO FRANCISCO LEAL DE QUADRO Data: 20/11/2023 18:34:01-0300 CPF: 539.913.030-00 Verifique as assinaturas em <a href="https://v.ifsc.edu.br">https://v.ifsc.edu.br</a></p>
<b>Dr(a).</b>	<b>Michel Nobre Muza</b>	<b>Avaliador Interno</b>	<b>R</b>
			 <p>Documento assinado digitalmente MICHEL NOBRE MUZA Data: 20/11/2023 14:37:49-0300 CPF: 977.090.260-87 Verifique as assinaturas em <a href="https://v.ifsc.edu.br">https://v.ifsc.edu.br</a></p>
<b>Dr(a).</b>	<b>Lucinei José Myszyński Junior</b>	<b>Avaliador externo</b>	<b>A</b>
			 <p>Documento assinado digitalmente LUCINEI JOSE MYSZYNSKI JUNIOR Data: 20/11/2023 14:50:14-0300 Verifique em <a href="https://validar.iti.gov.br">https://validar.iti.gov.br</a></p>

Dedico este trabalho ao meu pai, José dos Anjos de Oliveira, um homem, um exemplo, um amigo que sempre deu de tudo aos filhos: o meu muito obrigado.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, a Deus. Agradeço ao meu pai, José dos Anjos de Oliveira, que nos deixou de forma inesperada. Expresso minha gratidão à minha esposa, Jerusa Schroeder, por seu apoio nos momentos difíceis, e à minha filha, lasmin Schroeder de Oliveira, que me auxiliou na coleta de dados em campo.

Estendo meus agradecimentos aos professores do Instituto Federal de Santa Catarina, em especial aos professores Daniel Calearo Sampaio, Mário Francisco Leal de Quadros e professor Adriano Vitor, Michel Nobre Muza, pelas orientações durante o curso. Agradeço também ao Professor Thiago Pereira Alves pela ajuda com as informações e banco de dados.

Agradeço à professora Janete Josina de Abreu pelos exemplos de estudos de caso pertinentes ao trabalho. Gostaria, também, de agradecer à professora Rita Dutra pela grande contribuição na reta final do trabalho.

Agradeço aos colegas da turma pela empatia e companheirismo nos momentos que tivemos em sala de aula, tanto presenciais quanto remotos. Aos amigos Celso Ribeiro, Luiz Carlos Silveira e Paulo Trindade, agradeço pelas dicas e confecção de gráficos no trabalho.

Agradeço aos professores da Escola Estadual Alexandre Guilherme Figueiredo pela disponibilização do espaço físico onde foi elaborado o modelo que faz parte do trabalho. Também expresso minha gratidão aos estudantes da escola Alexandre Guilherme Figueiredo que me auxiliaram na construção do modelo em escala reduzida.

Não poderia deixar de agradecer à minha mãe Maria de Lourdes de Oliveira, pela força e palavras de apoio e incentivo, e a todos que me apoiaram nessa trajetória.

Agradeço à EPAGRI-CIRAM, Balneário Barra do Sul, pelo fornecimento de dados meteorológicos que foram de grande importância para a realização deste trabalho. Por fim, agradeço também ao Professor Lucinei José Myszynski Junior que contribuiu de forma significativa para o êxito deste trabalho.



“Aquele que tentou e não conseguiu é superior àquele que nada tentou.”

Arquimedes (287-212 a.C.)

## RESUMO

O ambiente costeiro é caracterizado por processos morfológicos contínuos, resultantes da interação do meio com forças naturais e, mais recentemente, por ações antrópicas, seja de forma direta ou indireta. Grandes cidades também têm se estabelecido nessas regiões, configurando novos espaços com uma sociedade cada vez mais urbanizada. Esse número elevado de habitantes em determinados locais, no entanto, apresenta verdadeiros desafios para o gerenciamento costeiro. O estado atual dos ambientes costeiros reflete a hidrodinâmica com participação da geologia e do conhecimento do comportamento da linha de costa em função das variáveis que nela atuam. Neste contexto, o presente estudo propõe uma investigação dos processos erosivos na faixa arenosa da praia Central de Balneário Piçarras/SC, associando-os aos eventos meteorológicos ocorridos em agosto de 2022. Para isso, foram utilizadas medições e imagens locais, além de informações das variáveis meteorológicas, como direção e velocidade do vento, temperatura e precipitação, obtidas na Estação Meteorológica EPAGRI 1060, situada em Balneário Barra do Sul/SC. Esses dados foram correlacionados com os sistemas atmosféricos dominantes durante os períodos de observação, com o auxílio das cartas sinóticas. O estudo leva em consideração os aspectos meteorológicos que influenciam de forma direta ou indireta na morfologia costeira, com observações locais e a utilização de métodos específicos. Uma das hipóteses dessa diferença sazonal pode ser uma maior frequência de eventos meteorológicos, resultando em um aumento no número de marés de tempestades ocorridas na linha de costa. Esse aumento causa um déficit sedimentar, desencadeando um processo de erosão costeira, com destaque para o evento de agosto de 2022, no qual se observou uma grande diferença nas medidas no ponto de amostragem.

**Palavras-chave:** Ambiente costeiro. Processos erosivos. Eventos meteorológicos.

## ABSTRACT

The coastal environment is marked by continuous morphological processes, resulting from the interaction of the environment with natural forcings and more recently by direct or indirect anthropogenic actions. Large cities have also established themselves in these regions, configuring new spaces with an increasingly urbanized society. This high number of inhabitants in certain places poses real challenges to coastal management. The current state of coastal environments reflects hydrodynamics, with the participation of geology and knowledge of the behavior of the coastline as a function of the variables that act on it. The present study aims to present a verification of erosive processes in the sandy strip on the Central beach of Balneário Piçarras - SC associating with meteorological events of August 2022, using local measurements and images, in addition to the information of the meteorological variables of wind direction and speed, temperature and precipitation obtained at the EPAGRI 1060 Meteorological Station located in Balneário Barra do Sul SC, correlating with the atmospheric systems prevailing during the observation periods with the aid of synoptic charts. The study takes into account the meteorological aspects that influence the coastal morphology directly or indirectly, with local observations and the use of specific methods. One of the hypotheses raised was the influence of storm waves on the morphology of the coastline, causing a sedimentary deficit and consequently a process of coastal erosion, with emphasis on the August 2022 event, where a large difference in measurements at the sampling point was observed

**Keywords:** Coastal environment. Erosive processes. Weather events.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Registros históricos da Praia central de Balneário Piçarras antes e depois do aterro hidráulico de 1998 e 1999	18
Figura 2 – Obras de alargamento da faixa de areia na Praia Central de Balneário Piçarras	18
Figura 3 – Panorama Global de erosão e deposição sedimentar	20
Figura 4 – Efeito da ressaca de Setembro de 2019 na Praia Central de Balneário Piçarras-SC	23
Figura 5 – Efeito da ressaca de Agosto de 2022 na Praia Central de Balneário Piçarras-SC	23
Figura 6 – Estruturas denominadas “geobags” na Praia Norte de Balneário Piçarras	24
Figura 7 – Estruturas denominadas "geobags" colocadas na Praia Central de Balneário Piçarras	25
Figura 8 – Construção do aterro hidráulico realizado na Praia Central de Balneário Piçarras no ano de 2012	25
Figura 9 – Delimitação da área de estudo e a relação com a Estação Meteorológica	26
Figura 10 – Área de estudo com a criação de polígonos e pontos amostrais	27
Figura 11 – Imagem do ponto de coleta de dados	28
Figura 12 – Ciclone extratropical YAKECAN ocorrido em Maio de 2022	29
Figura 13 – Medição Manual da altura da faixa arenosa	31
Figura 14 – Medição utilizando régua métrica	32
Figura 15 – Nível e caneta a laser	32
Figura 16 – Vista frontal do ponto projetado	32
Figura 17 – Praia Central: Julho / 2021	34
Figura 18 – Praia Central: Outubro / 2021	35
Figura 19 – Praia Central: Janeiro / 2022	35
Figura 20 – Praia Central: Agosto / 2022	35
Figura 21 – Praia Central: Setembro / 2022	36
Figura 22 – Praia Central: Dezembro / 2022	36
Figura 23 – Praia Central: Janeiro / 2023	36
Figura 24 – Praia Central: Junho / 2023	37

Figura 25 – Desvio Padrão das medidas obtidas	40
Figura 26 – Gráfico demonstrando a dinâmica de erosão e deposição no período de Junho de 2021 a Outubro de 2023	41
Figura 27 – Fluxograma para elaboração da pesquisa de campo	42
Figura 28 – Gráfico da direção e frequência do vento 2021-2023	43
Figura 29 – Velocidade Máxima do Vento / Agosto de 2022	45
Figura 30 – Pluviosidade entre 2021 – 2023	45
Figura 31 – Precipitação no mês de Agosto de 2022 na região de estudo	46
Figura 32 – Gráfico da temperatura entre 2021-2023	46
Figura 33 – Relatório de Danos Informados pela Defesa Civil 2019-2021	47
Figura 34 – Relatório dos Municípios Afetados por Desastres Naturais entre 1998-2020, com Situação de Emergência, e Estado de Calamidade Pública	48
Figura 35 – Demonstração do Projeto de Pesquisa aos estudantes do Ensino Médio	50
Figura 36 – Estudantes elaborando as dimensões do modelo	51
Figura 37 – Colocação do acrílico no modelo	51
Figura 38 – Base com material acetinado	52
Figura 39 – Colocação de sedimentos	52
Figura 40 – Colocação de água no modelo	52
Figura 41 – Modelo em escala reduzida pronto	53
Figura 42 – Apresentação do modelo aos estudantes do ensino médio	53

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Informações coletadas no ponto preestabelecido entre Junho de 2021 e Outubro de 2023	39
Quadro 2 – Cálculo do desvio e variância das medidas do ponto amostral	40
Quadro 3 – Registro das velocidades do vento agosto/2022	44

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IFSC	Instituto Federal de Santa Catarina
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
EPAGRI	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
IPCC	Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas
PBMC	Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas
COBRADE	Classificação e codificação Brasileira de Desastres
EAS	Estudo Ambiental Simplificado
N	Norte
S	Sul
E	Leste
W	Oeste
NE	Nordeste
NW	Noroeste
SE	Sudeste
SW	Sudoeste
NNE	Nor-nordeste
ENE	Lés-nordeste
ESSE	Lés-Sudeste
SSE	Su-sudeste
SSW	Su-sudoeste
WSW	Oés-sudoeste
WNW	Oés-noroeste
NNW	Nor=noroeste
Cm	Centímetros
Km/h	Quilômetros por hora
DP	Desvio Padrão
UTM	Universal Transversa de Mercator

## LISTA DE SÍMBOLOS

°C	Graus Célsius
T	Temperatura
'	Minutos
B	Média
V	Variância
≈	Aproximado
√	Raiz quadrada

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>15</b>
1.1	JUSTIFICATIVA	17
1.2	A INFLUÊNCIA DE CICLONES EXTRATROPICAIS NA MORFOLOGIA PRAIAL	18
1.3	OBJETIVOS	19
1.3.1	Objetivo Geral	19
1.3.2	Objetivos Específicos	19
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>20</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>26</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>39</b>
4.1	CÁLCULO DA VARIÂNCIA E DO DESVIO PADRÃO NAS MEDIDAS OBTIDAS	40
<b>5</b>	<b>PRODUTOS DESENVOLVIDOS</b>	<b>50</b>
5.1	ARTIGOS PUBLICADOS	54
<b>6</b>	<b>ESTUDOS FUTUROS</b>	<b>55</b>
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>56</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>58</b>
	<b>APÊNDICE A – IMAGENS UTILIZADAS NAS MEDIÇÕES EM CAMPO</b>	<b>62</b>
	<b>APÊNDICE B – RESUMO APRESENTADO NO ESBMET 2023</b>	<b>66</b>
	<b>APÊNDICE C – TRABALHO APRESENTADO EM FORMA DE PAINEL NO COMGREMET 2022</b>	<b>68</b>
	<b>APÊNDICE D – ARTIGO APRESENTADO NA REVISTA METODOLOGIA E APRENDIZAGEM 2020</b>	<b>71</b>
	<b>ANEXO A – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE MÊS DE JUNHO/2021</b>	<b>78</b>
	<b>ANEXO B – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE MÊS DE JULHO/2021</b>	<b>79</b>
	<b>ANEXO C – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE DE AGOSTO/2021</b>	<b>80</b>
	<b>ANEXO E – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE MÊS DE OUTUBRO/2021</b>	<b>81</b>
	<b>ANEXO F – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE MÊS DE NOVEMBRO/2021</b>	<b>82</b>
	<b>ANEXO G – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE MÊS DE DEZEMBRO/2021</b>	<b>83</b>
	<b>ANEXO H – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE MÊS DE JANEIRO/2022</b>	<b>84</b>

<b>ANEXO I – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE MÊS DE FEVEREIRO/2022</b>	<b>85</b>
<b>ANEXO J – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE MÊS DE MARÇO/2022</b>	<b>86</b>
<b>ANEXO K – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE MÊS DE ABRIL/2022</b>	<b>87</b>
<b>ANEXO L – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE MÊS DE MAIO/2022</b>	<b>88</b>
<b>ANEXO M – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE MÊS DE JUNHO/2022</b>	<b>89</b>
<b>ANEXO N – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE MÊS DE JULHO/2022</b>	<b>90</b>
<b>ANEXO O – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE MÊS DE AGOSTO/2022</b>	<b>91</b>
<b>ANEXO P – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE MÊS DE SETEMBRO/2022</b>	<b>92</b>
<b>ANEXO Q – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE MÊS DE OUTUBRO/2022</b>	<b>93</b>
<b>ANEXO R – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE MÊS DE NOVEMBRO/2022</b>	<b>94</b>
<b>ANEXO S – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE MÊS DE DEZEMBRO/2022</b>	<b>95</b>
<b>ANEXO T – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE MÊS DE JANEIRO/2023</b>	<b>96</b>
<b>ANEXO U – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE MÊS DE FEVEREIRO/2023</b>	<b>97</b>
<b>ANEXO V – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE MÊS DE MARÇO/2023</b>	<b>98</b>
<b>ANEXO W – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE MÊS DE ABRIL/2023</b>	<b>99</b>
<b>ANEXO X – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE MÊS DE MAIO/2023</b>	<b>100</b>
<b>ANEXO Y – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE MÊS DE JUNHO/2023</b>	<b>101</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A zona costeira é um ambiente dinâmico complexo e mutável, caracterizado pelo balanço sedimentar em praias arenosas. Esse balanço pode ser positivo, quando há um acréscimo sedimentar, estável, quando há equilíbrio entre os processos de erosão e deposição, ou negativo, quando há um decréscimo na faixa arenosa em determinado intervalo de tempo, evidenciando assim um processo de erosão costeira, ocasionando um recuo da linha de costa (BULHÕES, 2020).

A erosão costeira é um processo complexo e um problema global, embora não seja generalizado, uma vez que existem vários tipos de ambientes com formações geomorfológicas distintas. Ou seja, há zonas litorâneas mais propícias à erosão, perdendo território na faixa arenosa, e em alguns casos em planícies costeiras adjacentes.

Ao associar mudanças climáticas e erosão costeira, é necessária muita cautela nas informações, uma vez que vários parâmetros precisam ser analisados em intervalos específicos de tempo. Entretanto, estudos demonstram que o aquecimento global pode ocasionar o aumento do nível médio dos oceanos.

De acordo com Marengo e Soares (2003), em sua síntese sobre o terceiro relatório do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) 2001, o derretimento de geleiras nos polos provocou um aumento no nível do mar de 10 (dez) centímetros em um século.

Segundo Martins e Vasconcelos (2012) destacam que, no passado, o litoral era considerado um lugar perigoso, e as cidades eram construídas distantes de zona costeira. Com o passar do tempo, com o desenvolvimento das navegações e, posteriormente, com o aumento das atividades portuárias e industriais, a ocupação da zona costeira se intensificou.

O Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (2013) aborda, entre outros aspectos, os processos erosivos, com destaque para o estado de Santa Catarina, ao analisar os registros de erosão e suas tipologias atuantes. No estudo, a erosão marinha obteve maior número de registros, contabilizando 8 ocorrências entre 1991 e 2012, seguidas pela erosão fluvial com 3 eventos. Quanto à erosão continental, foram registrados 2 eventos oficiais no município de Garopaba entre 2011 e 2012.

O relatório do Painel brasileiro de mudanças climáticas (2016) ressalta que os

impactos já observados das variações de tempo e clima nas grandes cidades, principalmente nas cidades costeiras, mostram que as mudanças climáticas projetadas para as próximas décadas representam um grande desafio a ser enfrentado pela humanidade no século XXI.

Dentre os fatores modeladores desse ambiente, destacam-se ondas, correntes e marés, além da erosão e deposição. Esses fatores ocorrem natural e ciclicamente, entretanto eventos meteorológicos de grande escala podem interferir nesse processo. Cheliz (2021) destaca que as tempestades marinhas estão ligadas à erosão do solo no litoral, podendo agravar-se com o passar do tempo.

Outro aspecto a considerar são as obras de construção de barragens nos rios que formam os estuários, as quais retêm parte dos sedimentos antes depositados na foz desses rios. Posteriormente, esses sedimentos, antes trabalhados pelas ondas, formam as praias arenosas.

Eventos meteorológicos intensos também trazem mudanças significativas na linha de costa em curtos intervalos de tempo, modificando as características de uma praia e alterando áreas de deposição e de erosão sedimentar; e conseqüentemente a morfologia da faixa arenosa de uma praia. Essas características serão abordadas no trabalho, pois são essenciais para garantir uma segurança adequada na utilização desse ambiente, especialmente nos meses de verão, quando é intensamente frequentado por banhistas que muitas vezes desconhecem o perfil praias, podendo enfrentar situações de perigo.

A orla de Balneário Piçarras passou por três grandes obras de alargamento da faixa de areia entre 1998 e 2012. Em 07/07/2023, a Prefeitura Municipal lançou o edital para um quarto alargamento em um trecho de 2 (dois) quilômetros devido aos decorrentes efeitos da erosão marítima que fez a faixa ser engolida pelo mar ao longo dos anos. Os trabalhos têm previsão de 5 meses e custarão aproximadamente 10 milhões de reais. Uma das justificativas da obra é a ampliação para os frequentadores da praia, melhorando o setor turístico (BORGES, 2023).

O estudo leva em consideração os aspectos meteorológicos que influenciam na morfologia costeira de forma direta ou indireta, com observações locais e utilização de métodos específicos.

Uma das hipóteses dessa diferença sazonal é uma maior frequência de eventos meteorológicos, com um aumento no número de marés de tempestades ocorridas na linha de costa, com destaque para o evento de agosto de 2022, onde

se observou uma grande diferença nas medidas no ponto de amostragem.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

O presente trabalho tem como objetivo analisar o processo de erosão e deposição sedimentar na praia Central de Balneário Piçarras, utilizando imagens fotográficas registradas em um aparelho celular em um local predeterminado ao longo de um período de 2 (dois) anos. A proposta é correlacionar esses registros com eventos meteorológicos, possibilitando ao pesquisador estabelecer uma relação entre as forças meteorológicas e a morfologia de linha de costa. O intuito é desenvolver trabalhos e estudos que promovam a solução de problemas ambientais, além de compreender os impactos econômicos e sociais envolvidos. Como desenvolvimento do projeto, serão investigadas as respostas da praia diante das variações de forças, proporcionando um entendimento aprofundado da dinâmica praias, assim como a produção de material educativo e de divulgação científica.

O estudo de áreas litorâneas é de grande importância para a ciência e a sociedade em modo geral, visto que se trata de uma região em que ocorre a interface entre o continente e o oceano. Essa área de transição com estabelecimentos urbanos, portuários entre outros, sofre interferência climática e antrópica, sendo também utilizadas como áreas de lazer e recreação com atrativos naturais.

De acordo com o Estudo Ambiental Simplificado (EAS, 2019), o litoral centro-norte de Santa Catarina enfrenta um acelerado processo de urbanização. Em alguns casos, os municípios litorâneos convivem com problemas ambientais decorrentes da falta de planejamento urbano adequado. O município em questão possui grande importância no setor turístico e tem um histórico de mais de 30 anos de intervenções de linha de costa decorrentes dos efeitos da erosão costeira.

A figura 1 ilustra uma das primeiras intervenções na linha de costa do município, que ocorreu no final do ano de 1998 e início de 1999. Essa obra redefiniu a largura da faixa de areia em até 50 metros.

Segundo o engenheiro civil Marco Lyra (2012), foram desenvolvidos novos estudos e projetos para garantir a durabilidade da areia. Ao todo, serão investidos R\$12 milhões para recuperar a faixa de areia, construir dois quebra-mares de proteção e reconstruir a infraestrutura da Avenida Beira Mar.



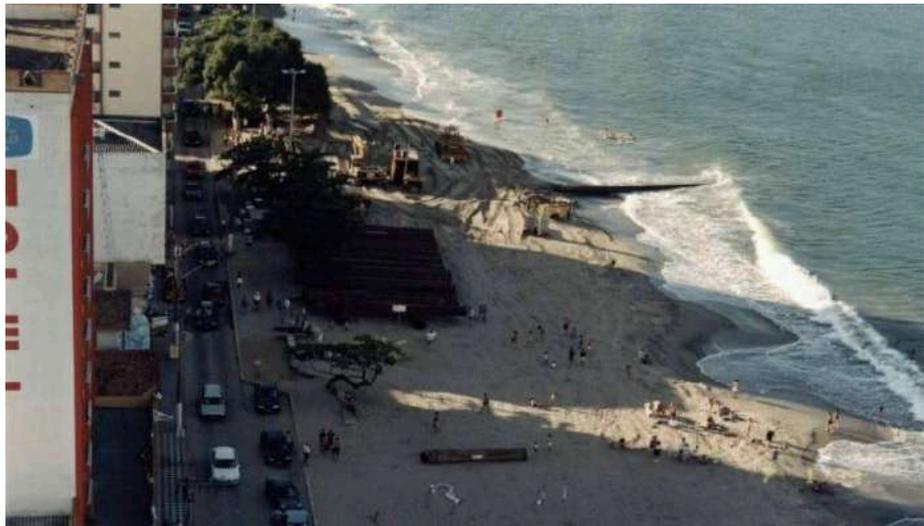
Figura 1 – Registros históricos da Praia central de Balneário Piçarras antes e depois do aterro hidráulico de 1998 e 1999



Fonte: Aquaplan (EAS 2019).

A figura 2 ilustra uma obra mais recente na mesma praia.

Figura 2 – Obras de alargamento da faixa de areia na Praia Central de Balneário Piçarras



Fonte: Portal de Notícias de Balneário Piçarras (2012).

## 1.2 A INFLUÊNCIA DE CICLONES EXTRATROPICAIS NA MORFOLOGIA PRAIAL

Ciclone extratropical é um fenômeno atmosférico caracterizado por sistemas de baixa pressão que se instalam nas áreas de média e alta latitude, provocam ventos que variam de fraco a intensos, podendo ocasionar marés de tempestades, conhecidas como ressacas e está diretamente relacionado à morfologia das praias.

Segundo Cardoso (2011), a variabilidade atmosférica no estado de Santa Catarina é bastante acentuada no decorrer do ano, tornando a região suscetível à ocorrência de eventos de desastres naturais. Por isso, conhecer a frequência torna-se de grande importância.

Rodrigues (2004) destaca, ao descrever o comportamento do padrão de ventos associados à passagem de frentes frias, que esse fenômeno não se reflete de maneira acentuada ao longo do ano no litoral catarinense. No entanto, observa-se uma variabilidade sazonal significativa em relação ao vento pós-frontal. Durante os meses de inverno, verifica-se um intenso fluxo associado a ciclones que se intensificam no oceano. Por outro lado, nos meses de verão, os ventos de sudeste são típicos na situação pós-frontal, associados a sistemas de baixa pressão que se configuram no litoral sudeste do Brasil.

### 1.3 OBJETIVOS

#### 1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do presente estudo é realizar uma verificação de processos de deposição e erosão sedimentar na Praia Central de Balneário Piçarras/SC, de junho de 2021 a junho de 2023, associados a eventos meteorológicos que influenciam na morfologia costeira.

#### 1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Caracterizar a variação sazonal na morfologia da praia;
- b) Confeccionar um modelo didático do mecanismo de deposição e erosão de sedimentos;
- c) Produzir um vídeo demonstrando a variação sazonal de sedimentos em um modelo de escada reduzida;
- d) Compreender os processos de registros de eventos meteorológicos que

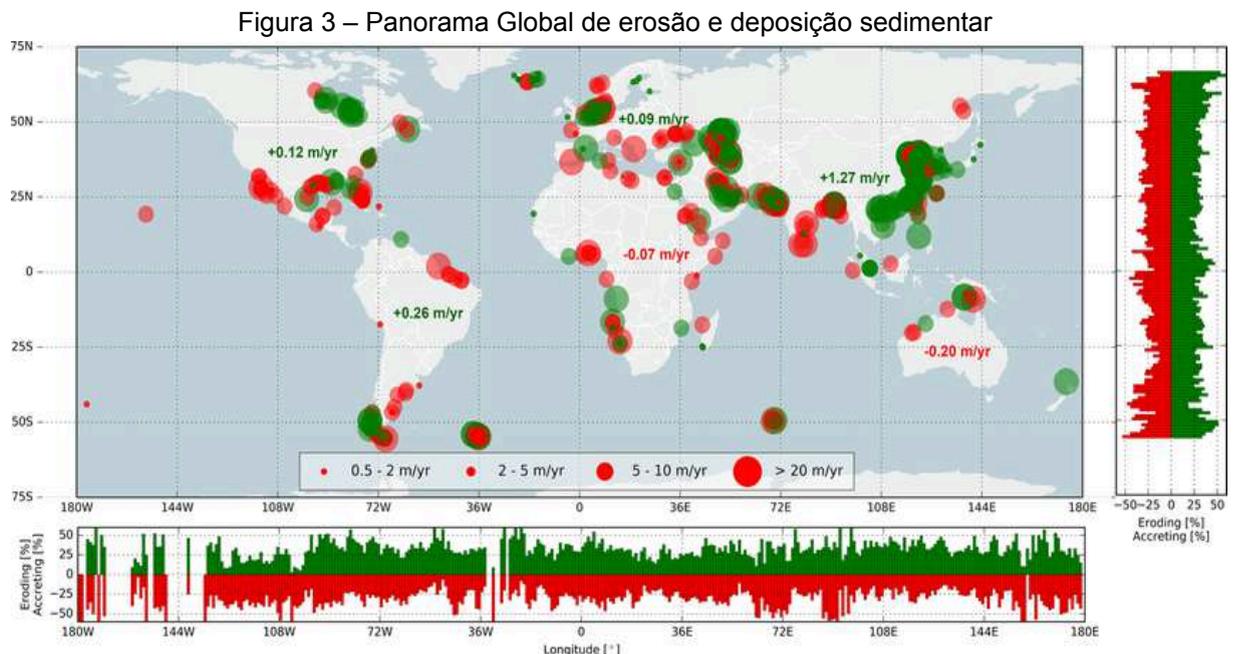
causam danos estruturais em regiões litorâneas.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os ambientes costeiros apresentam várias características que os definem em diferentes feições, variando entre costões rochosos, mangue, praias arenosas, dentre outros. De acordo com o período de formação, influência climática e sedimentológica, esses ambientes apresentam processos morfológicos que resultam no seu perfil praiial no momento em que é observado.

A erosão costeira não obedece a critérios geográficos definidos. Basta ter uma praia arenosa, então esse processo pode ocorrer. Estudos de Luijendijk, *et al.* (2018) demonstram um panorama global de onde ocorrem os processos de erosão e acresção sedimentar, como é possível observar na figura 3.

De forma geral, as latitudes 60° N e 50°S são áreas onde ocorrem maior processo de erosão sedimentar. Ainda, segundo os autores, 24% do litoral arenoso do planeta recua por erosão costeira.



Fonte: Luijendijk et al. (2018).

De acordo com Calliari *et al.* (2003), os processos responsáveis pelo comportamento das praias começam a atuar na base da antepraia, que representa o limite externo da camada limite costeira, tendo a praia como seu limite mais interno. As modificações na praia são, em parte, causadas pela troca bidirecional de sedimentos entre esses dois limites, através da zona de arrebentação.

Nos estudos de Abreu (2011), observa-se uma grande obra com várias contribuições sobre a zona costeira de Santa Catarina, ampliando o conhecimento sobre o ambiente litorâneo, os tipos de praias e as terminologias adotadas para esse ambiente. Seu trabalho destaca a importância do monitoramento do ambiente costeiro, explorando estudos relacionados à granulometria dos sedimentos e à ação das ondas, correntes, ventos e marés no processo de transporte sedimentar que ocorre entre a arrebentação na linha de costa.

Bulhões e Fernandez (2016) definem que praias de enseada são feições geomorfológicas encaixadas entre pontas e promontórios rochosos ou margens artificiais preexistentes, assumindo curvatura definida em função da disponibilidade de sedimentos e do padrão de circulação hidrodinâmica induzida por ondas.

A distribuição dos sedimentos superficiais, desde a plataforma continental interna até a praia, resulta da sedimentação pretérita e, eventualmente, da sedimentação terrígena atual, submetidos aos mecanismos de transporte governantes (MOTTA et al., 2018).

Horn Filho *et al. apud* Muehe (2018), apresentam em seu trabalho um panorama da região de Santa Catarina, evidenciando pontos de erosão acentuada em alguns municípios, bem como obras de alimentação artificial de praias arenosas.

Bancos arenosos são feições morfológicas que comumente ocorrem dentro e próximas à zona de arrebentação das praias arenosas, locais onde a amostragem de dados de forma direta é difícil de ser realizada de forma contínua. Em função disso, métodos de sensoriamento remoto baseados em vídeo têm sido bastante utilizados para estudos nesse tipo de ambiente (GUEDES, 2008).

De acordo com o EAS (2019), o clima é uma sucessão do comportamento atmosférico a longo prazo, sendo necessário considerar a atuação de seus fatores, tais como radiação solar, latitude, relevo, continentalidade, massas de ar e correntes oceânicas. Esses fatores condicionam a frequência e o comportamento dos elementos climáticos, como temperatura, precipitação, umidade do ar e pressão atmosférica, que, por sua vez, definirão os tipos climáticos. Associados aos eventos de pequena, média e grande escala, possibilitam uma melhor definição dos tipos climáticos e possíveis alterações.

Observa-se que a região costeira apresenta um aumento em sua ocupação, principalmente nos países em desenvolvimento, e a partir da década de 1970, essa ocupação muitas vezes ocorre de maneira desordenada com um grande impacto

negativo aos recursos naturais (MARINS, 2020). Esse fato justifica o estudo desse ambiente, colaborando assim para um bom gerenciamento costeiro. No entanto, é um ambiente que se modifica constantemente, trazendo impactos que oneram o orçamento do município (JORNAL DO COMÉRCIO, 2022), pois trata-se de obras de contenção e estruturas para minimizar efeitos de erosão causados principalmente pela força dos oceanos.

O estudo de áreas litorâneas é de grande importância para a ciência e para a sociedade em geral, pois representa uma região que constitui a interface entre o continente e o oceano. Trata-se de um ambiente de transição que abrange estabelecimentos urbanos, portuários, entre outros, sofrendo interferências climáticas e antrópicas. Além disso, essas áreas são frequentemente utilizadas para lazer e recreação, destacando-se pelos atrativos naturais.

Uma das razões para a elaboração do presente estudo é a análise da erosão costeira associada a eventos meteorológicos, os quais têm impacto significativo na faixa arenosa da linha de costa. A seguir, serão demonstrados alguns registros jornalísticos que noticiam esses impactos, mencionando custos consideráveis para a recuperação da orla.

Conforme publicado no portal G1 Santa Catarina (2019 online), em setembro do mesmo ano, uma ressaca causou danos em municípios do litoral catarinense, como ilustrado na figura 4.

Neste domingo (21), as ondas destruíram cerca de 200 metros de deck em Balneário Piçarras, no Litoral Norte, informou a Defesa Civil municipal. Em Itajaí, a ressaca causou danos na orla da Praia de Cabeçudas. A Defesa Civil de Balneário Piçarras orienta que os moradores evitem transitar pela área onde houve os estragos, na praia central. No mar, pode haver pedaços de madeira ou ferro, o que representa risco para banhistas e surfistas. A Defesa Civil de Balneário Piçarras havia recebido aviso sobre a ressaca e isolou a área da praia central na madrugada de sábado (20), segundo a coordenadora do órgão, Carla Krug. Por volta das 5h30 de domingo, ondas entre dois e três metros de altura atingiram os decks. No final da tarde do mesmo dia, houve ressaca novamente e, como os decks já haviam sido prejudicados pela manhã, houve bastante erosão e a estrutura foi arrebatada perto do molhe, relatou a coordenadora (PORTAL G1, 2019).

Figura 4 – Efeito da ressaca de Setembro de 2019 na Praia Central de Balneário Piçarras-SC



Fonte: Maurício Martins Pereira, Portal G1- Santa Catarina (2019).

A figura 5 ilustra os efeitos do ciclone extratropical ocorrido em 10 de agosto de 2022, que provocou grande impacto na região costeira de Balneário Piçarras.

Figura 5 – Efeito da ressaca de Agosto de 2022 na Praia Central de Balneário Piçarras-SC



Fonte: Felipe Franco (Jornal do Comércio – Agosto de 2022).

De acordo com a reportagem, as recentes ressacas ocorridas nas últimas semanas causaram perda significativa de areia, especialmente na região central da orla, compreendida entre os molhes central e norte. Nesse trecho, uma parte do

calçadão foi danificada, sendo este local já afetado por danos há vários meses. Na orla norte, o mar avançou sobre a restinga.

Apesar da formação de enormes paredões de areia, a região tem demonstrado capacidade de se recuperar naturalmente. Para lidar com a situação, o Governo Municipal de Balneário Piçarras destinou cerca de R\$ 42,5 milhões ao Fundo de Manutenção da Praia (Fumbra), intensificando a tramitação de estudos e projetos. O objetivo é reforçar a faixa de areia e revitalizar as avenidas José Temístocles de Macedo (Beira Mar) e Beira Rio.

As articulações para um quarto engordamento da faixa de areia estão em andamento. “Está em fase de projeto, aprovação e liberação dos órgãos ambientalista e SPU (Secretaria do Patrimônio da União)”, afirma o secretário de Obras, Orli Carlos Ferreira Junior.

Devido às ressacas periódicas na região, foram instaladas estruturas denominadas “geobags” em alguns locais. São grandes compartimentos preenchidos com areia, projetados para mitigar o avanço da erosão costeira. Essas estruturas ficam expostas durante ressacas intensas, como evidenciado nas figuras 6 e 7.

Figura 6 – Estruturas denominadas “geobags” na Praia Norte de Balneário Piçarras



Fonte: Felipe Franco (Jornal do Comércio – Agosto de 2022).

Figura 7 – Estruturas denominadas "geobags" colocadas na Praia Central de Balneário Piçarras



Fonte: Felipe Franco (Jornal do Comércio – Agosto de 2022).

Observando as imagens, é possível verificar uma das possibilidades que podem ser utilizadas para mitigar os efeitos das fortes ressacas que atingem a orla da praia. Outra alternativa encontrada é a construção de molhes de contenção, como é possível observar na figura 8, que são estruturas que consistem no empilhamento de rochas em pontos específicos da praia.

Esse tipo de estrutura tem aspectos positivos e negativos, pois em alguns pontos a faixa arenosa fica protegida e, em outros, a erosão aumenta devido à mudança na circulação hidrodinâmica da praia.

Figura 8 – Construção do aterro hidráulico realizado na Praia Central de Balneário Piçarras no ano de 2012



Fonte: Aquaplan (EAS 2019).

### 3 METODOLOGIA

Quanto à natureza da pesquisa, ela é classificada como aplicada, pois tem como objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática para solução de problemas específicos. Essa abordagem envolve verdades e interesses locais, conforme definido por Gil (1999).

A metodologia adotada na presente pesquisa aborda a análise dos processos meteorológicos na morfologia praial. A área de estudo está situada no litoral centro-norte do município de Balneário Piçarras, Santa Catarina, conforme indicado na figura 9. Por se tratar de uma pesquisa aplicada, uma das metodologias será a divisão da praia em setores para fins de comparação, utilizando pontos e polígonos. Além disso, será adotado um método para calcular a altura das ondas e avaliar os impactos causados pela interação dessas ondas com o fundo marinho, principalmente na face da praia e na região da antepraia, local onde ocorre grande deposição de sedimentos transportados principalmente pelas correntes de retorno, criando bancos arenosos, que podem ser transportados pelas correntes longitudinais ao longo da praia.

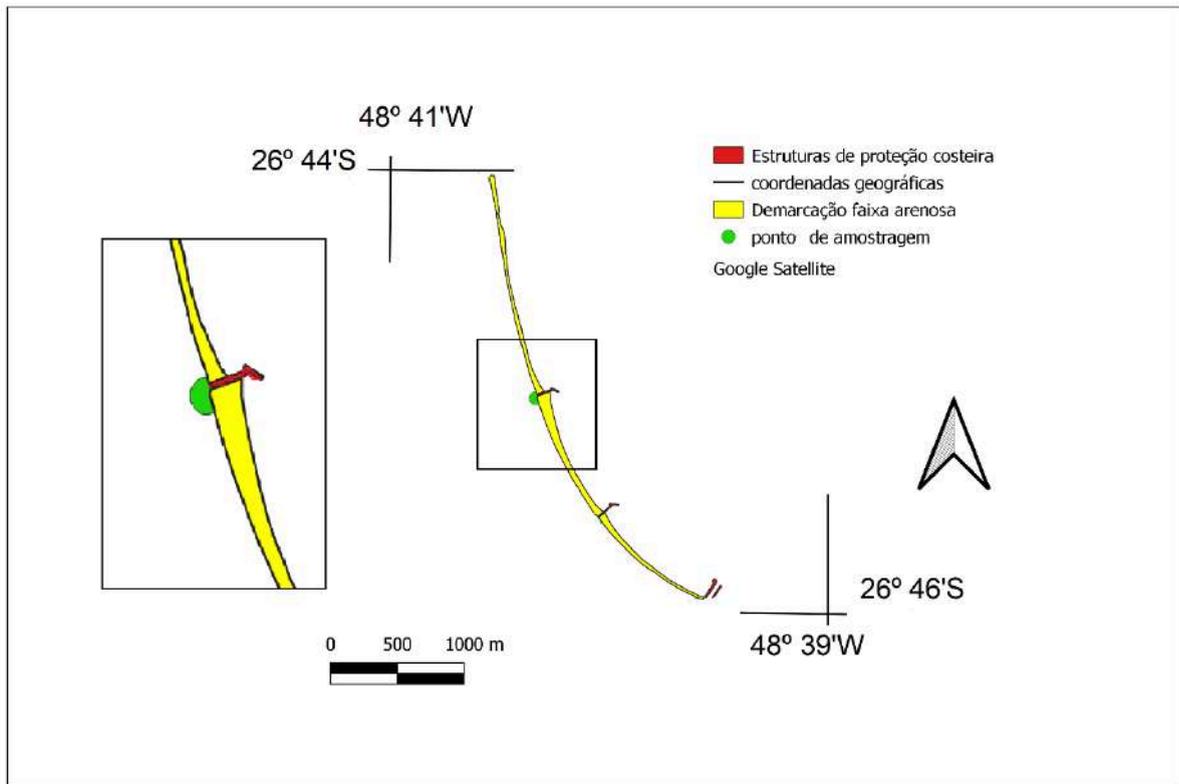
Figura 9 – Delimitação da área de estudo e a relação com a Estação Meteorológica



Fonte: Quickmapservices/Google Satellite ,(2016).

Para elaboração do projeto, estabeleceu-se uma parceria com os Bombeiros Militares de Santa Catarina, principalmente com os comandantes de Praia, responsáveis pela coordenação do serviço de Guarda-Vidas civil. Essa colaboração é crucial, uma vez que abrange a observação e o levantamento de dados relacionados ao ambiente praial, constituindo um ponto fundamental para o sucesso do projeto. A figura 10 apresenta a divisão proposta na área de estudo.

Figura 10 – Área de estudo com a criação de polígonos e pontos amostrais



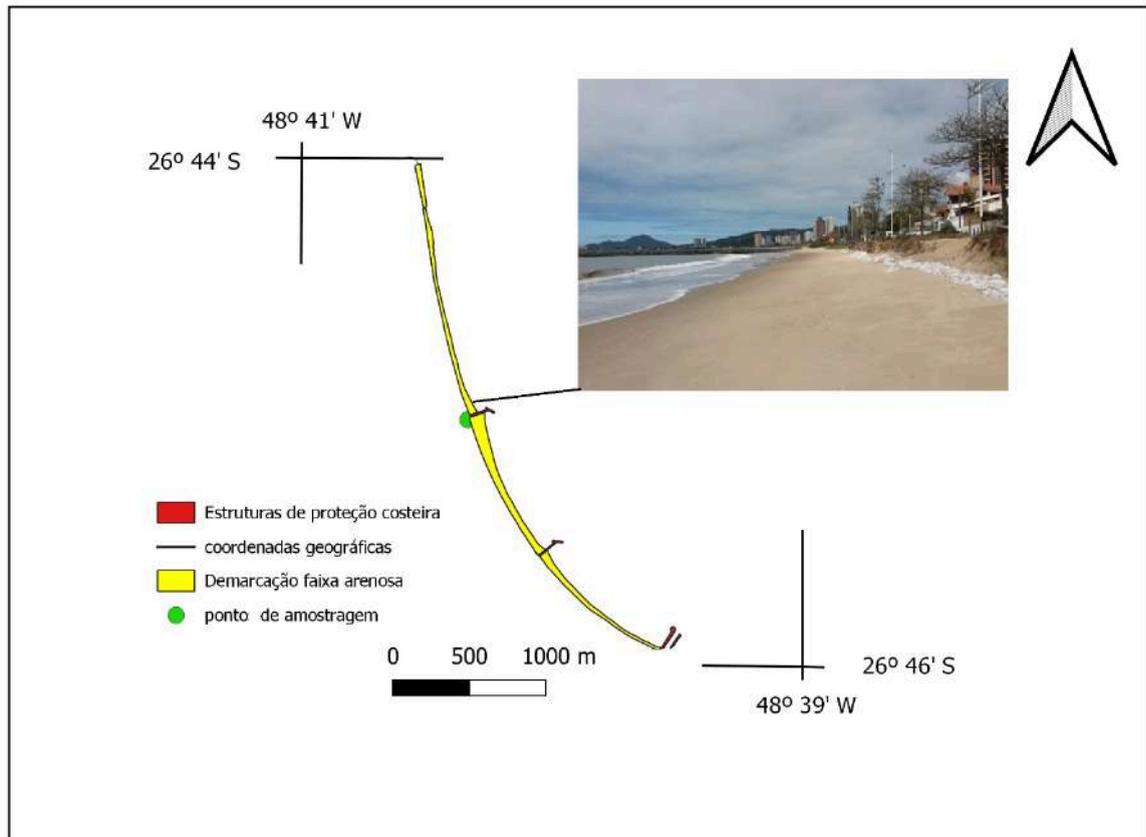
Fonte: OLIVEIRA (2020).

Para o levantamento dos dados para o projeto, foram selecionados pontos de observação nos quais serão aplicados métodos de medição capazes de validar a hipótese de variação sazonal de sedimentos. Em um ensaio inicial, algumas imagens algumas imagens foram capturadas e sua localização está representada na figura 11.

No entanto, o método aplicado ficou delimitado a apenas um ponto selecionado. Essa escolha foi motivada pela área apresentar maior incidência de ressacas com danos estruturais e também devido à logística envolvida na montagem e desmontagem dos equipamentos.



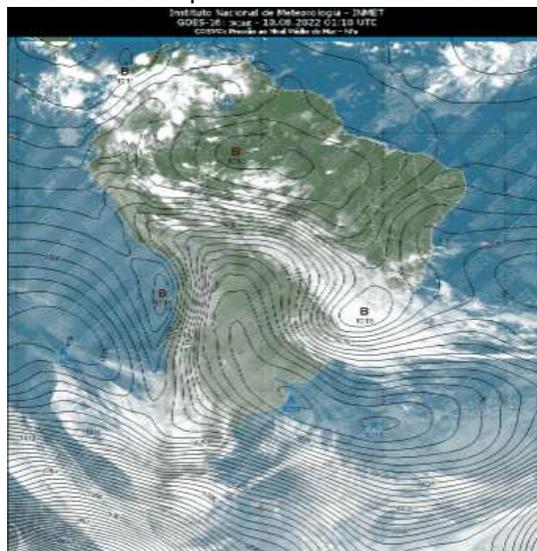
Figura 11 – Imagem do ponto de coleta de dados



Fonte: Autor (2021).

Uma ferramenta para evidenciar efeitos climáticos ao redor do Globo é a análise de imagens de satélites. Elas possibilitam acompanhar a movimentação e as intensidades de eventos meteorológicos, auxiliando na visualização e interpretação, como é possível observar na figura 12.

Figura 12 – Ciclone extratropical YAKECAN ocorrido em Maio de 2022



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (2022).

Estes sistemas de baixa pressão provocam grande agitação no oceano, que dependendo da direção e intensidade dos ventos, causam fortes ressacas atingindo a zona costeira, causando grande alteração na linha de costa.

Outra ferramenta fundamental para compreender os eventos meteorológicos é a interpretação das cartas sinóticas. A Marinha do Brasil, por meio da DHN (Diretoria de Hidrografia e navegação) confecciona essas cartas, as quais são disponibilizadas diariamente no site (<https://www.marinha.mil.br/dhn/>) às 00:00h e 12:00h. Isso permite visualizar a movimentação das massas de ar e sua intensidade.

As cartas sinóticas são muito importantes na meteorologia, pois contêm informações que permitem analisar o comportamento atmosférico por meio de indicadores, principalmente a pressão atmosférica. Essa pressão é indicada por linhas contínuas denominadas isóbaras, permitindo estabelecer um padrão na pressão e, assim, acompanhar a formação dos sistemas frontais, áreas de alta e baixa pressão, bem como cavados.

As cartas sinóticas sofreram diversas modificações e aprimoramento ao longo de sua história, seu primeiro modelo surgiu por volta de 1820, e até a definição de um modelo internacionalmente aceito, ocorreram mudanças em suas medidas entre outros aspectos (GARBIN et al., 2011, p. 429).

As cartas sinóticas representam um recurso muito utilizado para determinar os padrões atmosféricos, pois oferecem um resumo da situação atual. Nelas, encontramos várias informações que possibilitam a análise dos sistemas atmosféricos atuantes, sua origem, intensidade e, principalmente, a direção dos sistemas frontais.

Para uma análise mais precisa, é essencial acompanhar sequencialmente as cartas sinóticas ao longo de um período de tempo. Esse acompanhamento contínuo permite ao pesquisador identificar padrões atmosféricos em formação, avaliar sua intensidade e direção. As informações nas cartas são interpretadas por meio das linhas, números, símbolos e cores, representando as frentes quentes e frias, frentes oclusas e estacionárias, além dos cavados, linhas tracejadas que marcam onde o ar é particularmente instável. Dessa forma, quando as isóbaras estão muito próximas, indica-se a presença de ventos intensos formando uma variação no ar denominado gradiente. Ao analisar as cartas sinóticas, o pesquisador encontra informações relevantes para os estudos relacionados ao tempo atmosférico e conseqüentemente

a longo prazo as denominações climáticas.

O trabalho busca o estudo da variação sazonal dos sedimentos não consolidados, derivados de outras rochas preexistentes, apresentando baixo grau de compactação e não sofreram processo de cementação durante o período de formação da bacia sedimentar, que foram transportados e depositados em regiões costeiras formando as praias arenosas.

Para isso foi utilizado um método de medição composto por uma linha de 10 (dez) metros fixada a uma estrutura sólida da praia, uma trena simples e um nível de “bolha” para manter um padrão ao longo da pesquisa, conforme ilustrado na figura 13. Normalmente, os métodos de análise de erosão costeira são embasados com imagens de satélites para comparativos temporais da faixa arenosa, optou-se por um método que analisa a altura dos sedimentos em determinado local, utilizando imagens de celular.

A partir das imagens, foram elaboradas tabelas com informações in loco para a criação de gráficos comparativos, a fim de representar o perfil da praia, caracterizando a antepraia e a retropraia ao longo de uma escala temporal, além de cálculos matemáticos que possibilitam validar ou não uma possível hipótese de déficit sedimentar ao longo do tempo.

Para a coleta de dados do projeto, foram selecionados pontos de observação nos quais métodos de medição foram aplicados. Essas medições visam validar a hipótese de variação sazonal de sedimentos.

Os dados obtidos por meio da medição foram analisados e transformados em gráficos com o auxílio do software Excel.

Figura 13 – Medição Manual da altura da faixa arenosa



Foto: Iasmin Schroeder de Oliveira (2021).

Durante a pesquisa, optou-se por um maior enfoque na coleta de dados no ponto localizado próximo ao posto de Guarda Vidas número 4 (quatro), por se tratar de um ponto estratégico para estudo, com registros de marés de tempestades.

O estudo do comportamento do vento, da precipitação e das temperaturas teve como base as medições fornecidas pela estação meteorológica da EPAGRI 1060-Balneário Barra do Sul-SC, durante o período entre 2021 e 2023. Essa escala temporal corresponde à coleta de dados na praia.

Ao longo do desenvolvimento do trabalho, novas técnicas foram incorporadas para a obtenção de dados em um local específico, em decorrência de um dos eventos extremos no mês de agosto de 2022, que exigiu adaptações nos instrumentos de medidas devido à significativa diferença no balanço sedimentar da faixa arenosa, pois, com o aumento no desnível praiar, foram necessárias adaptações no método de realizar as medições. Uma das técnicas elaboradas envolveu a medição utilizando um nível e uma caneta laser que projetava um feixe na régua métrica fixada na faixa arenosa, conforme ilustrado nas figuras 14, 15 e 16.

As fotos de cada medição a partir de setembro de 2022 estão disponíveis no Apêndice A. Cabe mencionar que as medidas anteriores foram realizadas sem o registro de fotos.

Figura 14 – Medição utilizando régua métrica



Fonte: Autor (2022).

Figura 15 – Nível e caneta a laser



Fonte: Autor (2022).

Figura 16 – Vista frontal do ponto projetado



Fonte: Autor, (2023).

Após a coleta de dados no ponto preestabelecido, as informações foram organizadas em uma tabela que possibilita a análise e a posterior transformação em gráficos. Esses gráficos visam facilitar a interpretação da variação sazonal dos sedimentos costeiros.

No decorrer do trabalho, foi identificada uma abordagem adicional para o estudo dos ambientes costeiros, alinhada com um dos meus métodos utilizados. Trata-se do registro e envio de imagens por meio de redes sociais, conhecido como *CoastSnap*, apresentado na I Conferência Zona Costeira de Santa Catarina com o Prof. Dr. Pedro de Souza Pereira.

**CoastSnap - um projeto de ciência cidadã global para capturar litorais em mudança**

CoastSnap é um projeto de ciência cidadã global para capturar nossas costas em mudança. Não importa onde você esteja no mundo, se você tem um smartphone e se interessa pelo litoral, convidamos você a participar!

O CoastSnap depende de fotos repetidas no mesmo local para rastrear como a costa está mudando ao longo do tempo devido a processos como tempestades, aumento do nível do mar, atividades humanas e outros fatores. Usando uma técnica especializada conhecida como fotogrametria, o CoastSnap transforma suas fotos em dados costeiros valiosos que são usados por cientistas costeiros para entender e prever como as linhas costeiras podem mudar nas próximas décadas. A fotogrametria permite que

a posição do litoral seja identificada a partir de suas fotos com uma precisão semelhante à das equipes profissionais de levantamento costeiro. Tudo o que pedimos é que você tire as fotos no mesmo local (usando um de nossos suportes de câmera CoastSnap oficiais ou uma adaptação faça você mesmo) e registre o tempo exato da foto no aplicativo. Quanto mais fotos tivermos de um determinado local (COASTSNAPS, 2023).

De acordo com o Portal Notícias da Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC (2019), o Programa de Pós-Graduação (PPGOceano UFSC) solicita a colaboração da comunidade no monitoramento da linha de costa por meio da *Hashtag Coastsnap/SC*. Nesse programa, o usuário registra imagens do litoral no mesmo enquadramento em períodos semanais, sazonais ou anuais, formando um banco de dados que se desenvolve em redes sociais. Existem várias plataformas pelo mundo todo, e na Ilha de Santa Catarina, duas plataformas *Coastsnap* foram instaladas, uma na praia do Santinho e outra na Praia dos Açores. O objetivo do projeto é o monitoramento da linha de costa e sua morfologia, abrangendo aspectos relativos aos bancos arenosos e correntes de retorno.

As imagens a seguir foram registradas do mesmo lugar em épocas diferentes, utilizando a mesma câmera. O intuito foi identificar o perfil praial e suas mudanças no decorrer do período estudado. Essa abordagem permite uma análise visual do balanço sedimentar, estabelecendo um parâmetro com as respectivas estações do ano, como evidenciado nas figuras 17 a 24.

Figura 17 – Praia Central: Julho / 2021



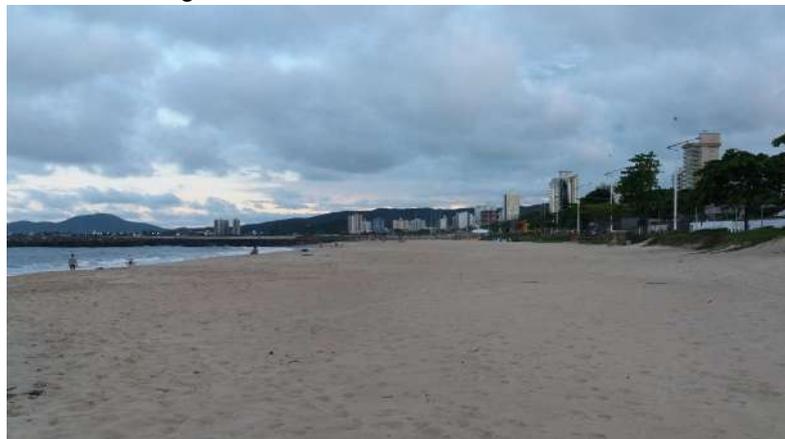
Fonte: Autor (2021).

Figura 18 – Praia Central: Outubro / 2021



Fonte: Autor (2021).

Figura 19 – Praia Central: Janeiro / 2022



Fonte: Autor (2022).

Figura 20 – Praia Central: Agosto / 2022



Fonte: Autor (2022).

Figura 21 – Praia Central: Setembro / 2022



Fonte: Autor (2022).

Figura 22 – Praia Central: Dezembro / 2022



Fonte: Autor (2022).

Figura 23 – Praia Central: comparação entre Janeiro / 2022 e Janeiro / 2023



Fonte: Autor (2023)

Figura 24 – Praia Central: Comparação entre Junho / 2021 e Junho / 2023



Fonte: Autor (2023).

É possível observar que realmente houve uma dinâmica de balanço sedimentar, com um destaque para processo erosivo mais acentuado no mês de agosto de 2022. As imagens oferecem uma visão, ainda que rudimentar, do perfil da praia e de sua recuperação natural, assim como evidencia alguns métodos elaborados para a defesa da linha de costa. Para uma correlação efetiva entre os eventos registrados nas imagens e os eventos meteorológicos, outras variáveis precisaram ser analisadas. A seguir, será demonstrada uma breve análise das cartas sinóticas.

A porção norte da praia sofre um maior processo erosivo quando se trata de impactos de ondas de tempestades com maior intensidade, principalmente quando os ventos sopram do quadrante sudeste.

Visando analisar o comportamento de um ambiente praial, foi elaborado durante o trabalho um modelo em escala reduzida para observar a dinâmica sedimentar de uma praia em um ambiente controlado. Trata-se de um experimento acadêmico que não reflete exatamente a realidade, sendo isso uma tarefa muito complexa.

Silva Neto (2012) apresenta em seus estudos diferentes tipos de modelos, que, na prática, nem sempre conseguem recriar os fenômenos observados na natureza, sendo definidos de acordo com a semelhança observada entre eles. São eles:

Modelo verdadeiro: Aquele em que se obtêm condições idênticas às observadas no protótipo, atingindo a semelhança (MOTTA, 1972, p. 96).

Modelo adequado: Aquele para o qual não há semelhanças para todas as forças observadas no protótipo. Entretanto, a utilização criteriosa dos dados obtidos pode ser válida, pois as forças que não exprimem a relação de semelhança são

desprezíveis ou de menor importância no estudo do protótipo. É o caso da maior parte dos modelos hidráulicos (MOTTA, 1972, p. 96).

Modelo distorcido: Representa casos de semelhança incompleta, onde a semelhança geométrica entre o modelo e o protótipo não pode ser atingida (MOTTA, 1972, p. 96).

O modelo desenvolvido pode ser considerado um intermediário entre o modelo adequado e o modelo verdadeiro. Embora não inclua todas as variáveis do protótipo, assemelha-se muito a um ambiente natural e desperta a curiosidade dos estudantes que acompanharam o processo.

Em relação à escala do produto, foi um desafio estabelecê-la, pois o modelo não retrata nenhuma praia específica, apenas tenta reproduzir um ambiente de interface entre o meio líquido e meio sólido, incluindo os sedimentos não consolidados representados pela faixa arenosa. No entanto, mediante as observações e os primeiros testes, o modelo apresenta uma escala aproximada de 1:100, ou seja, para cada centímetro no modelo, corresponde a 1 (um) metro na realidade.

Entretanto, Motta (1972) destaca que nem sempre é possível determinar uma escala de tempos de transporte sólido, pois nem sempre a história do protótipo comporta processo suficientemente definido e sustentável para tal fim. Há casos em que a própria natureza do protótipo exclui a possibilidade de determinar uma escala de tempos morfológicos, como ocorre em modelos de praias de enseada.

## 4 RESULTADOS

De acordo com os dados observados, ocorre uma diferença na faixa arenosa na Praia Central de Balneário Piçarras. Essa diferença pode ser considerada um aspecto natural do comportamento de um ambiente litorâneo que possui praias arenosas, no entanto aspectos antrópicos podem interferir nessa dinâmica, onde o processo de urbanização cresce de forma intensa e acelerada.

Cabe destacar que eventos meteorológicos de grande intensidade causaram um grande déficit sedimentar em um curto intervalo de tempo, trazendo prejuízos ao longo da costa, como verificado no mês de agosto de 2022.

No quadro 1 é possível observar que as medidas possuem variações significativas, principalmente após eventos meteorológicos que provocam agitação no mar e, conseqüentemente, as ondas de tempestades e ressacas.

Quadro 1 – Informações coletadas no ponto preestabelecido entre Junho de 2021 e Outubro de 2023

#### 4.1 CÁLCULO DA VARIÂNCIA E DO DESVIO PADRÃO NAS MEDIDAS OBTIDAS

No quadro 2 e na figura 25 podemos observar alguns cálculos estatísticos das medidas utilizadas no trabalho.

Quadro 2 – Cálculo do desvio e variância das medidas do ponto amostral

DISTÂNCIAS (cm)	DESVIO (cm)		VARIÂNCIA (V) (cm)
20	132,64 - 20 =	112,64	12.687
25	132,64 - 25 =	107,64	11.586
75	132,64 - 75 =	57,64	3.332
170	170 - 132,64 =	37,36	1.396
155	155 - 132,64 =	22,36	499
120	132,64 - 120 =	12,64	159
78	132,64 - 78 =	54,64	2.985
54	132,64 - 54 =	78,64	6.184
55	132,64 - 55 =	77,64	6.027
64	132,64 - 64 =	68,64	4.711
55	132,64 - 55 =	78,64	6.184
45	132,64 - 45 =	87,64	7.680
40	132,64 - 40 =	92,94	8.637
215	215 - 132,64 =	82,36	6.783
240	240 - 132,64 =	107,36	11.526
215	215 - 132,64 =	82,36	6.783
200	200 - 132,64 =	67,36	4.537
190	190 - 132,64 =	57,36	3.290
200	200 - 132,64 =	67,36	4.537
210	210 - 132,64 =	77,36	5.584
200	200 - 132,64 =	67,36	4.537
160	160 - 132,64 =	27,36	748
150	150 - 132,64 =	17,36	301
150	150 - 132,64 =	17,36	301
230	230 - 132,64 =	97,36	9.478
			<b>V = 5219</b>

Figura 25 – Desvio Padrão das medidas obtidas

<b>Média ( <math>\bar{B}</math> ) =</b>	<b><u>SOMA DAS DISTÂNCIAS</u></b> <b>QUANTIDADE</b>
$\bar{B} =$	<b><u>3316</u></b> <b>25</b>
$\bar{B} =$	<b>132,64</b>
<b>DESVIO PADRÃO (DP) =</b>	$\sqrt{5219}$
<b>DP <math>\approx</math> 74 cm</b>	

Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

No local de estudo onde foi realizado o experimento, o balanço sedimentar de erosão e deposição não ocorreu de forma uniforme, ou seja, houve um déficit sedimentar, tendo sido o processo erosivo mais intenso do que o processo de deposição. Com base nas informações da tabela, foi elaborado um gráfico de colunas que permite uma melhor visualização do balanço sedimentar, conforme ilustrado na figura 26.

As colunas do gráfico representam os sedimentos em um intervalo de tempo entre junho de 2021 a outubro de 2023, sendo que a linha acima das colunas representa uma referência para estabelecer uma medida de comparação ao longo do tempo.

Figura 26 – Gráfico demonstrando a dinâmica de erosão e deposição no período de Junho de 2021 a Outubro de 2023

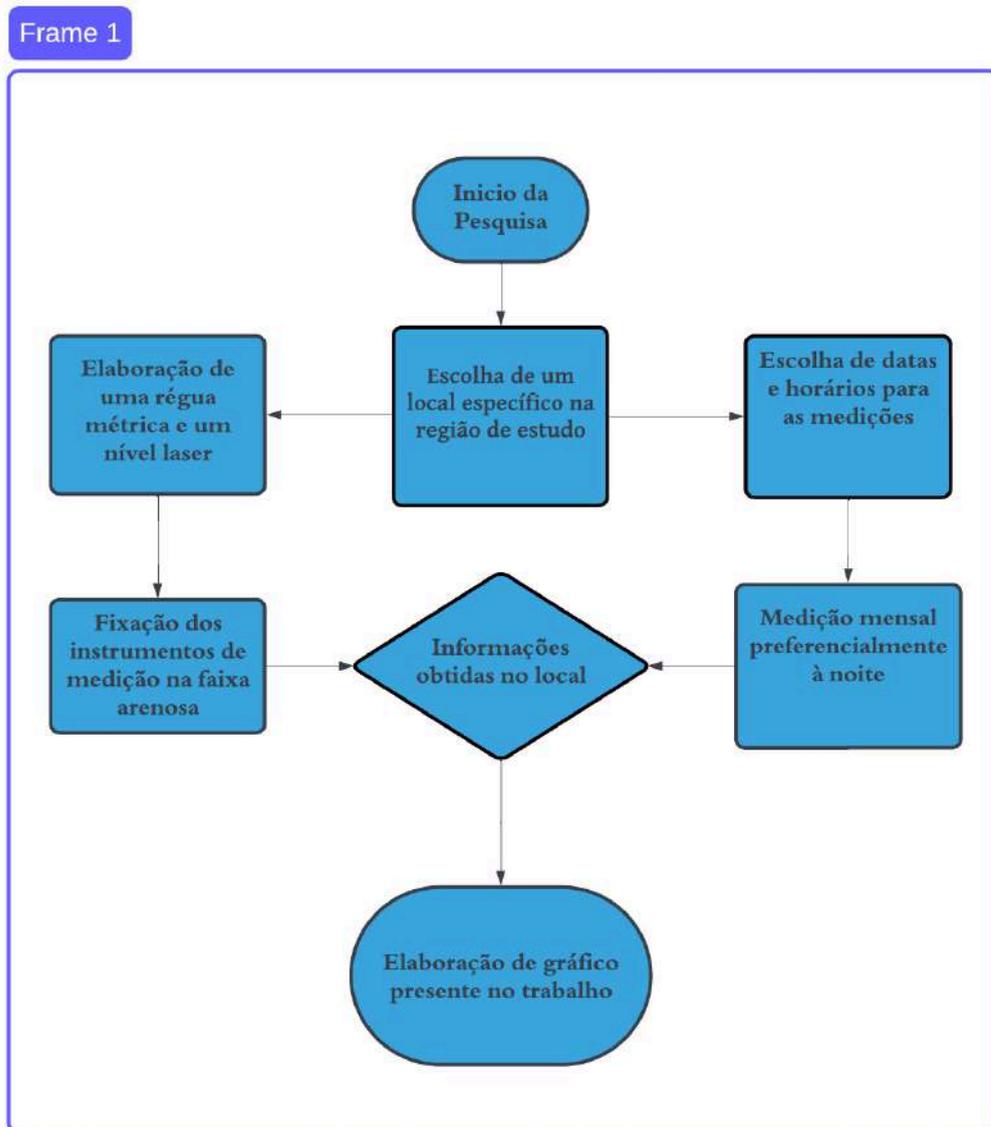
Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

É possível notar um padrão na dinâmica sedimentar em relação às épocas sazonais no ponto estudado. No entanto, percebe-se que, após o evento meteorológico de agosto de 2022, a praia está levando um tempo maior para se recuperar.

Uma das hipóteses para essa diferença sazonal pode ser uma maior frequência de eventos meteorológicos, com um aumento no número de ressacas na linha de costa. De acordo com os dados apresentados durante a pesquisa, entende-se que os fenômenos meteorológicos que podem alterar de forma significativa a zona costeira coincidem com as transições das estações de ano, principalmente do inverno para o verão.

A figura 27 apresenta um fluxograma, um diagrama que descreve um processo, sistema ou algoritmo de computador. São amplamente utilizados em várias áreas para documentar, estudar, planejar, melhorar e comunicar processos complexos por meio de diagramas claros e fáceis de entender.

Figura 27 – Fluxograma para elaboração da pesquisa de campo

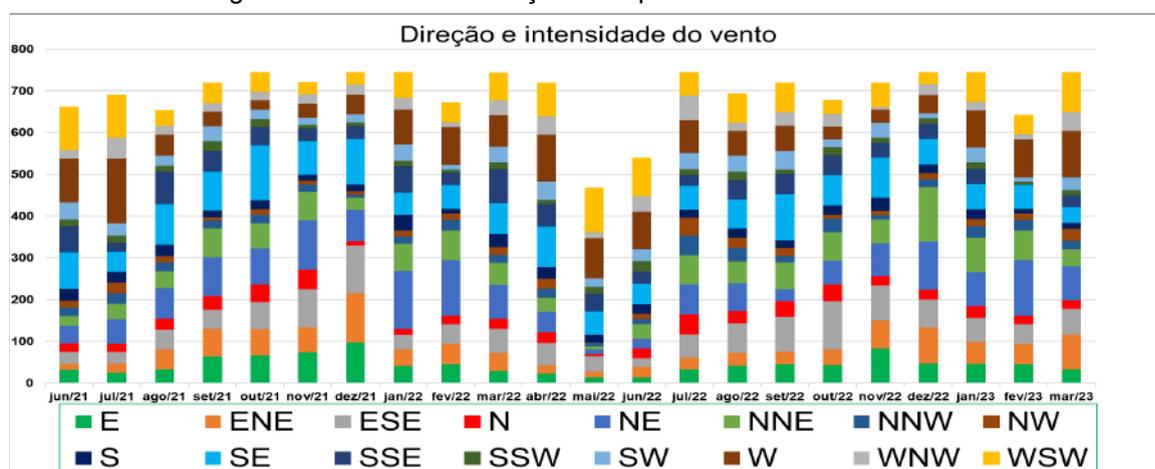


Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Com base nessas informações, o trabalho a seguir foi realizar as análises com as variáveis meteorológicas de temperatura, precipitação, velocidade e direção do vento. Para essa atividade, utilizou-se o banco de dados fornecidos pela estação meteorológica da EPAGRI – 1060 –, localizada em Balneário Barra do Sul-SC, Latitude 26° 29' S, Longitude 48° 37' W (UTM).

A figura 28 é uma representação gráfica da variável de vento que foi utilizada no trabalho, elaborada de acordo com o período estudado, que permitiu uma análise ampla entre os dados.

Figura 28 – Gráfico da direção e frequência do vento 2021-2023



A análise do comportamento dos ventos mostra que existe uma variação na direção e frequência, de acordo com as estações do ano. Entre setembro e dezembro, predominou o vento sudeste (SE) e nordeste (NE).

De março a junho, o vento predominante é o Oeste (W). O vento na direção Sudoeste (SW) também apresenta frequência na área de estudo, assim como o Sul-sudoeste (SSE).

O vento Leste (E) tem maior frequência nos meses de novembro e dezembro, porém menos intensos. Isso promove maior deposição de sedimentos.

No quadro 3 há uma tabulação referente à velocidade máxima do vento, registrando velocidade de 104.98 km/h, segundo dados da EPAGRI-CIRAM, Balneário Barra do Sul, Santa Catarina.

Quadro 3 – Registro das velocidades do vento agosto/2022

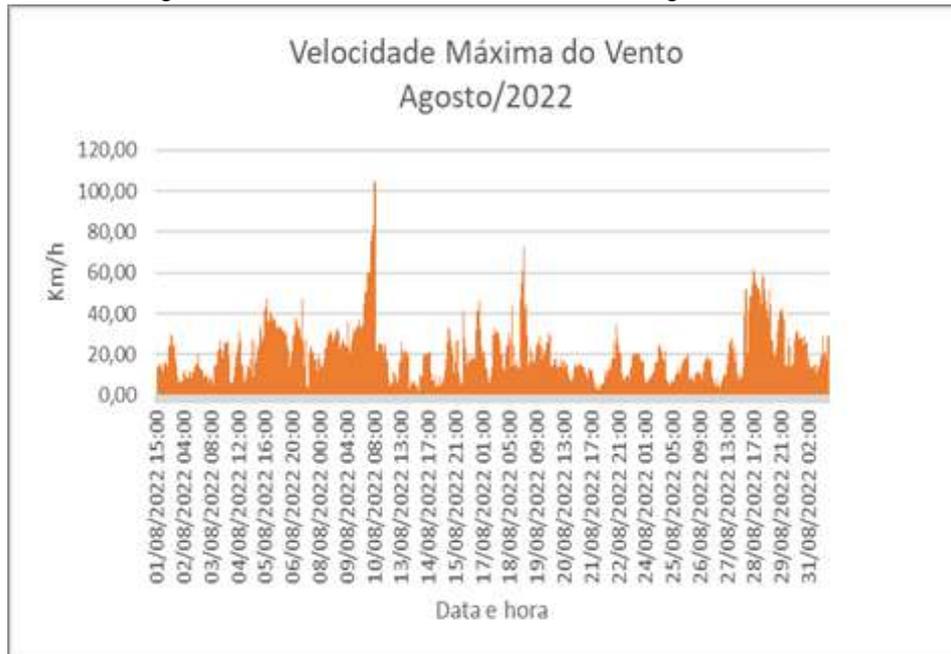
<b>Data</b>	<b>Maior velocidade km/h</b>	<b>Hora</b>
01/08/2022	30,35	15:00
02/08/2022	19,94	19:00
03/08/2022	26,82	17:00
04/08/2022	31,57	13:00
05/08/2022	47,45	18:00
06/08/2022	38,45	23:00
07/08/2022	47,45	06:00
08/08/2022	32,47	18:00
09/08/2022	51,16	23:00
10/08/2022	104,98	08:00
12/08/2022	25,52	03:00
13/08/2022	26,24	13:00
14/08/2022	21,53	19:00
15/08/2022	33,52	14:00
16/08/2022	45,97	21:00
17/08/2022	32,94	13:00
18/08/2022	72,79	19:00
19/08/2022	30,92	21:00
20/08/2022	18,36	05:00
21/08/2022	15,88	05:00
22/08/2022	34,34	19:00
23/08/2022	20,81	13:00
24/08/2022	25,27	16:00
25/08/2022	19,40	21:00
26/08/2022	18,94	16:00
27/08/2022	28,12	18:00
28/08/2022	61,63	16:00
29/08/2022	59,40	02:00
30/08/2022	36,68	00:00
31/08/2022	29,27	23:00

Fonte: EPAGRI - Adaptado pelo Autor (2023)

Com base nessas informações, foi elaborado um gráfico que está representado na figura 29, o qual melhor representa esses dados, com o intuito de

aprimorar a análise dos estudos. A análise do comportamento entre as variáveis é muito importante para estabelecer correlações entre os eventos meteorológicos e impactos na linha de costa, pois estão diretamente ligadas aos comportamentos atmosféricos que provocam uma transferência de energia, formando assim as ondas.

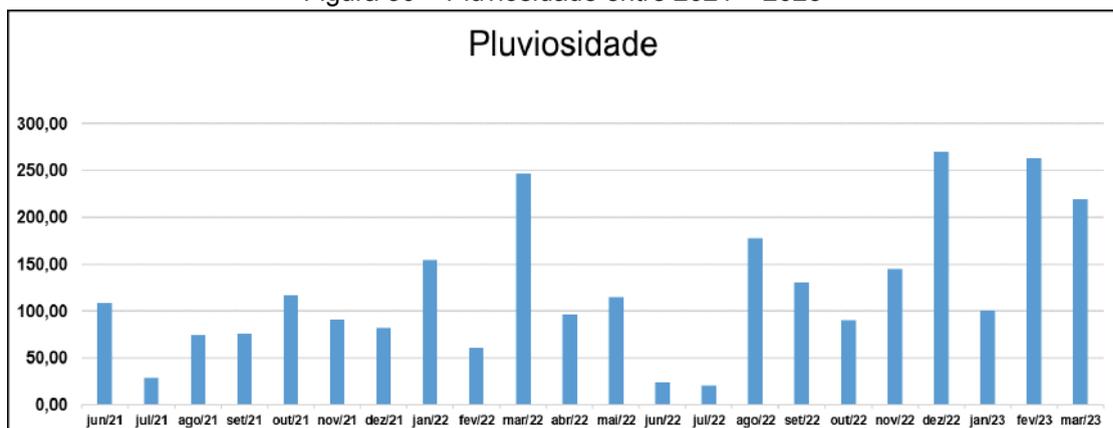
Figura 29 – Velocidade Máxima do Vento / Agosto de 2022



Fonte: EPAGRI, Adaptado pelo autor.(2023).

A precipitação na região de estudo apresenta uma diferença considerável na distribuição das chuvas entre 2022 e 2023, com destaque para agosto de 2022, que registrou um aumento na pluviosidade em relação ao mês anterior, como apresenta a figura 30.

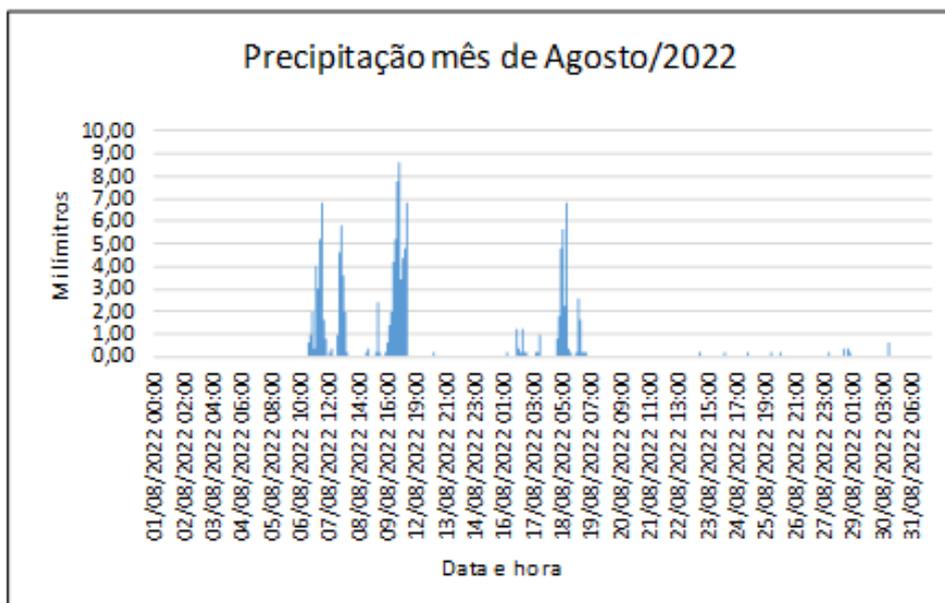
Figura 30 – Pluviosidade entre 2021 – 2023



Fonte: EPAGRI - Elaborado pelo autor (2023).

Na figura 31 há o gráfico da precipitação do mês de agosto de 2022.

Figura 31 – Precipitação no mês de Agosto de 2022 na região de estudo

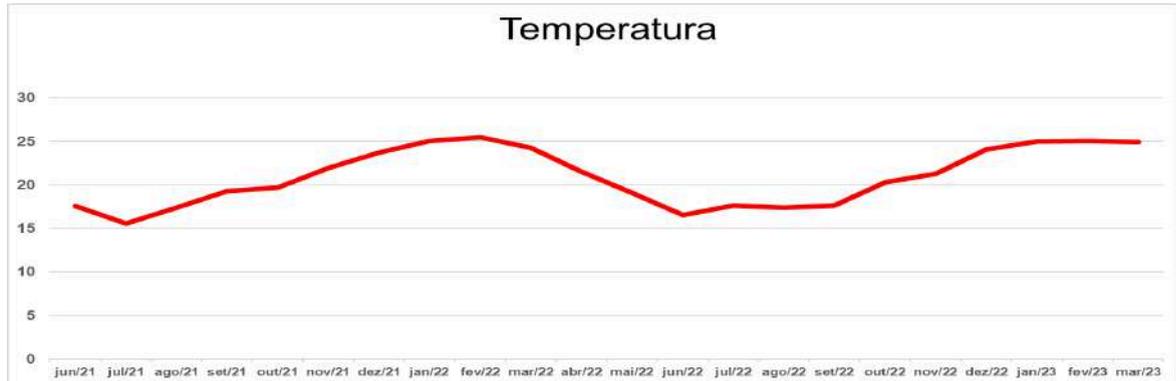


Fonte: EPAGRI - Adaptado pelo autor (2023).

No referido mês, foi possível verificar uma relação entre o vento e a precipitação, onde se constatou que nos dias em que ocorreram as maiores velocidades, também foram registrados os maiores índices pluviométricos. Associada a essas variáveis, uma condição foi fundamental para que essa energia atingisse a área de estudo foi a direção do vento.

As temperaturas entre o período de estudo, conforme apresentado na figura 32, apresentaram médias que têm relação com a precipitação. Em meses com maiores médias na temperatura, observam-se maiores médias pluviométricas, com algumas exceções, que podem ser indicadores de alteração climática.

Figura 32 – Gráfico da temperatura entre 2021-2023



Fonte: EPAGRI - Elaborado pelo autor (2023).

Com o predomínio do vento oeste (W), observa-se menor temperatura e menor pluviosidade. No entanto, é possível notar que em alguns momentos, as variáveis provocam uma mudança nos padrões atmosféricos, causando uma perturbação no oceano e formando ondas que se propagam até as linhas de costa.

Um ponto crucial para a análise de processos de erosão e deposição sedimentar na zona costeira é o registro das ocorrências pelos órgãos responsáveis. Essas informações permitem criar um banco de dados que deve ser utilizado para a tomada de decisões importantes em relação ao zoneamento costeiro, conforme ilustrado na figura 33.

Figura 33 – Relatório de Danos Informados pela Defesa Civil 2019-2021

UF	Município	Data do registro	Protocolo	COBRADE	Status
	Balneário Barra do Sul	20/08/2015	SC-F-4202057-1	11410 - Erosão	Registro
SC	Balneário Barra do Sul	06/08/2015	SC-F-4202057-1	11410 - Erosão	Registro
SC	Balneário Barra do Sul	26/07/2016	SC-F-4202057-1	11410 - Erosão	Registro
SC	Garopaba	24/11/2017	SC-F-4205704-1	11410 - Erosão	Não reconhecido
SC	São Francisco do Sul	20/11/2017	SC-F-4216206-1	11410 - Erosão	Registro
SC	Bombinhas	16/10/2017	SC-F-4202453-1	11410 - Erosão	Reconhecido
SC	São Francisco do Sul	23/10/2017	SC-F-4216206-1	11410 - Erosão	Não reconhecido
SC	Bombinhas	16/10/2017	SC-F-4202453-1	11410 - Erosão	Registro
SC	Garopaba	24/11/2017	SC-F-4205704-1	11410 - Erosão	Registro
SC	Itapema	30/09/2017	SC-F-4208302-1	11410 - Erosão	Registro
SC	Barra Velha	13/09/2017	SC-F-4202107-1	11410 - Erosão	Reconhecido
SC	Florianópolis	13/09/2017	SC-F-4205407-1	11410 - Erosão	Reconhecido
SC	Balneário Barra do Sul	03/10/2017	SC-F-4202057-1	11410 - Erosão	Não reconhecido
SC	Florianópolis	30/05/2017	SC-F-4205407-1	11410 - Erosão	Registro
SC	Balneário Barra do Sul	01/06/2017	SC-F-4202057-1	11410 - Erosão	Registro
SC	Balneário Barra do Sul	24/10/2018	SC-F-4202057-1	11410 - Erosão	Registro
SC	Itapoá	08/10/2018	SC-F-4208450-1	11410 - Erosão	Registro
SC	Itapoá	20/09/2018	SC-F-4208450-1	11410 - Erosão	Reconhecido
SC	Balneário Camboriú	16/03/2019	SC-F-4202008-1	11410 - Erosão	Registro
SC	Balneário Barra do Sul	15/10/2018	SC-F-4202057-1	11410 - Erosão	Registro
SC	Itapoá	15/06/2018	SC-F-4208450-1	11410 - Erosão	Registro
SC	Itapoá	22/05/2018	SC-F-4208450-1	11410 - Erosão	Registro
SC	São Francisco do Sul	21/10/2019	SC-F-4216206-1	11410 - Erosão	Registro
SC	São Francisco do Sul	21/10/2019	SC-F-4216206-1	11410 - Erosão	Registro
SC	São Francisco do Sul	19/08/2019	SC-F-4216206-1	11410 - Erosão	Não reconhecido
SC	Itapoá	05/08/2019	SC-F-4208450-1	11410 - Erosão	Reconhecido
SC	Balneário Piçarras	23/07/2019	SC-F-4212809-1	11410 - Erosão	Registro
SC	Balneário Piçarras	26/07/2019	SC-F-4212809-1	11410 - Erosão	Reconhecido
SC	Balneário Barra do Sul	14/06/2019	SC-F-4202057-1	11410 - Erosão	Registro
SC	Barra Velha	23/03/2019	SC-F-4202107-1	11410 - Erosão	Registro
SC	Balneário Piçarras	29/06/2021	SC-F-4212809-1	11410 - Erosão	Registro
SC	Garopaba	27/06/2021	SC-F-4205704-1	11410 - Erosão	Registro
SC	Barra Velha	28/06/2021	SC-F-4202107-1	11410 - Erosão	Registro
SC	Florianópolis	18/05/2021	SC-F-4205407-1	11410 - Erosão	Registro
SC	Barra Velha	28/04/2021	SC-F-4202107-1	11410 - Erosão	Registro

Fonte: Defesa Civil, adaptado pelo autor (2021).

Os relatórios analisados apresentam os registros fornecidos pelo sistema S2ID da Defesa Civil, um importante trabalho que fornece os decretos de danos informados, consolidando o fortalecimento da cultura dos registros, que pode ser reconhecido ou não, pois envolve tomadas de decisões emergenciais que podem causar efeito negativo.

O trabalho da Defesa Civil no monitoramento costeiro é de grande importância, pois trata-se de uma instituição reconhecida, com profissionais treinados para situações de emergência em vários segmentos da sociedade.

Na página eletrônica da Prefeitura Municipal de Balneário Piçarras (<https://balneariopicarras.atende.net/cidadao>), há um espaço reservado aos

processos relacionados à Defesa Civil. É um local onde acompanha-se os processos, declarações, legislações, mapas e registros.

A seguir, na figura 34, temos os registros dos relatórios dos municípios de Santa Catarina por desastres naturais entre 1998 e 2020. Esses relatórios possuem informações sobre o evento e o número do decreto municipal, com suas respectivas datas, incluindo os municípios próximos à área de estudo.

Figura 34 – Relatório dos Municípios Afetados por Desastres Naturais entre 1998-2020, com Situação de Emergência, e Estado de Calamidade Pública

Relatório dos Municípios da Região de Estudo Afetados por Desastres Naturais				
Situação de Emergência				
Estado de Calamidade Pública				
Período entre 1998 - 2020				
Ano	Município	Evento	Data Evento	Número do Decreto
1998	Balneário Piçarras	Ressaca	28/09/1998	3.205/98
2001	Balneário Barra do Sul	Inundações litorâneas provocadas pela brusca invasão do mar	19/06/2001	0.224/01
2001	Barra Velha	Inundações litorâneas provocadas pela brusca invasão do mar	19/06/2001	0.138/01
2010	Balneário Piçarras	Ressaca	23/09/2010	3.579/10
2011	Balneário Piçarras	Ressaca	25/01/2011	0.037/11
2011	Balneário Piçarras	Ressaca	23/08/2011	0.766/11
2014	Balneário Barra da Sul	Erosão Costeira	17/02/2014	1.168/14
2015	Balneário Barra da Sul	Erosão Costeira	27/07/2015	1.263/15
2016	Balneário Barra da Sul	Erosão Costeira	31/10/2016	1.347/16
2017	Balneário Barra da Sul	Erosão Costeira	25/03/2017	1.373/17
2017	Barra Velha	Erosão Costeira	23/09/2017	1.180/17

Fonte: Defesa Civil, adaptado pelo autor (2023).

É importante relatar que os registros na Defesa Civil a respeito de erosão costeira são feitos com base nos danos informados, ou seja, precisa ser um evento muito intenso para que gere o registro de fato. Por isso que, normalmente, alguns casos de erosão costeira são tratados como ocorrências.

Entre as legislações, destaca-se o Plano Municipal de Contingência para Inundações, Erosão Costeiras e Deslizamentos (Plamcon). Esse plano contém uma série de documentos e estabelece os procedimentos a serem adotados pelos órgãos envolvidos na resposta a emergências e desastres quando relacionados a eventos naturais.

Os padrões analisados nas cartas sinóticas apresentam sistemas de alta pressão na maior parte do tempo estudado; contudo, quando observamos a formação de áreas de baixa pressão, normalmente são acompanhadas de vento intenso e altos índices de pluviosidade. Essa combinação reflete na linha de costa, alterando sua dinâmica.

Para as medições na faixa arenosa, foi estabelecido o critério de utilizar a maré baixa, pois ela está diretamente ligada à dinâmica sedimentar e é uma das variáveis que influenciam na morfologia praial.

As imagens da praia na área de estudo foram registradas no mesmo ponto de referência, com o mesmo equipamento em épocas distintas, possibilitando, assim, uma melhor análise do processo de erosão e deposição.

A construção do modelo em escala reduzida teve o objetivo de demonstrar de forma didática o processo de deposição e erosão de uma praia. Sua construção foi realizada em uma das salas da escola onde trabalho, e proporcionou aos estudantes uma ideia de como ocorre a interação do meio líquido com a linha de costa.

Foi um modelo que envolveu várias horas de trabalho e vários materiais para sua construção. O resultado foi satisfatório; no entanto, vale lembrar que se trata de um modelo meramente acadêmico, com restrições em alguns aspectos, como o movimento das ondas e sua própria escala de construção.

Os sedimentos utilizados no modelo foram de granulação fina para um melhor resultado. Após a construção do modelo, um vídeo informativo foi elaborado para ser apresentado como produto final do curso. Outros detalhes da construção do modelo estão no próximo capítulo, intitulado "Produtos Desenvolvidos".

## 5 PRODUTOS DESENVOLVIDOS

A confecção do modelo em escala reduzida para demonstrar os processos de erosão e sedimentação de uma praia foi desenvolvida em partes para que tivesse a possibilidade de ser transportado. O modelo foi confeccionado em madeira, isopor, fibra de vidro, acrílico transparente, além de outros materiais, com o suporte de uma das salas da Escola de Educação Básica Alexandre Guilherme Figueredo,

Inicialmente, foi realizada uma apresentação do projeto de pesquisa, onde os estudantes tiveram uma pequena explanação do objetivo proposto, como é possível observar na figura 35. Com a ajuda dos estudantes, o modelo será aplicado em atividades didáticas, propondo atividades para explicar conceitos teóricos com modelos práticos nas aulas do Ensino Médio regular da unidade escolar.

Figura 35 – Demonstração do Projeto de Pesquisa aos estudantes do Ensino Médio



Fonte: Autor (2021).

Para melhor representar a sazonalidade do ambiente costeiro, foi necessária uma readequação nas dimensões do modelo, que passou a ser de 1 (um) metro de

largura por 2 (dois) metros de comprimento, propiciando assim uma maior pista para a formação de ondas, como observa-se na figura 36.

Figura 36 – Estudantes elaborando as dimensões do modelo



Fonte: Autor (2021).

Uma etapa muito importante da confecção do modelo é a colocação de um acrílico transparente na parte frontal da maquete, ilustrada na figura 37, a fim de visualizar a formação, o deslocamento e o tamanho da onda, além do impacto que ela provoca ao interagir com o relevo.

Figura 37 – Colocação do acrílico no modelo



Fonte: Autor (2021).

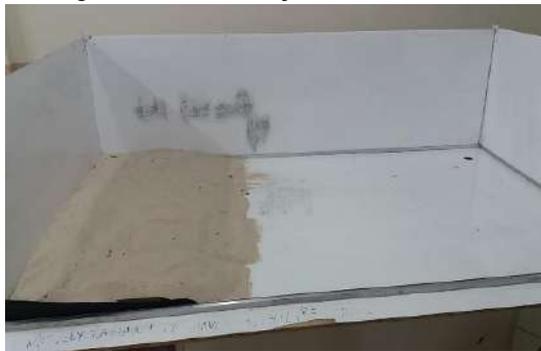
A seguir, nas figuras 38, 39 e 40, estão as etapas seguintes para a construção do modelo.

Figura 38 – Base com material acetinado



Fonte: Autor(2022).

Figura 39 – Colocação de sedimentos



Fonte : Autor (2022).

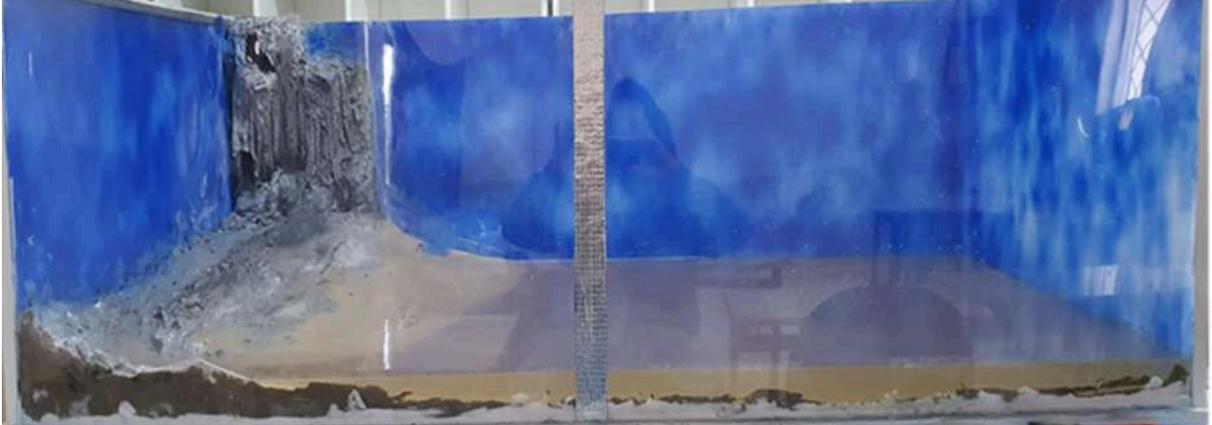
Figura 40 – Colocação de água no modelo



Fonte: Autor (2022).

Na figura 41, há o resultado de como ficou o modelo depois de muito trabalho.

Figura 41 – Modelo em escala reduzida pronto



Fonte: Autor (2023).

Na figura 42, há a demonstração do modelo para alguns estudantes do ensino médio da escola Alexandre Guilherme Figueredo.

A ideia é realizar algumas aulas expositivas para que seja possível desenvolver teorias científicas de forma prática com os estudantes.

Figura 42 – Apresentação do modelo aos estudantes do ensino médio



Fonte: Autor (2023).

Durante o curso, procurou-se realizar algumas publicações científicas para dar robustez ao trabalho. Essas publicações foram divulgadas pelos professores do curso, e foram muito importantes para termos uma ideia da relevância do nosso estudo.

Outro aspecto positivo em relação às publicações foi o fato de enriquecer nosso currículo para futuros estudos acadêmicos, além de aprimorar nossa escrita científica.

A seguir, algumas publicações realizadas durante o curso.

As publicações estão indicando a Instituição onde foram publicados, o Título, a data e os autores. As versões completas estão devidamente mensuradas nos apêndices B, C e D.

## 5.1 ARTIGOS PUBLICADOS

- a) OLIVEIRA, Emerson Luís de; CALEARO, Daniel Sampaio; QUADRO, Mário Francisco Leal de. Análise da dinâmica de deposição e erosão sedimentar associados a eventos meteorológicos. Estudo de caso na praia Central de Balneário Piçarras-SC. *In: IX ESBMet - Encontro Sul Brasileiro de Meteorologia, 2023, Santa Maria/RS. **Anais do IX Encontro Sul Brasileiro de Meteorologia**, 2023.*
- a) OLIVEIRA, Emerson Luís de. Construção de um modelo em escala reduzida para estudo dos eventos climáticos na morfologia praial. *In: **XIV CONGREGMET**: Congresso Argentino De Meteorologia, Buenos Aires – Argentina, 2022.*
- b) OLIVEIRA, Emerson Luís de. O uso de ferramentas de geoprocessamento de imagens para análise da morfologia da praia de Balneário Piçarras-Santa Catarina. **Metodologias e Aprendizado**, v. 2, p. 174-180, 2020.

## 6 ESTUDOS FUTUROS

Uma das contribuições para novos trabalhos reflete nas formas de mitigar os efeitos das marés de tempestades nas regiões costeiras. Este é um processo complexo, pois toda intervenção humana na natureza precisa ser pensada e repensada, discutida por vários atores direta ou indiretamente envolvidos.

Dentre as possíveis formas de tentar conter essa energia que se propaga nos oceanos, uma medida que pode ser adotada é a construção de quebra-mares com características que assemelham a recifes de corais. No entanto, essa abordagem deve ser realizada de forma artificial e ecológica, utilizando materiais que causem pouco impacto negativo no ecossistema marinho e, de certa forma, promovam também uma biodiversidade marinha.

Outro trabalho relevante é o estudo da espiral de Ekman, um fenômeno que tem grande influência na circulação dos oceanos e da atmosfera. Ela é responsável por movimentar as massas de água e ar de forma perpendicular à direção do vento, podendo causar mudanças significativas no clima.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo do ambiente costeiro é de grande importância para a ciência, proporcionando entendimento sobre os processos e dinâmicas que fortalecem as tomadas de decisões e permitem a criação de políticas públicas que gerenciam essas áreas. Muitas vezes, os atores envolvidos nesse contexto buscam o desenvolvimento econômico como prioridade, e cabe à ciência, por meio de observações, métodos e resultados, esclarecer o melhor caminho para obter resultados socioeconômicos positivos em conjunto com a preservação ambiental.

A elaboração dos estudos dependeu fundamentalmente da análise e tabulação dos dados provenientes da estação meteorológica EPAGRI-1060-Balneário Barra do Sul, que foi a base para elaboração das tabelas e gráficos no trabalho, assim como as referências bibliográficas que proporcionaram um embasamento teórico sólido sobre o tema estudado.

A análise do comportamento da faixa de areia no período estudado apresentou, segundo os resultados, um balanço sedimentar negativo, sendo um aspecto muito relevante do trabalho. É importante considerar o intervalo de tempo para a recuperação da linha de costa.

Para relacionar os eventos de erosão marinha com eventos meteorológicos, foram abordados os aspectos que provocam os ciclones extratropicais e suas influências na linha de costa, incluindo a interpretação de cartas sinóticas disponibilizadas pela Marinha do Brasil, com o intuito de entender os processos atmosféricos que atuaram no período estudado.

Observou-se que o mês com a maior diferença sedimentar na região de estudos coincidiu com um significativo evento meteorológico, que provocou uma grande agitação no mar e resultando em uma forte ressaca.

Os indicadores de temperatura e precipitação analisados não apresentaram alterações significativas, indicando que as medidas corresponderam às variações esperadas nas diferentes estações do ano.

Para a elaboração de um produto ao final do trabalho, foi confeccionado um modelo em escala reduzida para demonstrar os efeitos de erosão e sedimentação em uma praia arenosa. Um vídeo explicativo dessa dinâmica foi elaborado para ser apresentado ao público.

Trabalhos em campo também foram realizados para levantar dados na região

de estudo, coletando informações em um local predeterminado na linha de costa onde ocorreram maiores danos registrados em ressacas anteriores, prejudicando o trânsito local e a infraestrutura da orla.

A região de estudo, com uma faixa de areia relativamente curta de aproximadamente 7 (sete) quilômetros, exibe uma dinâmica de deposição e erosão nos vários pontos da praia. No entanto, as observações indicam que os processos erosivos se sobressaem aos de deposição, ocasionado investimentos de alargamento da faixa de areia.

A construção do modelo em escala reduzida foi concluída, e pretende-se deixá-lo em exposição por um período na escola onde trabalho.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, J. J. **Transporte sedimentar longitudinal e morfodinâmica praial: exemplo do litoral norte de Santa Catarina**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, SC, 2011. Disponível em: <file:///C:/Users/EEB%20AGF/Desktop/305140.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2023.
- ALBUQUERQUE, M. G. **Análise espaço-temporal das causas da variabilidade da linha de costa e erosão na praia do Hermenegildo, RS**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Biblioteca depositária, Instituto de Geociências, 2013.
- BORGES, C. Praia do litoral de SC passa pela 4ª obra de alargamento após erosão marítima. **Portal de notícias G1 SC**, 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/sc/santa-catarina/noticia/2023/07/08/praias-do-litoral-de-sc-passa-pela-4a-obra-de-alargamento-apos-erosao-maritima.ghtml>. Acesso em: 15 jul. 2023.
- BRASIL. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. INMET e MARINHA informam sobre Tempestade Subtropical "Yakecan" na costa do Rio Grande do Sul. **INMET**, 2022. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/noticias/inmet-e-marinha-informam-sobre-tempestade-subtropical-yakecan-na-costa-do-rio-grande-do-sul>. Acesso em: 17 maio 2022.
- BRASIL. DEFESA CIVIL. Sistema integrado de informações sobre desastres. **S2ID**, c2023. Disponível em: <https://s2id.mi.gov.br/>. Acesso em 20 abr. 2021.
- BULHÕES, E.; FERNANDEZ, G. B. Aspectos morfodinâmicos em praias de enseada: estudo de caso em Armação dos Búzios, R.J. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 17 n. 2, 2016.
- BULHÕES, E. Minicurso Introdução à erosão costeira. Universidade Federal Fluminense. **Youtube**, 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=JAcMv1jmVUk>. Acesso em: 14 ago. 2022.
- CALLIARI, L. J. et al. Morfologia Praial. Uma breve revisão. **Revista Brasileira Oceanografia**, v. único, p. 63-78, 2003.
- CARDOSO, C. S. **A influência dos ciclones extratropicais nas mesorregiões Serrana e do Leste Catarinense**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Florianópolis, 2011.
- CARMINATO, L. P.; LEITE, G. T. D.; PAMBOUKIAN, S. V. D. Utilização de imagens de sensoriamento remoto em projetos de geoprocessamento. **Portal Mackenzie**, [s.d.]. Disponível em: [https://portal.mackenzie.br/fileadmin/OLD/62/ARQUIVOS/PUBLIC/user\\_upload/\\_imported/fileadmin/LABGEO/Trabalhos/Alice/06](https://portal.mackenzie.br/fileadmin/OLD/62/ARQUIVOS/PUBLIC/user_upload/_imported/fileadmin/LABGEO/Trabalhos/Alice/06). Utilização de imagens de Sensoriamento Remoto em projetos de Geoprocessamento.pdf.

CHELIZ, P. M. A ação do clima na erosão dos solos no litoral brasileiro. **IGE Unicamp**, 2021. Disponível em: <https://www.ige.unicamp.br/pedologia/2021/08/03/a-acao-do-clima-na-erosao-dos-solos-no-litoral-brasileiro/>. Acesso em: 12 maio 2023.

CNN BRASIL. **Entenda como se formou o ciclone Yakecan que atingiu o sul do Brasil**. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/entenda-como-se-formou-o-ciclone-yakecan-que-atingiu-o-sul-do-brasil/>. Acesso em: 19 maio 2022.

MOTTA, P. R. et al. Distribuição e transporte de sedimentos costeiros: exemplos em Arraial do Cabo, R.J. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 19, n. 2, 2018.

GALVÃO, D.B. **Dinâmica das correntes de retorno da praia do Cupe, Litoral sul do estado de Pernambuco**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

GARBIM, E. P. SANTIL, F. L. P. SILVEIRA, H. Análise da percepção das variáveis visuais de acordo com a caracterização das feições das cartas sinóticas. **Revista Brasileira de Geografia**, 2011.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2008. Disponível em: <https://ayanrafael.files.wordpress.com/2011/08/gil-a-c-mc3a9todos-e-tc3a9cnicas-de-pesquisa-social.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2023.

GOSUR MAP SATELLITE. **Previsão do tempo**. Disponível em: [https://satellite-map.gosur.com/?gclid=Cj0KCQjwvYSEBhDjARIsAJMn0li9JJB8G7GJ8\\_oeOKnYJ3AReMpzlgnCEGs66xjtNabf\\_GU\\_\\_CnSLXsaAtGfEALw\\_wcB&ll=-33.71818820419759,-25.740748150427976&z=2.0940692406322166&t=satellite](https://satellite-map.gosur.com/?gclid=Cj0KCQjwvYSEBhDjARIsAJMn0li9JJB8G7GJ8_oeOKnYJ3AReMpzlgnCEGs66xjtNabf_GU__CnSLXsaAtGfEALw_wcB&ll=-33.71818820419759,-25.740748150427976&z=2.0940692406322166&t=satellite). Acesso em: 22 abr. 2021.

GLOBO COMUNICAÇÃO E PARTICIPAÇÃO S/A. G1 SANTA CATARINA. Ressaca causa estragos em cidades de SC. **G1**, 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/sc/santa-catarina/noticia/2019/07/22/ressaca-caustragos-em-cidades-de-sc.ghtml>. Acesso em: 21 maio 2021.

GUEDES, R. M. C. **Utilização de métodos diretos e vídeo-imagens argus na caracterização morfodinâmica da zona de arrebenção da praia do cassino, R.S.** Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande, Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Física, Química e Geológica, Instituto de Oceanografia, 2008.

JORNAL DO COMÉRCIO. Com R\$ 425 milhões no fupra governo inicia articulações para obras na orla. **JORNAL JC**, 2022. Disponível em: <https://jornaljc.com.br/geral/2022/com-r-425-milhoes-no-fupra-governo-inicia-articulaes-para-obras-na-orla/>. Acesso em: 10 set. 22.

LIMA, M. et al. Medidas de mitigação e adaptação à erosão costeira e aos efeitos das alterações climáticas. **Revista Recursos Hídricos**, v. 42, n. 1, p. 61-70, 2021.

LUIJENDIJK, A. *et al.* O estado das praias do mundo. **Sci Rep**, v. 8, n. 6641, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-24630-6>. Acesso em: 11 dez. 2023.

LYRA, M. Balneário Piçarras investe R\$ 12 milhões. **ML**, 2012. Disponível em: <http://marcolyra.blogspot.com/2012/01/balneario-picarras-investe-r12milhoes.htm>. Acesso em: 24 mar. 2023.

MARINHA DO BRASIL. Cartas Sinóticas. **Marinha**, [s.d.]. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas>. Acesso em: 20 mar. 2023.

MARENGO, J. A.; SOARES, W. Impacto das modificações da mudança climática. Síntese do Terceiro Relatório do IPCC. Condições climáticas e recursos hídricos no Norte do Brasil. *In: Clima e Recursos Hídricos 9. Associação Brasileira de Recursos Hídricos/FBMC-ANA*. Porto Alegre, Brasil, 2003. p. 209-233.

MARENGO, J. A.; SCARANO, F. R. **Impacto, vulnerabilidade e adaptação das cidades costeiras brasileiras às mudanças climáticas**. Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. Rio de Janeiro: PBMC, COPPE – UFRJ, 2016.

MARINS, P. C. O. **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. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina-USFC, Florianópolis, 2020.

MARTINS, M. B.; VASCONCELOS, F. P. **Desafios para o desenvolvimento sustentável da zona costeira**. Costa Rica: Universidade Nacional Heredia, 2011.

MOTTA, V. F. **Curso de teoria da semelhança**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1972. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/230242>. Acesso em: 10 nov. 2022.

MUEHE, D.; LINS-de-BORBA, F. M.; PINHEIRO, L. S. **Geografia marinha: oceanos e costas na perspectiva de geógrafos**. 1. ed. Rio de Janeiro: PGGM, 2020.

NASCIMENTO, L. V. R. P.; **Os Processos hidrodinâmicos da Enseada do Itapocoroi**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2017.

OLIVEIRA, E. L. O uso de ferramentas de geoprocessamento de imagens para análise da morfologia da praia de Balneário Piçarras-SC. *In: IV Jornada em Clima e Ambiente*. Instituto Federal de Santa Catarina, 2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BALNEÁRIO PIÇARRAS. **Estudo Ambiental Simplificado – EAS**. Sistemas de proteção costeira e ampliação artificial da Praia Central de Balneário Piçarras, SC, AQUAPLAN. Balneário Piçarras. 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BALNEÁRIO PIÇARRAS. **Rede Catarinense de Informações Municipais**. 2012. Disponível em: <https://antigo.picarras.sc.gov.br/conteudo/?item=7398&fa=1&cd=125267#>. Acesso em: 21 mar. 2021.

REVISTA DE GESTÃO COSTEIRA INTEGRADA. Escala Beaufort. APRH, [s.d.]. Disponível em: <https://www.aprh.pt/rgci/glossario/escalaBeaufort.html>. Acesso em: 24 maio 2021.

RODRIGUES, M. L. G. FRANCO, D. SUGAHARA, S. Climatologia de frentes frias no litoral de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Geofísica**, 2004.

SANTA CATARINA. DEFESA CIVIL. Decretação por municípios de Situação de Emergência e Estado de Calamidade Pública entre 1998 - 2020. **Defesa Civil SC**, c2023. Disponível em <https://www.defesacivil.sc.gov.br/municipios/decretacao-se-ecp/>. Acesso em: 10 ago. 2023.

FERRAZ, G. Ciclone Yakecam chega em SC nesta quarta-feira com ventos de 100 km/h. **NSC TOTAL**, 2022. Disponível em <https://www.nsctotal.com.br/noticias/ciclone-yakecan-chega-em-sc-nesta-quarta-feira-com-ventos-de-100-kmh>. Acesso em: 18 maio 2022.

SILVA NETO, N. N. **Onda Estacionária Artificial; Projeto de uma Estrutura Hidráulica para a Prática de Surfe utilizando um modelo reduzido**. Trabalho de Diplomação (Bacharel) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/65445/000864046.pdf?sequence=1>. Acesso em: 11 nov. 2022.

UFSC. **Atlas brasileiro de desastres naturais 1991 a 2012**. 2. ed. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres (CEPED), 2013.

UFSC. Monitoramento costeiro comunitário da ufsc solicita participação de usuários. **Notícias UFSC**, 2019. Disponível em: <https://noticias.ufsc.br/2019/03/monitoramento-costeiro-comunitario-da-ufsc-solicita-participacao-de-usuarios/>. Acesso em: 28 jun. 2023.

VITTE, A. C.; NIELMANN, R. S. Uma introdução à história da geomorfologia no Brasil: a contribuição de AZIZ NACIB AB'SABER. **Revista Brasileira de Geografia Física**, p. 42, 2009.

**APÊNDICE A – IMAGENS UTILIZADAS NAS MEDIÇÕES EM CAMPO**

Data: 22/09/2022; horário: 22:04; T: 14°C; vento SO; d.: 240 cm.



Data 29/10/2022; horário 22:19; T: 20 °C; vento NO; d.: 215 cm



.Data 24/11/2022; horário 20:38; T: 19 °C; vento SE ; d..: 200 cm.



Data: 27/12/2022; horário: 22:05; T: 23° C; vento L; d.: 190 cm.



Data: 27/01/2023; horário: 23:49; T: 26 °C; vento Ne; d.: 200 cm



Data: 26/02/2023; horário 20:53; T: 23 °C; vento S; d.: 210 cm



Data: 30/03/2023 horário: 20:32; T: 26°C; vento SE; d.: 200 cm.



Data: 28/04/2023; horário: 22:39; T: 20°C; vento ESE; d.:160 cm.



Data: 26/05/2023; horário: 22:22; T: 19°C; vento: NO; d.: 150 cm.



Data 30/06/23; horário: 22:21; T: 18°C; vento SE; d.: 150 cm.

## APÊNDICE B – RESUMO APRESENTADO NO ESBMET 2023

# ANÁLISE DA DINÂMICA DE DEPOSIÇÃO E EROSÃO SEDIMENTAR ASSOCIADOS A EVENTOS METEOROLÓGICOS

## Estudo de caso na praia Central de Balneário Piçarras-SC

OLIVEIRA, Emerson Luís de<sup>1</sup>; CALEARO, Daniel Sampaio<sup>2</sup>; QUADRO, Mário Francisco Leal de<sup>3</sup>.

### RESUMO:

O ambiente costeiro é marcado por processos morfológicos contínuos, resultado da interação do meio com forçantes naturais e mais recentemente por ações antrópicas de forma direta ou indireta. Apesar de não generalizado, um dos principais problemas desse ambiente está relacionado com a erosão costeira, onde tornam-se necessárias obras de engenharia para proteção da linha de costa. Grandes cidades também estabeleceram-se nessas regiões, configurando novos espaços com uma sociedade cada vez mais urbanizada. Esse número elevado de habitantes em determinados locais, configuram verdadeiros desafios ao gerenciamento costeiro. O estado atual dos ambientes costeiros reflete a hidrodinâmica com participação da geologia e do conhecimento do comportamento da linha de costa em função das variáveis que nele atuam. Desta forma, é fundamental para fins de planejamento, ordenamento e mitigação dos problemas associados, estudar as características dinâmicas do litoral. A região de estudo localiza-se no litoral centro norte de Santa Catarina, uma região privilegiada em belezas naturais e com grande importância socioeconômica. O presente estudo, visa apresentar uma análise sistemática da dinâmica da faixa arenosa na praia Central de Balneário Piçarras no período de um ano, associando a eventos meteorológicos. Para isso serão utilizadas imagens comparativas de locais pré-selecionados na linha de costa. As imagens registradas ao longo do período determinado, serão editadas para analisar o processo de deposição e erosão de forma sintetizada, relacionando com padrões atmosféricos. Serão utilizados marcadores com medidas de referência para demonstrar o balanço sedimentar em um local pré-determinado na linha de costa. Os dados observados referentes às variáveis meteorológicas, direção e velocidade do vento, temperatura e precipitação serão obtidos na Estação Meteorológica EPAGRI -1060- Balneário Barra do Sul - Santa Catarina, associando com os campos atmosféricos associados aos sistemas meteorológicos reinantes durante os períodos de observação. Para demonstrar o processo de deposição e erosão de uma praia de forma didática será confeccionado um modelo em escala reduzida para representar a movimentação

dos sedimentos. Desta forma, com os resultados obtidos, o trabalho pretende contribuir para o estudo desse ambiente que demonstra-se dinâmico principalmente por sua vulnerabilidade associados a ocupação humana e a eventos meteorológicos.

Palavras-chave: Ambiente costeiro. Deposição. Erosão. Eventos meteorológicos

<sup>1</sup> Acadêmico do Mestrado Profissional em Clima e Ambiente- Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC.

<sup>2</sup> Professor Orientador – Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC.

<sup>3</sup> Professor Co-orientador-Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC.

**APÊNDICE C – TRABALHO APRESENTADO EM FORMA DE PAINEL NO CONGREMET 2022****CONSTRUÇÃO DE UM MODELO EM ESCALA REDUZIDA PARA ESTUDO DOS EVENTOS CLIMÁTICOS NA MORFOLOGIA PRAIAL****Emerson Luís de Oliveira<sup>1</sup>**<sup>1</sup> Acadêmico do Mestrado Profissional em Clima e Ambiente- Instituto Federal de Santa Catarina.**Palavras Chaves:** Ambiente costeiro, modelo reduzido, eventos climáticos**1) INTRODUÇÃO:**

Os eventos climáticos representam grande influência na dinâmica de nosso planeta, provocando alterações significativas em nosso relevo em pequena e grande escala, provocados por fortes chuvas ou períodos de escassez. O estudo desses eventos tornou-se de grande importância para a humanidade, principalmente com a revolução agrícola desde os tempos remotos até os processos de urbanização mais recentes.

De acordo com o EAS (2019), O clima é uma sucessão do comportamento atmosférico a longo prazo, portanto é necessário considerar a atuação de seus fatores: radiação solar, latitude, relevo, continentabilidade, massas de ar e correntes oceânicas. Tais fatores condicionam a frequência e comportamento dos elementos climáticos como: temperatura, precipitação, umidade do ar e pressão atmosférica, que por sua vez definiram os tipos climático. Associados aos eventos de pequena média e grande escala, possibilitam uma melhor definição dos tipos climáticos e possíveis alterações.

Com o objetivo de compreender as dinâmicas climáticas em um ambiente controlado, o presente artigo demonstra a construção de um modelo em escala reduzida para representar as forças climáticas que se refletem em eventos que condicionam a morfologia praial, evidenciando o balanço sedimentar diante de eventos climáticos reproduzidos em escala reduzida.

Nascimento (2017), em seus estudos na Enseada de Itapocoroí correlaciona ações dos ventos do quadrante Nordeste (NE); Sul-sudeste (SSE), também foi verificado uma tendência de empilhamento de água conforme a onda de maré entra na enseada. O Ambiente representado faz referência há uma área de estudo semi-esposta, conhecida geograficamente como enseada.

Bulhões e Fernandez (2016), definem que praias de enseada são feições geomorfológicas encaixadas entre pontas e promontórios rochosos ou margens artificiais pré-existentes que assumem curvatura definida em função da disponibilidade de sedimentos e do padrão de circulação hidrodinâmica induzida por ondas. Exemplos de sistemas naturais seriam, um trecho de rio, um trecho de costa, um estuário ou uma embocadura, em que se vai introduzir uma alteração (MOTTA, 1972). Segundo Motta (1972, p.83), apud Silva Neto (2012), a utilização de modelos físicos é necessária quando em sistemas de verdadeira grandeza, o homem não tem controle sobre as variáveis envolvidas no processo, ou a interação entre um meio natural e uma obra a ser construída no futuro causará efeitos que se deseja medir.

## 2 ) METODOLOGIA:

Silva Neto ( 2012 ), apresenta em seus estudos os tipos de modelos, que na prática, nem sempre conseguem recriar os fenômenos observados no tipos de modelos são definidos de acordo ou a semelhança observada entre eles e o protótipo, e são descritos a seguir:

### **Modelo verdadeiro:**

Modelos verdadeiros são aqueles nos quais se consegue obter as condições idênticas às observadas no protótipo, ou seja, são aqueles em que se consegue atingir a semelhança (MOTTA, 1972, P. 96).

### **Modelo adequado:**

Modelos adequados são aqueles que não existe semelhanças para todas as forças observadas no protótipo. Entretanto, a utilização criteriosa dos dados obtidos pode ser válida, pois as forças que não exprimem a relação de semelhança são desprezíveis ou de menor importância no estudo do protótipo. É o caso da maior parte dos modelos hidráulicos (MOTTA, 1972, P.96).

### **Modelo distorcido:**

Modelos distorcidos são os típicos casos de semelhança incompleta. Nesses casos, a semelhança geométrica entre o modelo e o protótipo não pode ser atingida (MOTTA, 1972, P.96).

## 2.1 ) CONSTRUÇÃO DO MODELO:



A confecção do modelo em escala reduzida para demonstrar os processos de erosão e sedimentação de uma praia será desenvolvido no modelo adequado, como podemos observar na figura 1, pelo motivo da representação de fenômenos climáticos de grande escala.

*Figura 1 – Estudantes participando da construção do modelo.*

Os eventos climáticos que serão verificados no sistema é basicamente o vento, que terá como fonte geradora sopradores de ar com regulagem de intensidade, representando assim momentos e calma e eventos extremos que provocam ressacas na região costeira.

### **Modelagem Costeira:**

Com o objetivo de representar o relevo costeiro, placas de material sintético serão instalados em umas das extremidades do sistema, servindo de embasamento para os sedimentos, como podemos observar nas figuras 2 e 3.



Figura 2 – Embasamento acetinado



Figura 3 – Colocação de sedimentos

### 3 ) RESULTADOS:

Serão aplicados movimentos mecânicos manuais para verificação do movimento sedimentar, verificando sua eficácia na aplicação didática. Na figura 4 podemos observar a inserção de água no modelo. Com objetivos de verificar possíveis vazamentos.

O modelo teve um bom comportamento, entretanto houve a necessidade de reparos em alguns pontos de vazamentos antes da instalação do mecanismo que dará a possibilidade do movimento da água, criando assim as ondas que serão observadas no estudo, juntamente com a movimentação dos sedimentos

Em testes com movimentos manuais, já foi possível observar a diferença no comportamento sedimentar de acordo com a intensidade da onda, o que gera uma grande expectativa.



Figura 4 – Colocação de água no modelo.

### Referências:

**Bulhões, E., Fernandez, G.B., 2016:** Aspectos morfodinâmicos em praias de enseada: estudo de caso em Armação dos Búzios, R.J. Revista Brasileira de Geomorfologia, v 17 n° 2..

**Motta, V. F., 1972:** Curso de teoria da semelhança; Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Porto Alegre; ( 154 p.).

**Nascimento, L.V.R.P., 2017:** Os Processos hidrodinâmicos da Enseada do Itapocoroí; Universidade Federal de Santa Catarina; Florianópolis.

**Silva Neto, N. N., 2012:** Onda Estacionária Artificial; Projeto de uma Estrutura Hidráulica para a Prática de Surfe utilizando um modelo reduzido; Trabalho de Diplomação para obtenção de Título de Engenheiro Civil; Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Departamento de Engenharia Civil; Porto Alegre.

## APÊNDICE D – ARTIGO APRESENTADO NA REVISTA METODOLOGIA E APRENDIZAGEM 2020

Metodologias e Aprendizado

Volume 2, 2020

### O uso de ferramentas de geoprocessamento de imagens para análise da morfologia da praia de Balneário Piçarras - SC



Emerson Luís de Oliveira<sup>1,2</sup>

1 Contato principal: [geografia.agf@gmail.com](mailto:geografia.agf@gmail.com)

2 Secretaria Estadual de Educação de Santa Catarina – SED

#### 1- Introdução:

O uso de novas ferramentas de geoprocessamento, fortalece o papel da ciência, possibilitando ao pesquisador várias formas de desenvolver trabalhos e estudos que promovam a solução de problemas socioambientais. A avanço das tecnologias de informações e suas utilidades podem contribuir para a realização de trabalhos e elaboração de projetos que envolvem uma abordagem espacial.

Com a revolução informacional e a evolução da informática, surgiram novas possibilidades de análises estratégicas para o auxílio na tomada de decisão. A possibilidade de visualização dos resultados das análises, especialmente em um mapa, faz com que a compreensão por intermédio do analista seja de forma facilitada e clara. Esse tipo de tecnologia é chamado de Sistema de Informações Geográficas (SIG). O QGIS é um programa de Sistema de Informação Geográfica com código aberto e licenciado sob a Licença Pública Geral GNU. O QGIS, como também é chamado, é um projeto oficial da *Open Source Geospatial Foundation (OSGeo)*. Pode ser utilizado em *Linux, Unix, Mac OSX, Windows e Android*, segundo o site *QGIS.org*. No site também consta, que o mesmo pode ser utilizado tanto para dados vetoriais quanto para formatos matriciais e apresenta diversas funcionalidades, permitindo a construção de banco de dados geográficos. Fornece um número crescente de recursos fornecidos por funções básicas e “*plugins*” (FOCHI, 2015).

Dentre os *softwares* livres mais utilizados, destacam-se o QGIS e o *Google Earth Pro*. O QGIS é um Sistema de Informação Geográfica (SIG) livre e aberto, suportável em *Linux, Unix, MacOS, Windows e Android*, suportando diversos formatos de dados vetoriais, matriciais e banco de dados (PEREIRA *et al* 2018).

Há uma demanda crescente na comunidade científica, assim como dos órgãos públicos, em reproduzir o conjunto exato dos dados e dos códigos utilizados em estudos voltados às ciências ambientais. Além disso, muitos grupos de pesquisas e empresas privadas, particularmente aquelas de pequeno porte, não dispõem de recursos financeiros suficientes para adquirir e atualizar as licenças requeridas para a utilização dos softwares proprietários pagos. Desse modo, a aplicação do software livre tem aumentado consideravelmente. Objetivou-se neste trabalho realizar um levantamento na literatura acerca da utilização dos sistemas de informações geográficas livres, com enfoque no QGIS, para estudos relacionados às ciências ambientais (BRUNO, 2017).

Em um capítulo de sua obra, Florenzano (2008) discute o tema “Ambientes Costeiros” e foi elaborado pela geóloga Dilce de Fátima Rossetti, que utiliza o sensoriamento remoto para identificar e caracterizar uma variedade de feições geomorfológicas e geológicas dos ambientes costeiros. Estes ambientes, segundo a autora, caracterizam-se por serem dinâmicos e por apresentarem frequentes mudanças, tanto espacialmente como temporalmente. Essas mudanças estão relacionadas com a dinâmica de processos de deposição e erosão relacionados com a ação das ondas, das correntes de maré e correntes litorâneas, além de influências antrópicas. A utilização de técnicas de sensoriamento remoto é fundamental para identificar feições estuarinas e decifrar a evolução de sistemas costeiros.

As diferentes formas de aquisição de dados (imagens de satélite, fotos aéreas e dados de radar) são fundamentais na elaboração de cartas geomorfológicas, pois possibilitam representar da forma mais fiel possível a realidade da paisagem física (SILVA, 2015).

De acordo com Hoffmann *et al* (2018) um outro ponto desta ascensão dos softwares livres é o aumento do número de usuários. Este aumento tem trazido conforto para aqueles que estão ingressando nesta via de operação profissional, haja vista que é mais fácil encontrar soluções e tirar dúvidas através do processo de cooperação entre os usuários, o que fortalece também a democratização e o desenvolvimento destas ferramentas por profissionais das áreas de geociências e tecnologia da informação espalhados mundo afora.

## 2- Metodologia

Tendo como base uma camada base do complemento *Quickmapservice* para vetorização da área, foram criadas camadas *shapefile* do tipo polígono, para demarcar e identificar elementos do trabalho. Primeiramente com localização e demarcação da faixa arenosa, em seguida foram identificados os pontos de coleta de amostras, além de aspectos urbanos e hidrográficos do entorno da área demarcados pelo sistema de coordenadas geográficas. Após habilitar as ferramentas de edição para iniciar a vetorização, dando ênfase na diferença da faixa arenosa na praia central de Balneário Piçarras, localizado no litoral centro-norte do estado de Santa Catarina, como podemos observar na figura 1.

O presente artigo busca aplicar ferramentas de geoprocessamento de imagens, principalmente polígonos e pontos para melhor identificar os elementos da área de estudo. A criação do polígono representa a faixa arenosa na região central do município, com o objetivo de comparar processos de erosão e sedimentação, correlacionando com obras de proteção da faixa de areia, pois, trata-se de um ambiente de grandes riquezas naturais com importância socioeconômica para o município. Entretanto para comparar os aspectos morfológicos do ambiente é necessário um intervalo de tempo de tempo relativamente extenso, pois são processos que possuem escalas geológicas de tempo.

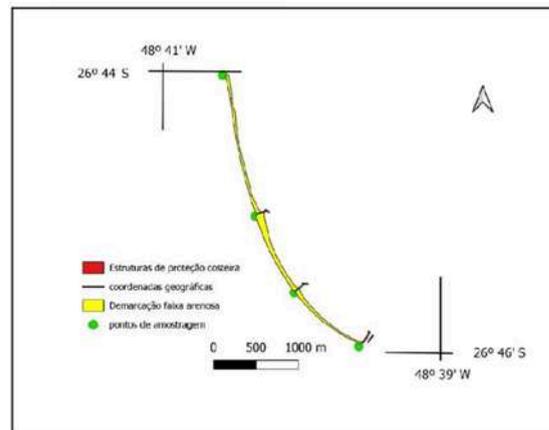
**Figura 1- Delimitação da área de estudo.**



Fonte: *Quickmapservices/Google Satellite*, 2016.

Podemos observar uma diferença entre a faixa arenosa ao longo da orla, como mostra a figura 2, que também apresenta os pontos amostrais onde serão instaladas câmeras para registrar imagens que serão utilizadas em modelos para validação de hipóteses.

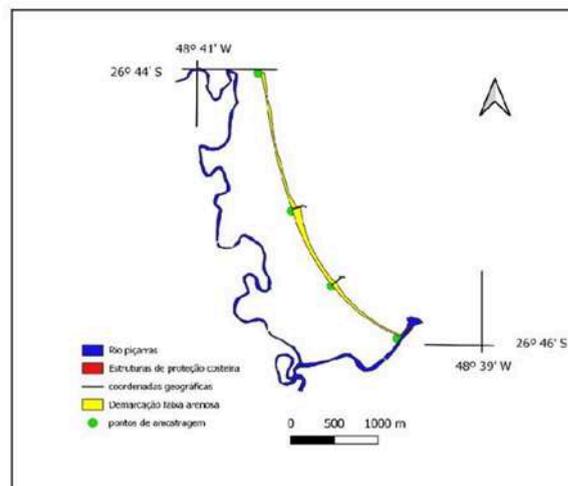
**Figura 2- Área de estudo com a criação de polígonos e pontos para a vetorização da faixa arenosa e os pontos amostrais.**



Fonte: Autor, 2020

Um dos fatores que determina o aporte sedimentar em costeiras é a drenagem fluvial, como podemos observar na figura 2, onde visualizamos o percurso do rio Piçarras na área central da cidade, e sua foz no limite sul do município.

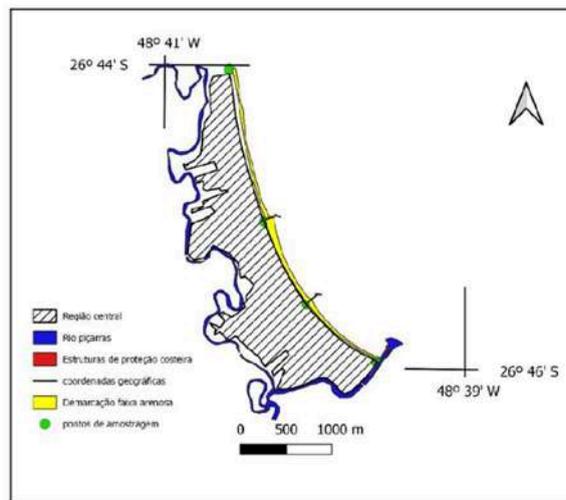
**Figura 3 - Visualização da área de estudo com a informação do percurso do rio Piçarras, sendo ele um elemento de aporte sedimentar.**



Fonte: Autor, 2020.

Para entender os processos de deposição e erosão costeira, é necessário um grande intervalo de tempo, além de um grande conhecimento específico. O que podemos observar em uma escala de tempo menor é a urbanização das zonas costeiras, a urbanização é um processo recente, mas acelerado, podendo por em perigo áreas de preservação se forem tomados os devidos cuidados. Na figura 3 podemos visualizar a região central da cidade, que ocupa quase que totalmente o espaço entre a linha de costa e o rio Piçarras.

**Figura 4 - Visualização da área de estudo com o polígono representando a área urbana central do município.**

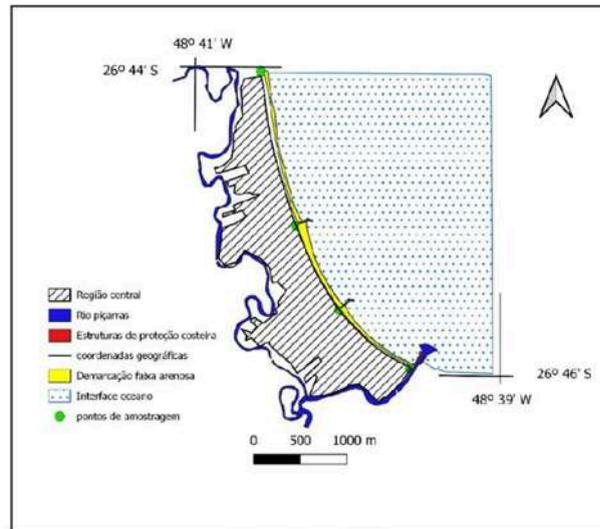


Fonte: Autor, 2020.

A área de estudo refere-se a um ambiente costeiro, com uma dinâmica de circulação de sedimentos não consolidados que varia de acordo com época do ano. Tal dinâmica provoca, em alguns casos, a intervenção antrópica na tentativa de proteger ou recuperar áreas de linha de costa que representam importância ambiental e socioeconômica.

Nas últimas décadas, o litoral centro-norte do Estado de Santa Catarina vem passando por um acelerado processo de desenvolvimento urbano. Estes municípios litorâneos, em sua maior parte, se encontram em estágio avançado de urbanização, estando muitos deles envolvidos em problemas ambientais decorrentes da falta de eficientes políticas de planejamento regional e urbano (PEREIRA, 2011; VIERIA, 2019; Claudino & Cardoso de Sales Filho, 2019). Considerando a grande proximidade desses municípios, a conturbação já vem sendo verificada em alguns setores, como entre as áreas urbanas de Penha e Balneário Piçarras, aspecto este que potencializa alguns problemas, como mobilidade urbana, por exemplo.

Na finalização do trabalho, na figura 5 foi criado um polígono representando a interface oceânica, ou seja, uma camada que demonstra a ligação do oceano com o continente, sendo este um fator muito relevante para compreender os processos morfológicos na linha de costa.

**Figura 5 - Interface oceânica e ideia da ligação do oceano com o continente.**

Fonte: Autor, 2020.

### Resultados e discussão:

A vetorização e o detalhamento de imagens permitem ao pesquisador reconhecer melhor os aspectos dos fenômenos estudados, principalmente utilizando ferramentas tecnológicas na elaboração do estudo. Trata-se de um artigo acadêmico que se utilizou do conhecimento adquirido na disciplina de Geomática, do curso de Mestrado profissional em Clima e Ambiente ofertado pelo Instituto Federal de Santa Catarina. A utilização de sistemas de informação geográfica (SIG) surgem como grandes auxiliadoras nessas atividades uma vez que permitem uma análise rápida, confiável e menos onerosa por meio de técnicas especializadas.

Temos que ressaltar que estamos estudando uma parte de um sistema muito maior, que precisa ser levado em consideração, além do intervalo de tempo. Contudo como objetivo do artigo é mostrar o uso de ferramentas de geoprocessamento de imagens, os resultados foram satisfatórios.

Houve êxito na criação de camadas *shapefile* para identificar elementos que exigem considerável volume de dados dependendo da problemática da pesquisa.

### Conclusão

O presente artigo contribuiu para o entendimento do uso de novas ferramentas de geoprocessamento, fortalecendo o papel da ciência e possibilitando ao pesquisador várias formas de desenvolver trabalhos e estudos que promovam a solução de problemas socioambientais. A criação de camadas demonstra a riqueza de detalhes que podemos empregar em projetos. O software QGIS oferece recursos de layout, com grandes números de funções, entre elas a demarcação de áreas de estudo. A utilização de sistemas de informações geográficas (SIG) surgem como grandes auxiliadoras nessas atividades uma vez que permitem uma análise rápida, confiável e menos onerosa por meio de técnicas especializadas.

O QGIS mostrou-se um software versátil e robusto, com inúmeras ferramentas que para o tratamento de imagens.

### Agradecimentos

Aos professores do curso de Mestrado em Clima e Ambiente do Instituto Federal de Santa Catarina que tornaram possível a aprendizagem de conceitos e suas aplicações, tanto neste trabalho como em outros futuros. Aos desenvolvedores de *software QGIS*, e seus usuários que compartilham suas experiências.

### Referências:

BRUNO, L. O. Aplicabilidade de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) livres nas ciências ambientais: o uso do QGIS. *Rev. Bras. Gest. Amb. Sustent.* [online]. 2017, vol. 4, n. 8, p. 321-326. DOI: 10.21438/rbgas.040807

CARMINATO, L. P.; LEITE, G. T. D.; PAMBOUKIAN, S. V. D. **Utilização de imagens de sensoriamento remoto em projetos de geoprocessamento**, 2020. Disponível em: [https://portal.mackenzie.br/fileadmin/OLD/62/ARQUIVOS/PUBLIC/user\\_upload/imported/fileadmin/LABGEO/Trabalhos/Alice/06\\_Utilizacao\\_de\\_imagens\\_de\\_Sensoriamento\\_Remoto\\_em\\_projetos\\_de\\_Geoprocessamento.pdf](https://portal.mackenzie.br/fileadmin/OLD/62/ARQUIVOS/PUBLIC/user_upload/imported/fileadmin/LABGEO/Trabalhos/Alice/06_Utilizacao_de_imagens_de_Sensoriamento_Remoto_em_projetos_de_Geoprocessamento.pdf).

CASSETI, V. **Cartografia Geomorfológica**, 2020. Disponível em: [https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/215/o/Casseti\\_valter\\_cartografia\\_geomorfol\\_gica.pdf](https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/215/o/Casseti_valter_cartografia_geomorfol_gica.pdf). Acesso em 20/09/2020.

CLAUDINO, C. , & CARDOSO DE SALES FILHO, P. (2019). Utilização de imagens de satélite para detecção do aumento da área urbanizada do município de Camboriú - SC. *Metodologias E Aprendizado*, 1, 36 - 39. <https://doi.org/10.21166/metapre.v1i0.646>

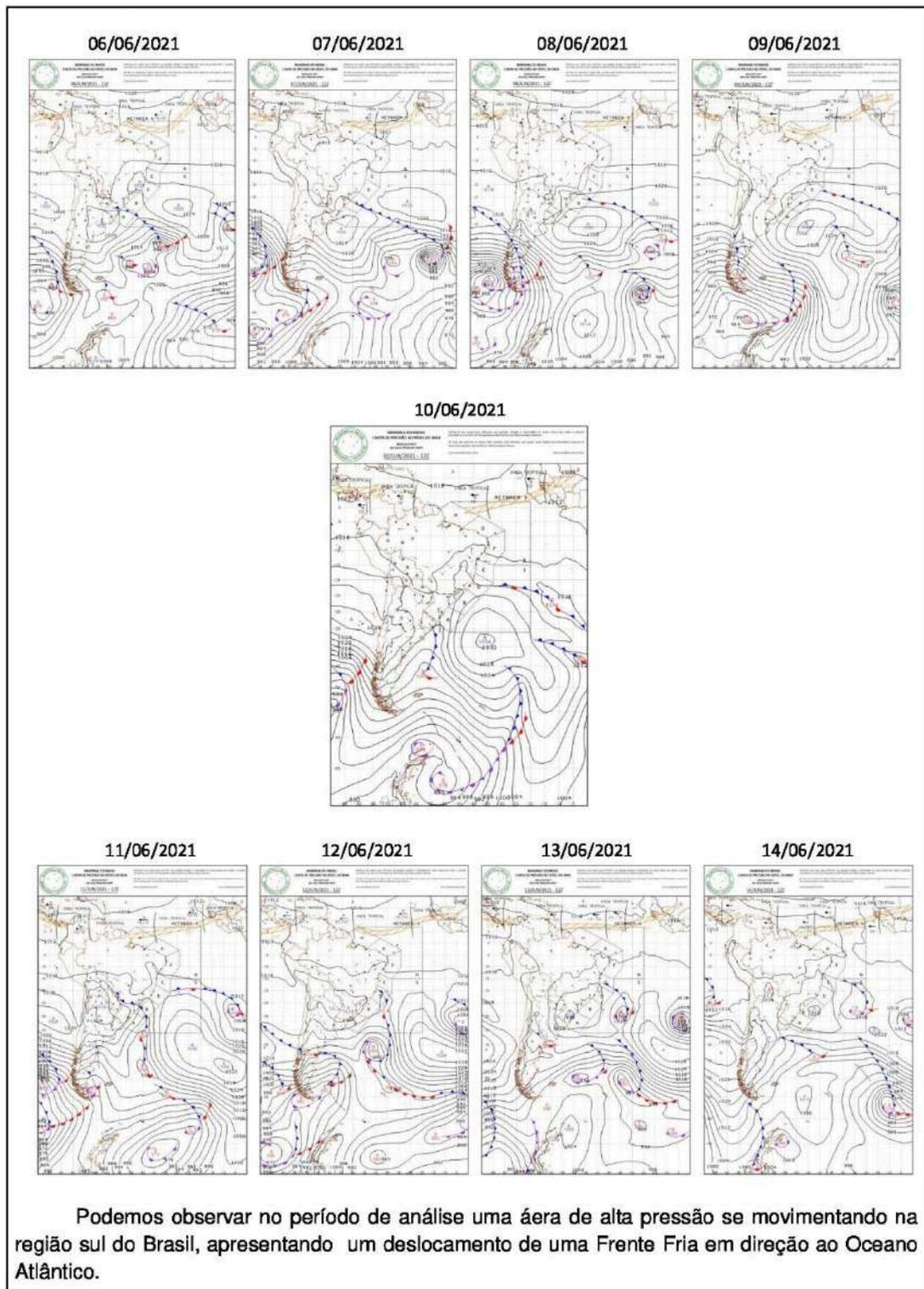
FOCHI, D.A. T.; CORAZZA R.; MESACASA, L.; MELO, N. G.. Utilização de ferramentas de geoprocessamento para a delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) no município de Passo Fundo, segundo o Novo Código Florestal (Lei 12.651-2012). **VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Porto Alegre/RS – 23 a 26/11/2015**. Disponível em <http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2015/I-028.pdf>. Acesso em 24/09/2020.

FLORENZANO, T. G.(org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. Editora Oficina de Textos. São Paulo:, 2008.

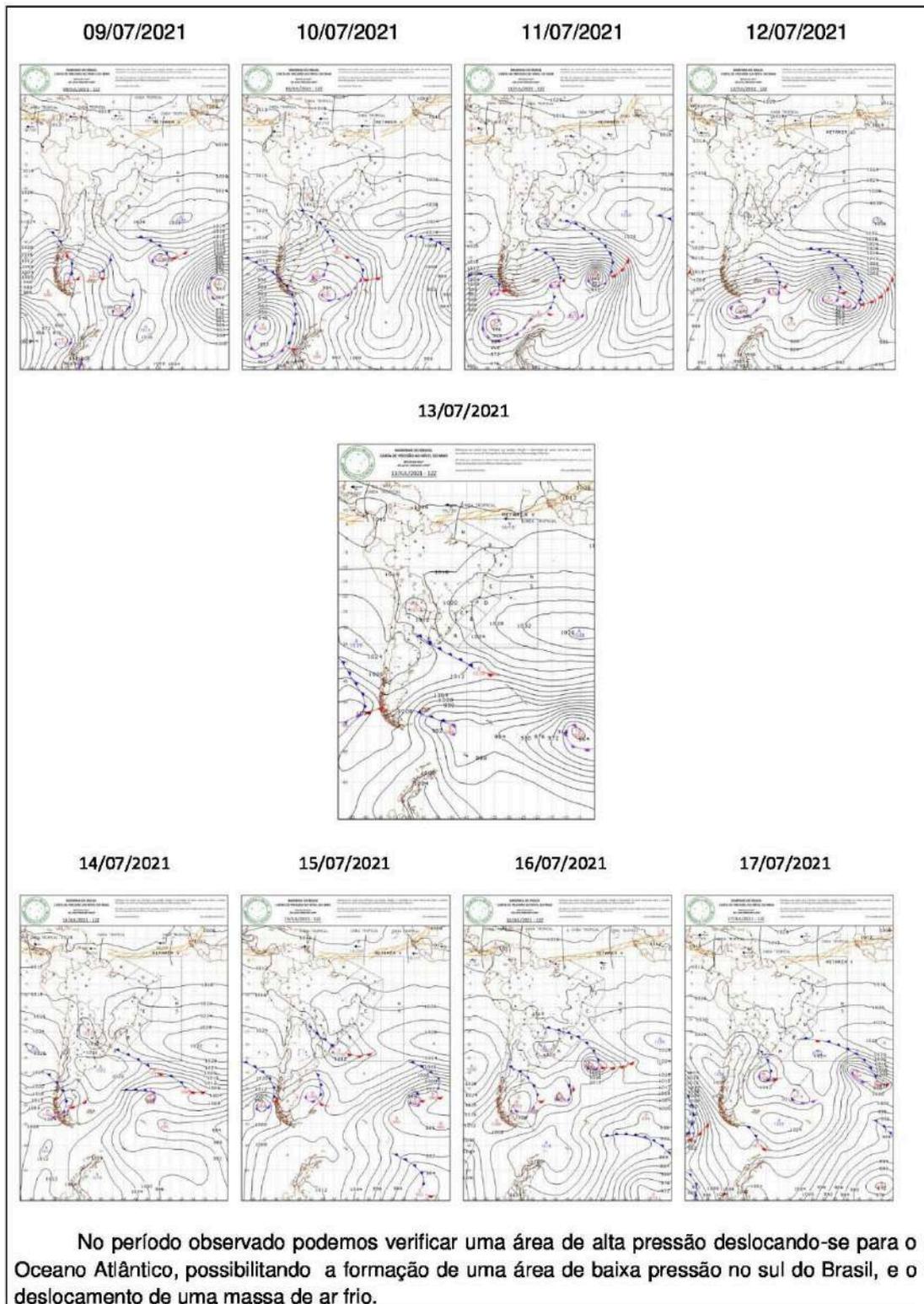
HOFFMANN, G. P.; BORELLI, R. M., I. J.; SCHMIDT NANNI, A. “O uso de geotecnologias livres: QGIS e EpiCollect no levantamento de dados em geociências”, **GeoFocus (Artículos)**, nº 21, p. 39-55. ISSN: 1578-5157 [http://dx.doi.org/10.21138/GF.504\(2018\)](http://dx.doi.org/10.21138/GF.504(2018)).

PEREIRA, L. F.; GUIMARÃES, R. M. F.; OLIVEIRA, R. R. M. Integrando geotecnologias simples e gratuitas para avaliar usos/coberturas da terra: QGIS e Google Earth Pro. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 3, n. 3, p. 250–264, 4 jun. 2018.

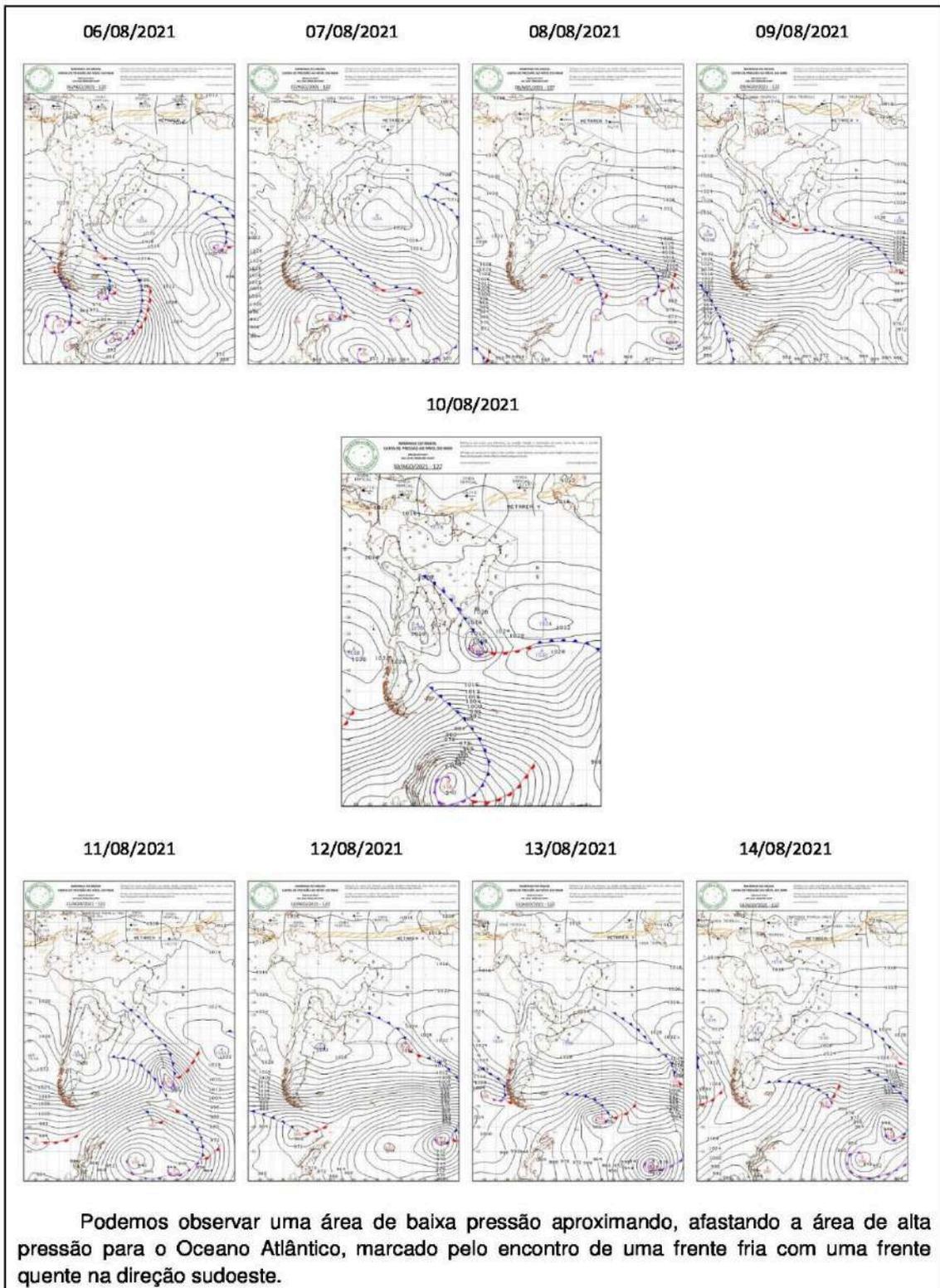
**ANEXO A – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE MÊS DE JUNHO/2021**



Fonte: Marinha de Brasil (2022).

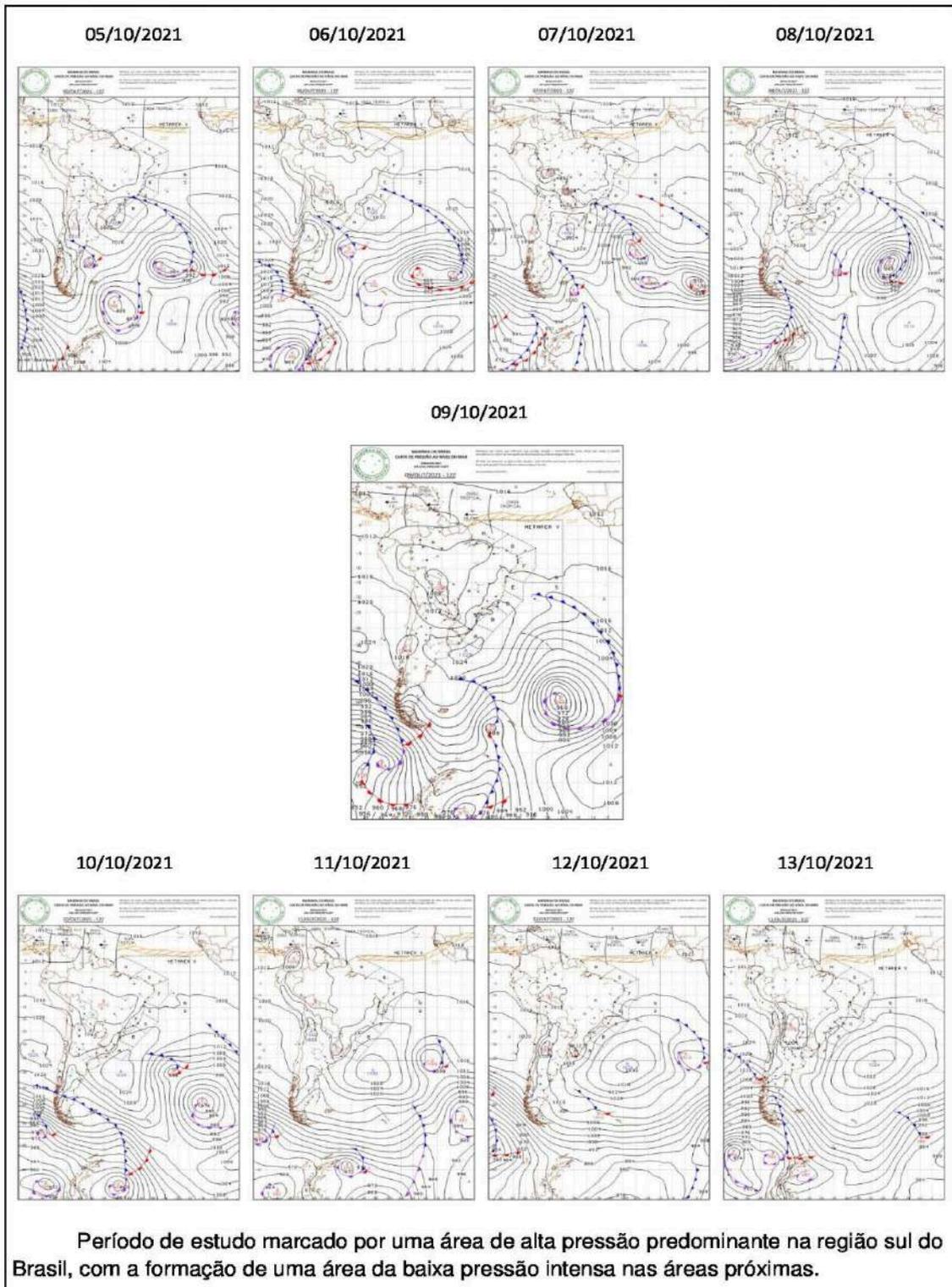
**ANEXO B – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE MÊS DE JULHO/2021**

Fonte: Marinha do Brasil (2022).

**ANEXO C – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE DE AGOSTO/2021**

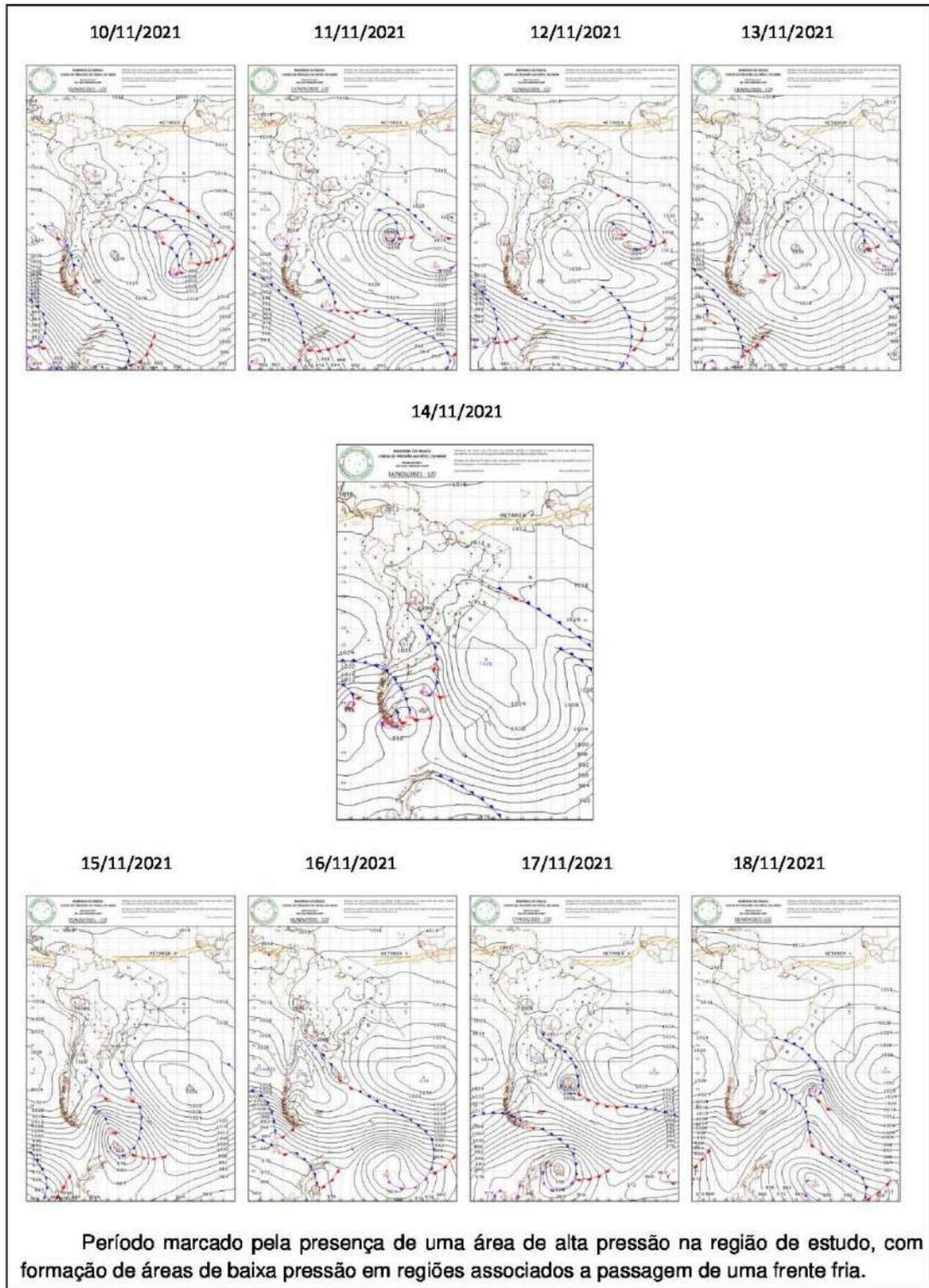
Fonte: Marinha do Bras

## ANEXO E – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE MÊS DE OUTUBRO/2021

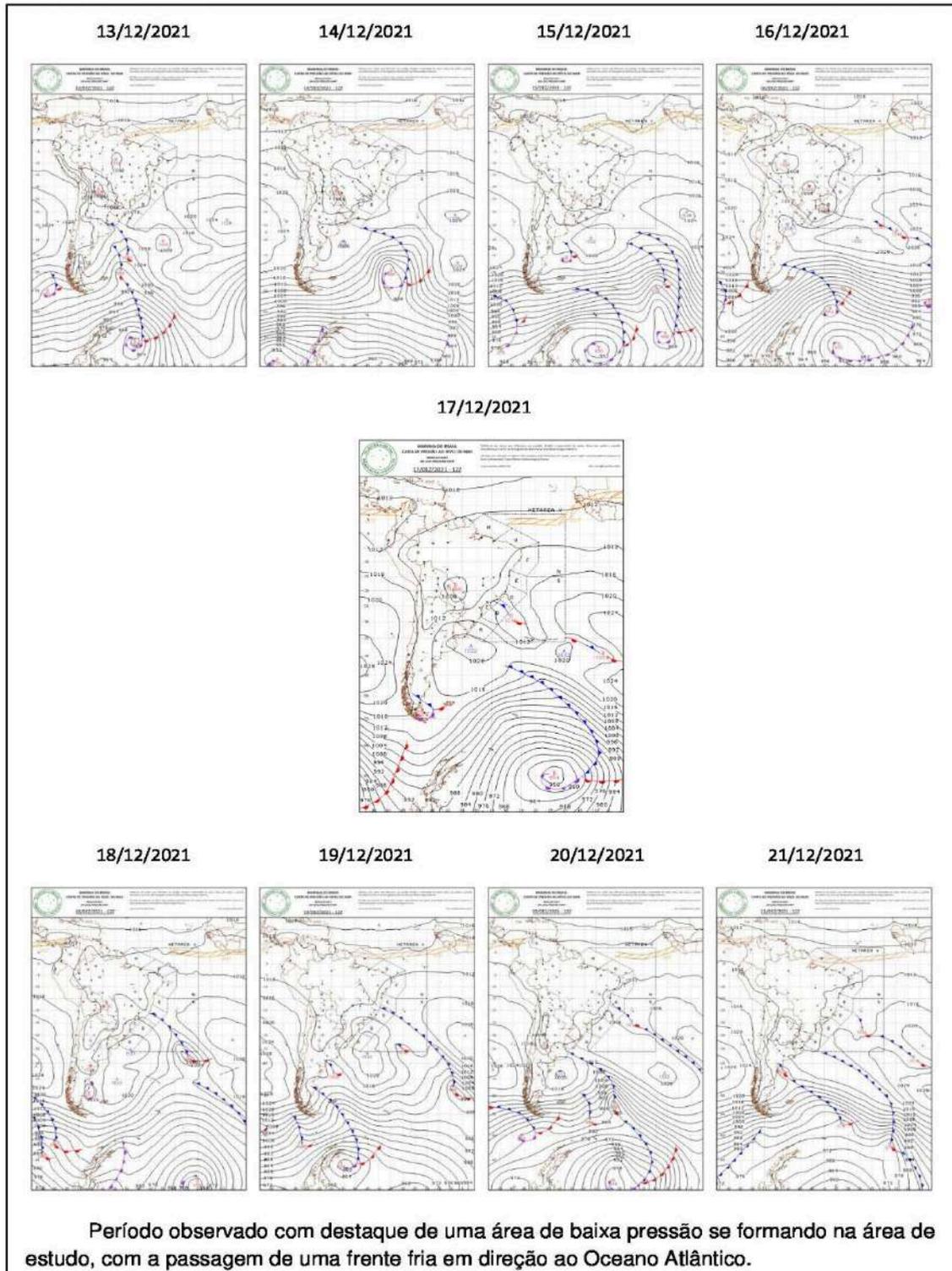


Fonte: Marinha do Brasil (2023).

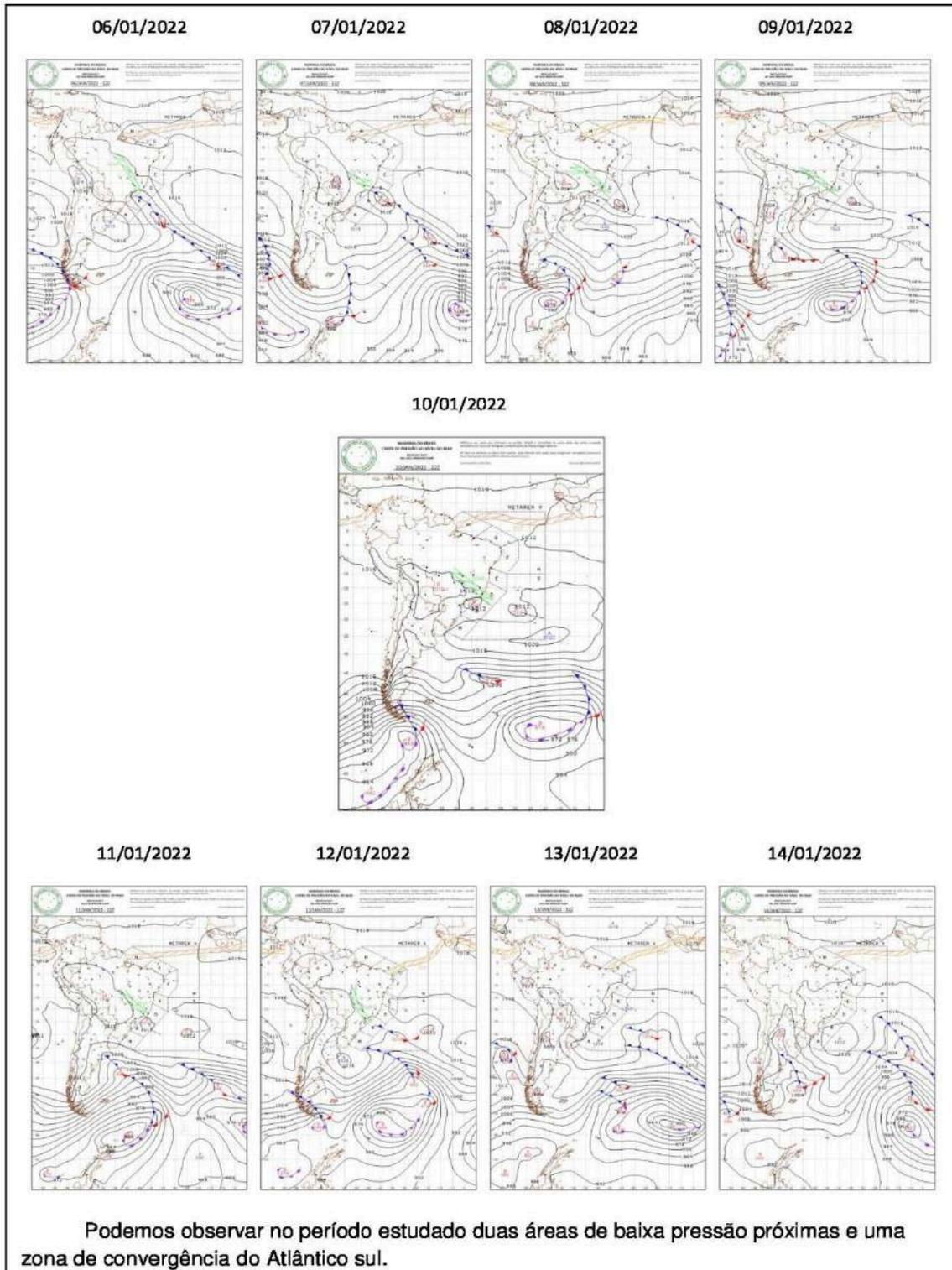
## ANEXO F – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE MÊS DE NOVEMBRO/2021



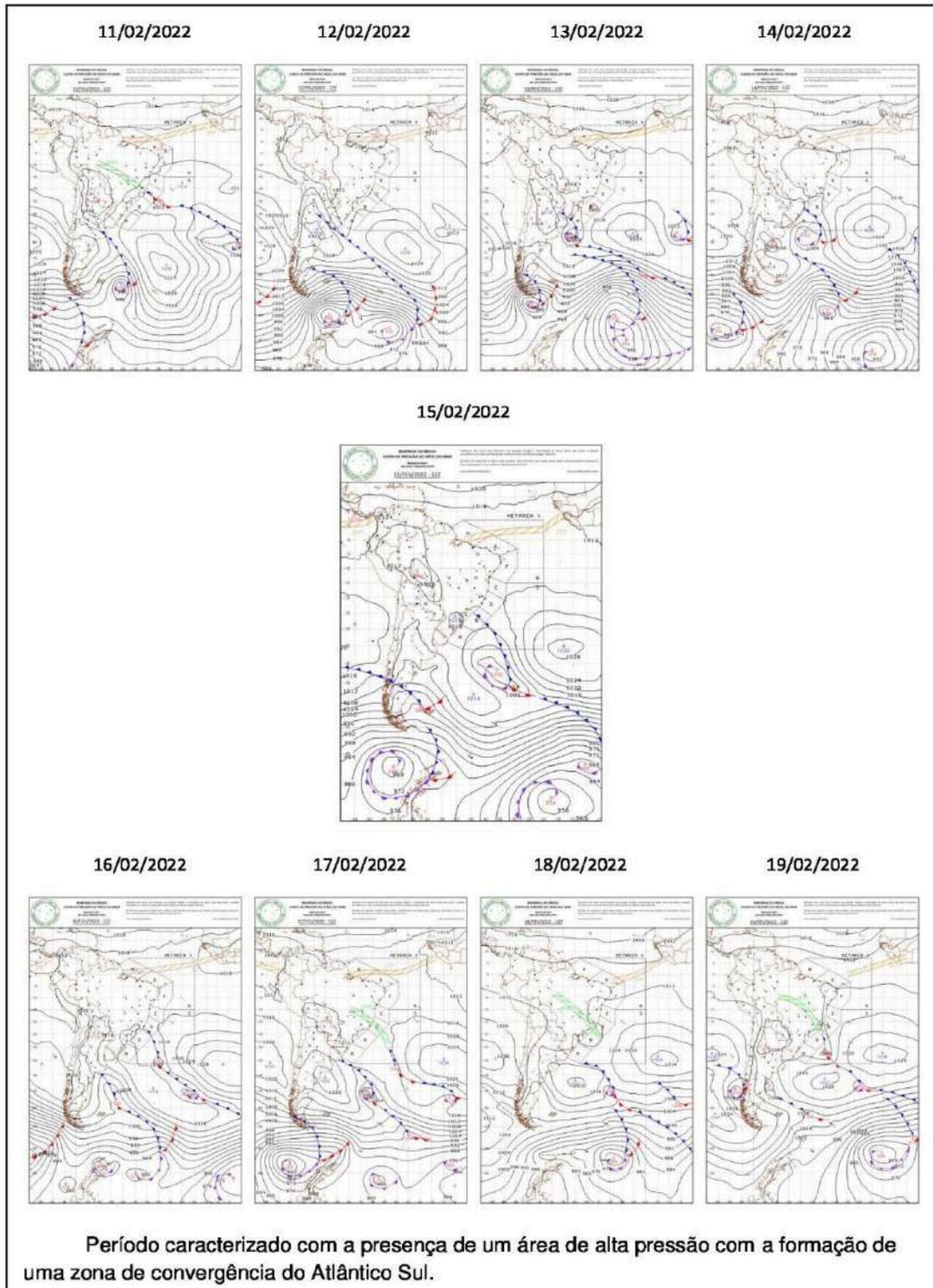
Fonte: Marinha do Brasil (2023).

**ANEXO G – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE MÊS DE DEZEMBRO/2021**

Fonte: Marinha do Brasil (2023).

**ANEXO H – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE MÊS DE JANEIRO/2022**

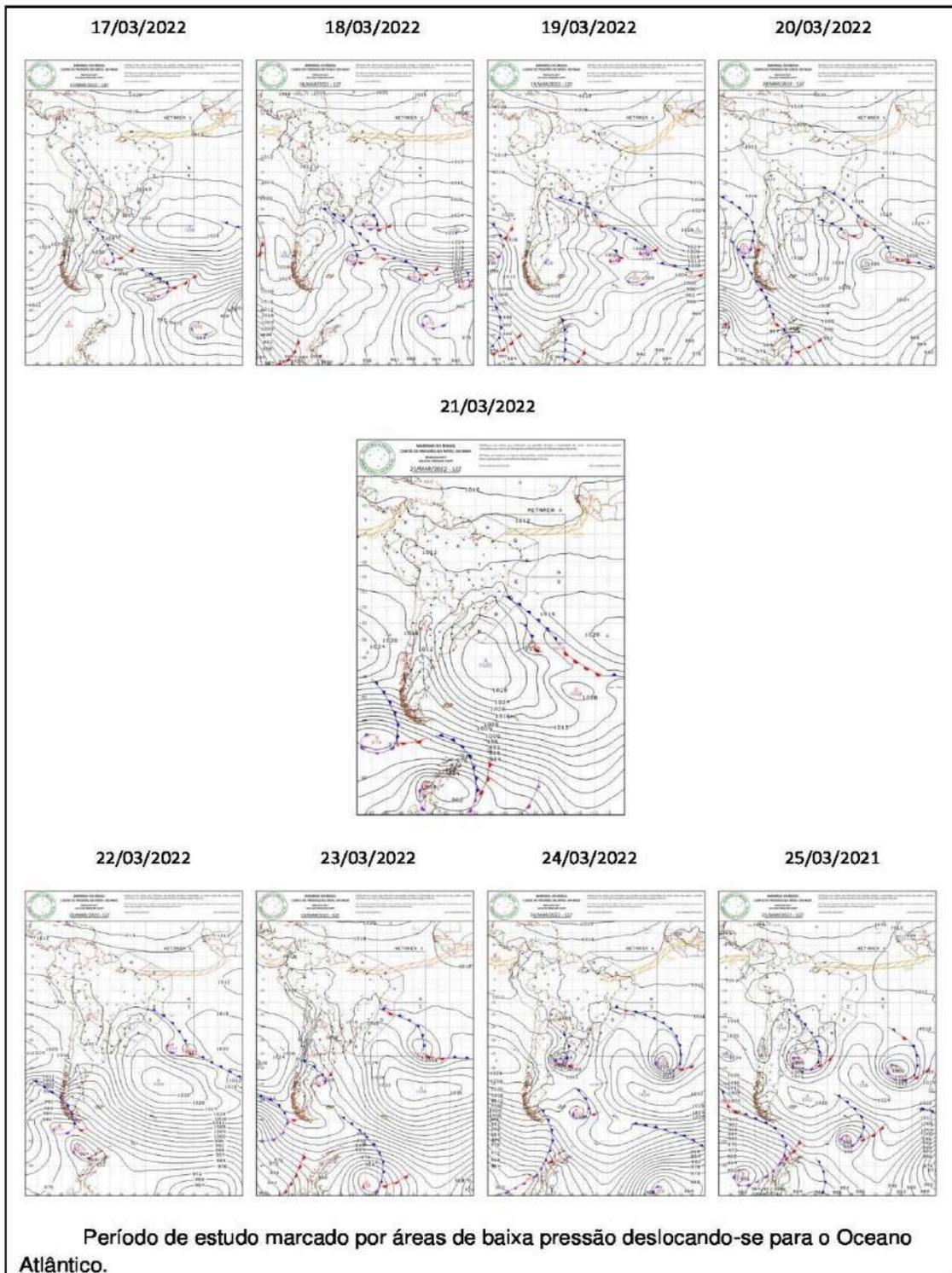
Fonte: Marinha do Brasil (2023).

**ANEXO I – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE MÊS DE FEVEREIRO/2022**

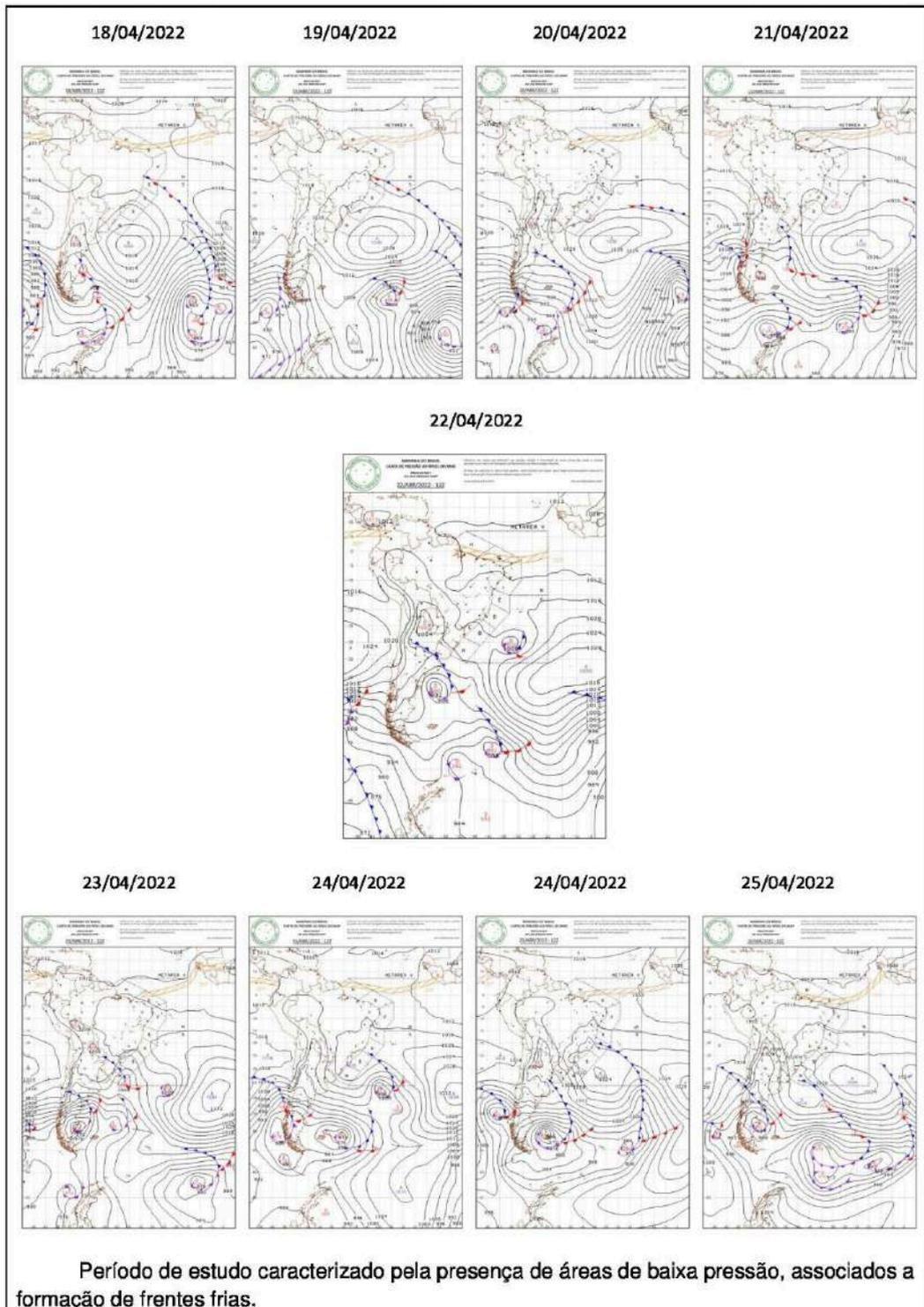
Fonte:

Marinha do Brasil (2023).

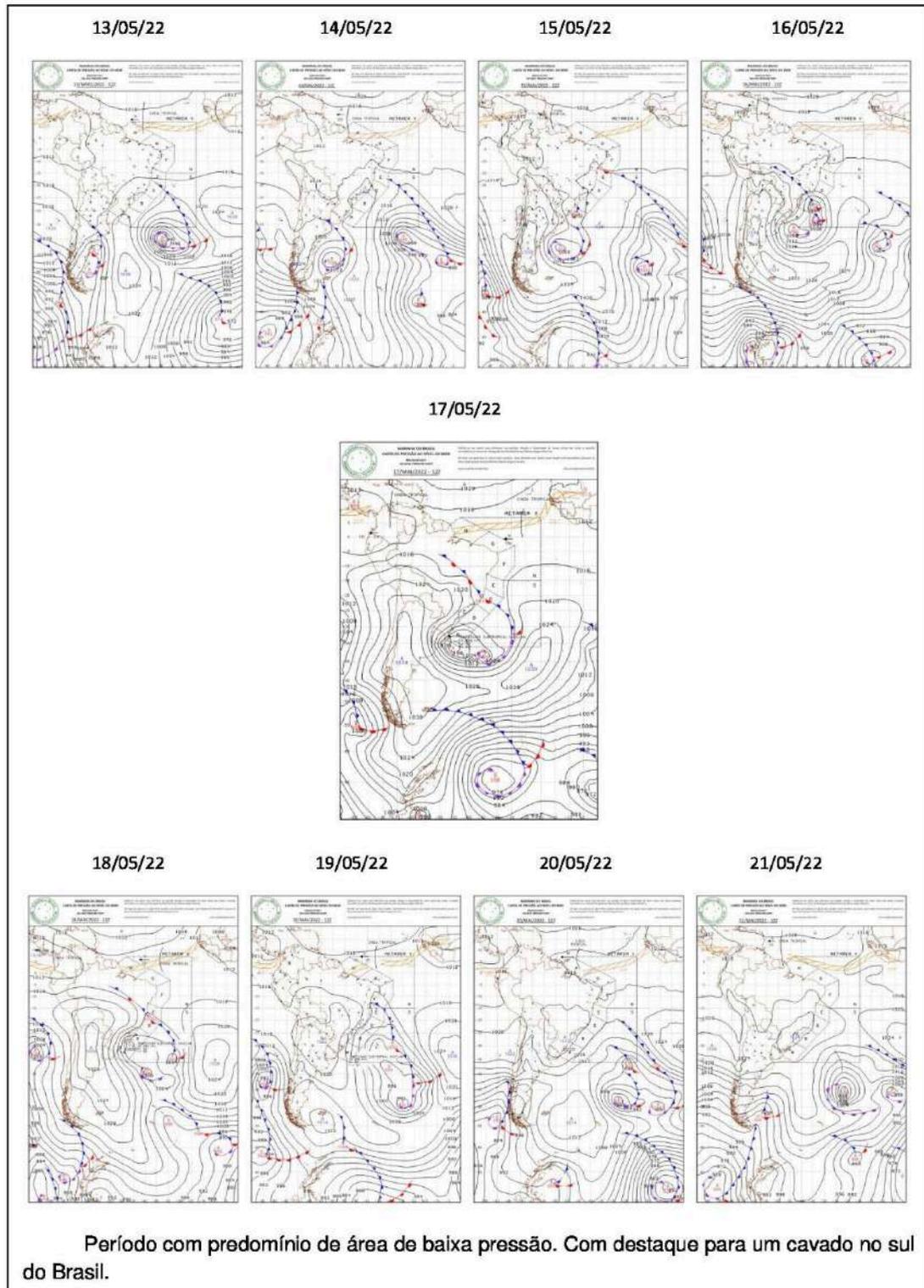
## ANEXO J – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE MÊS DE MARÇO/2022



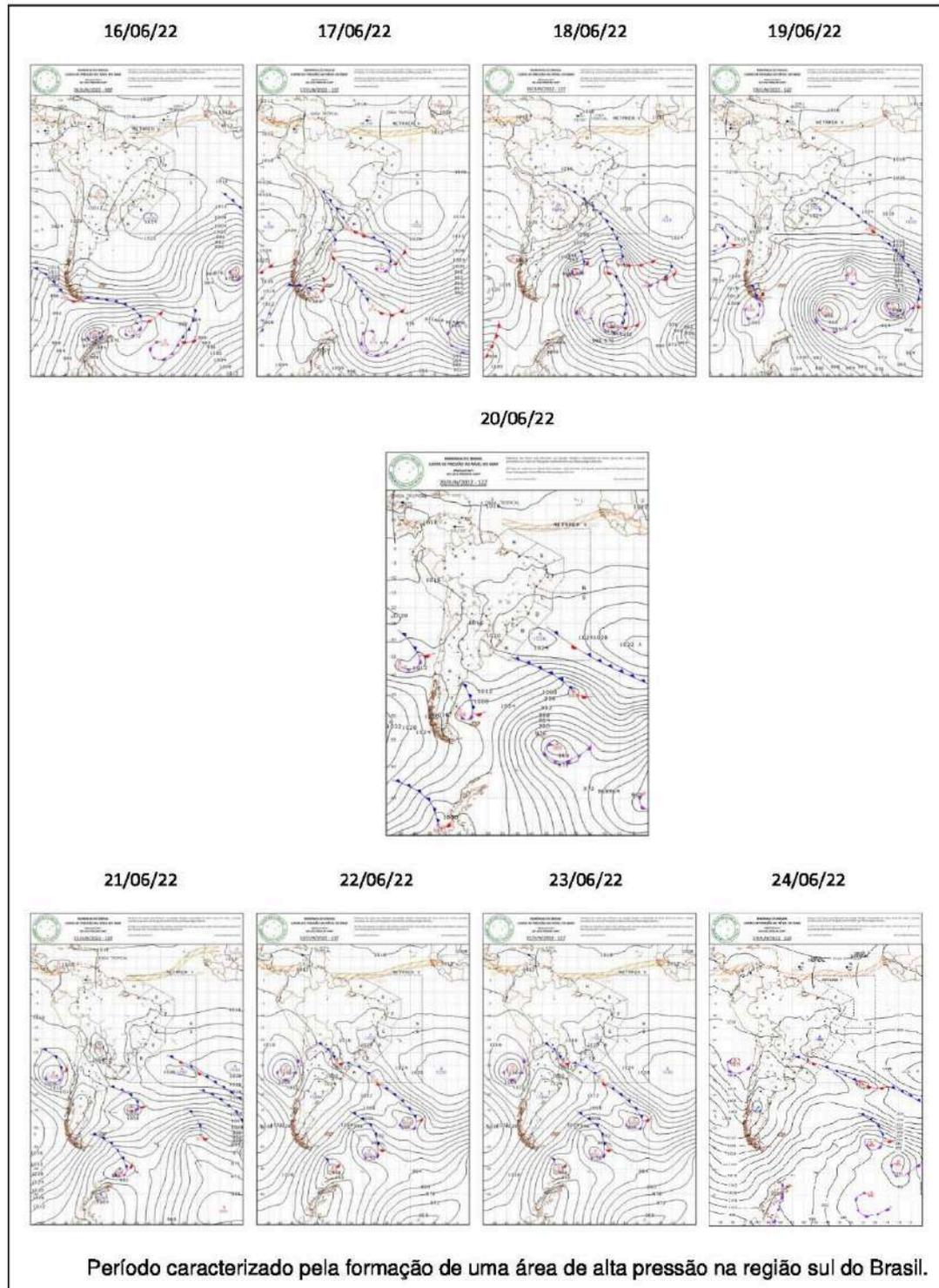
Fonte: Marinha do Brasil (2023).

**ANEXO K – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE MÊS DE ABRIL/2022**

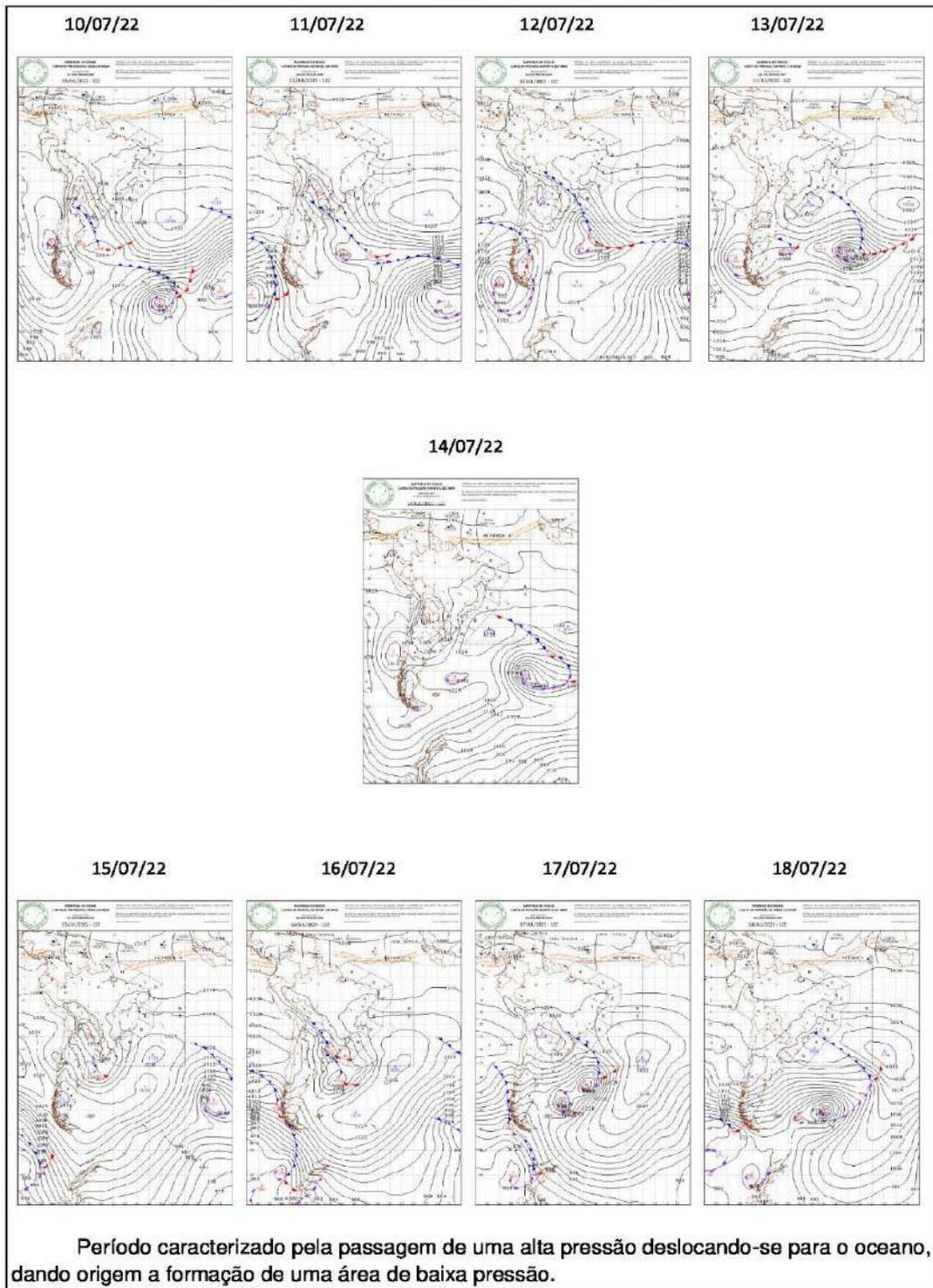
Fonte: Marinha do Brasil (2023).

**ANEXO L – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE MÊS DE MAIO/2022**

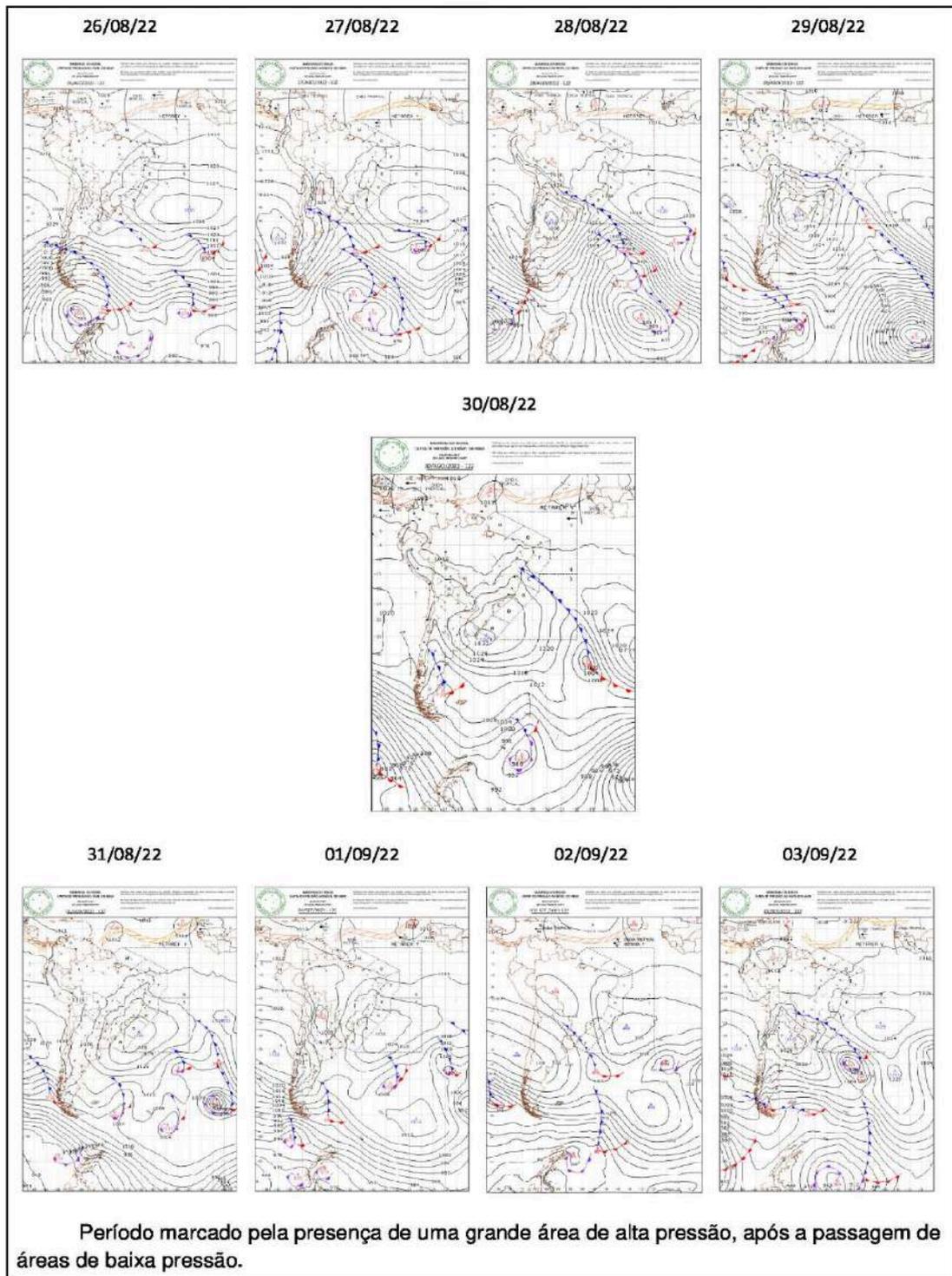
Fonte: Marinha do Brasil (2023).

**ANEXO M – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE MÊS DE JUNHO/2022**

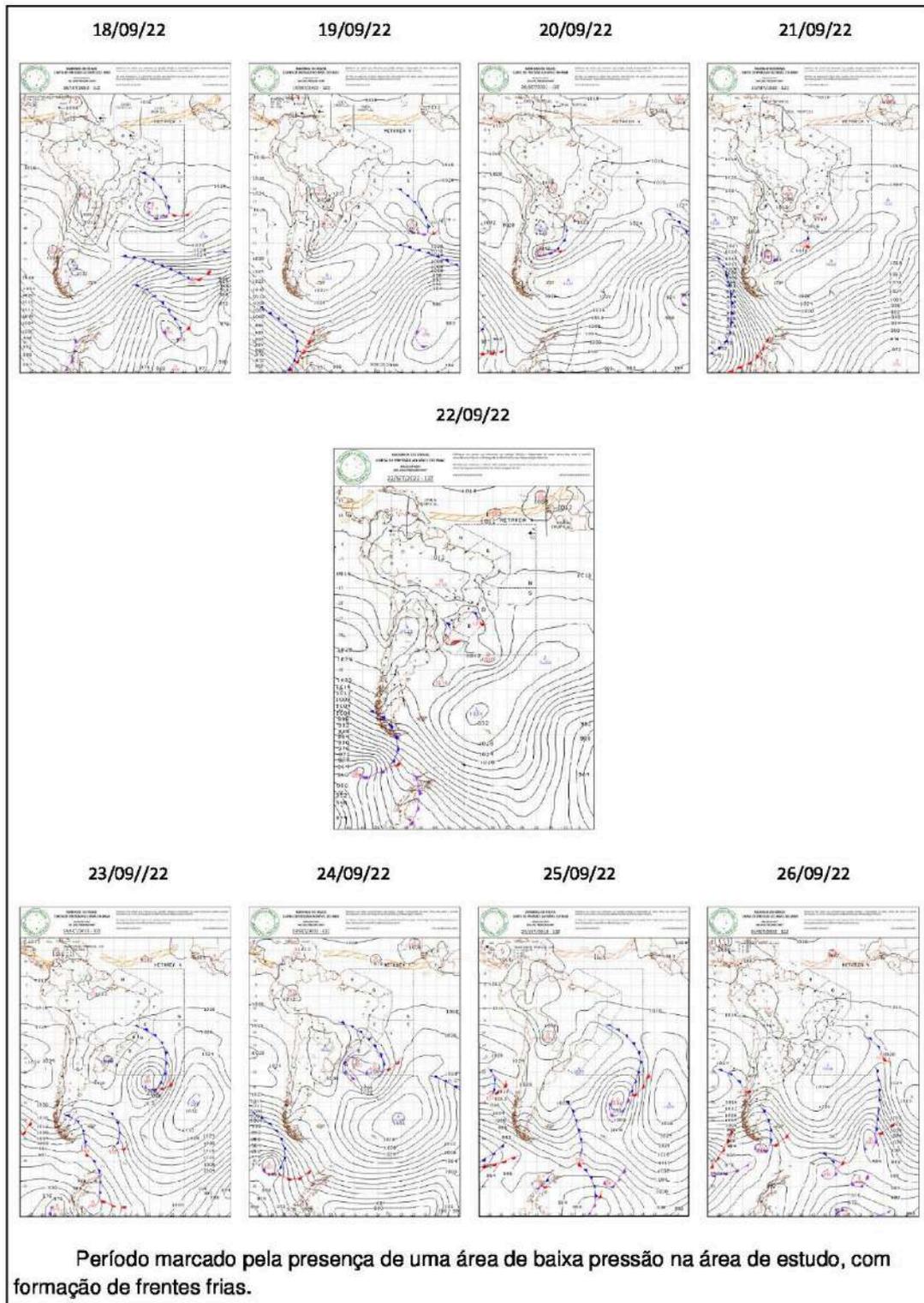
Fonte: Marinha do Brasil (2023).

**ANEXO N – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE MÊS DE JULHO/2022**

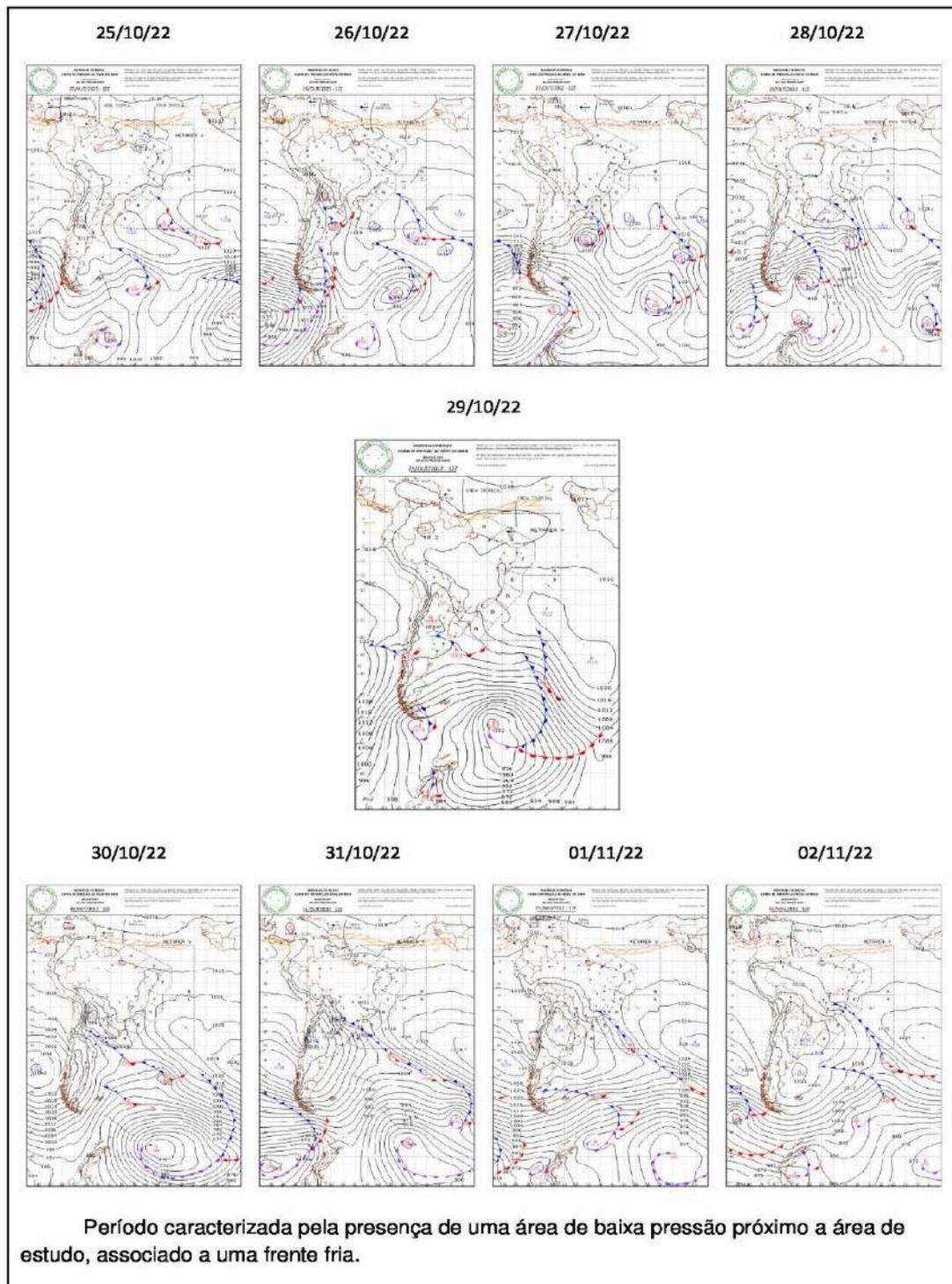
Fonte: Marinha do Brasil (2023).

**ANEXO O – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE MÊS DE AGOSTO/2022**

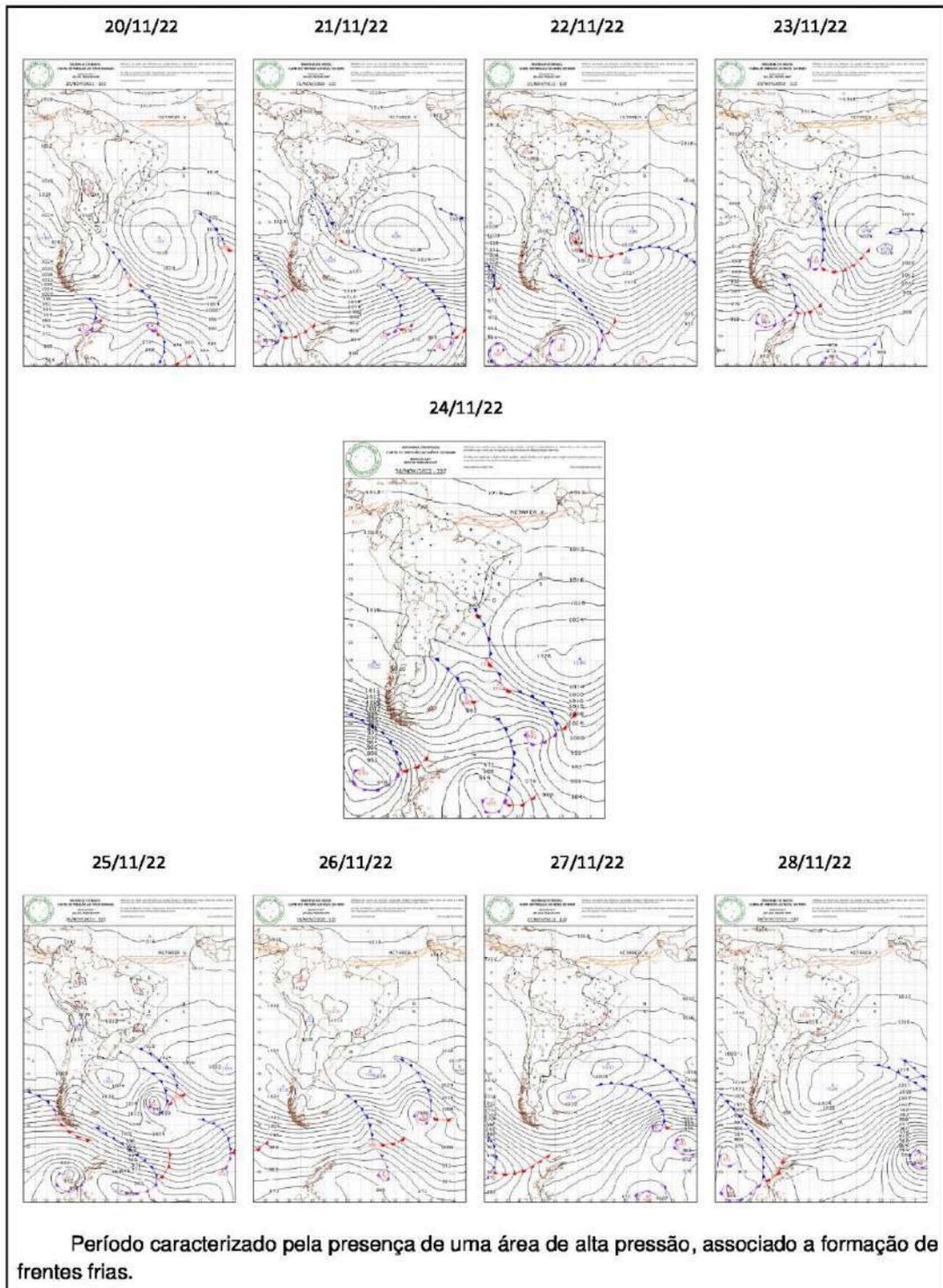
Fonte: Marinha do Brasil (2023).

**ANEXO P – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE MÊS DE SETEMBRO/2022**

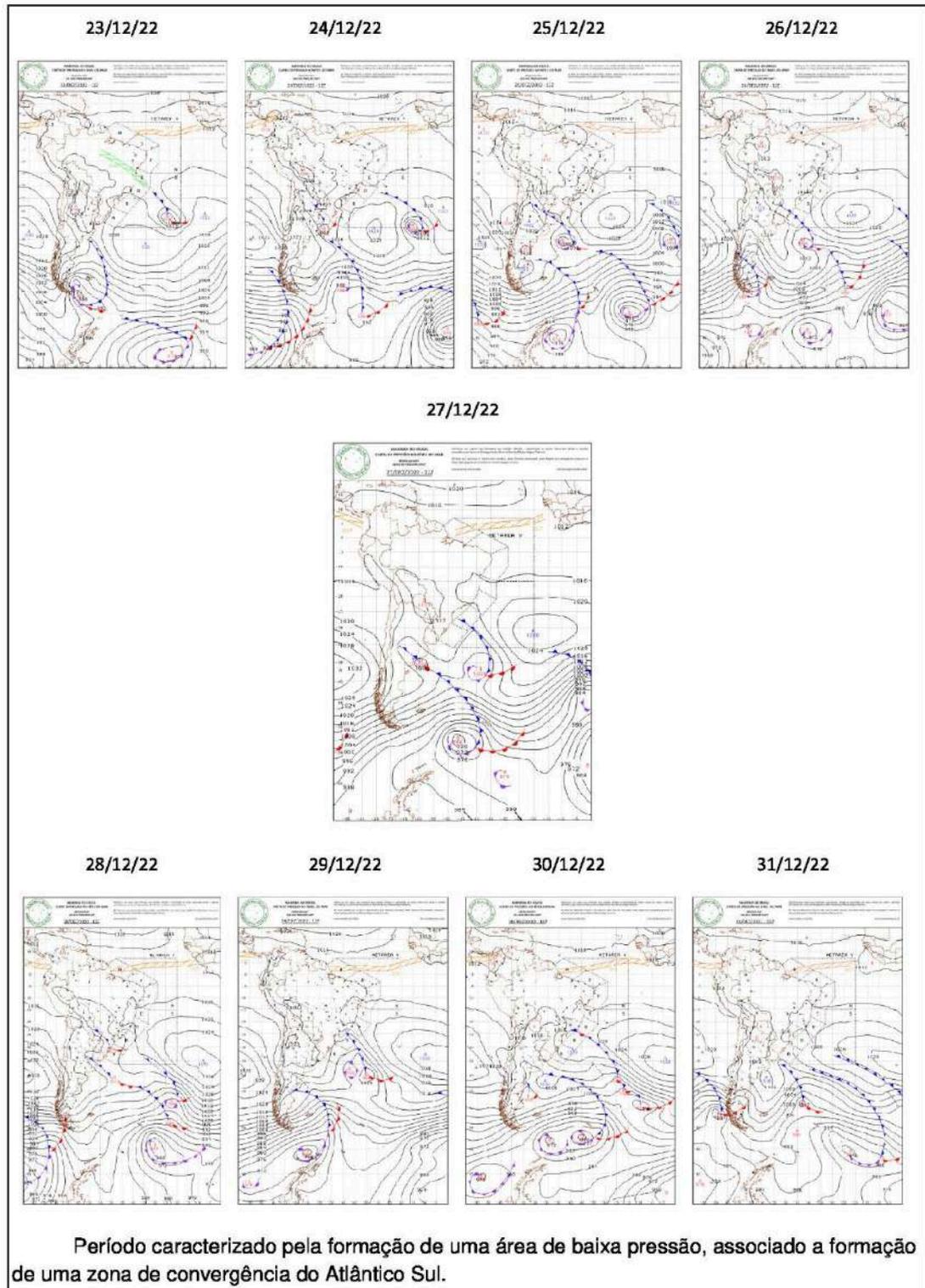
Fonte: Marinha do Brasil (2023).

**ANEXO Q – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE MÊS DE OUTUBRO/2022**

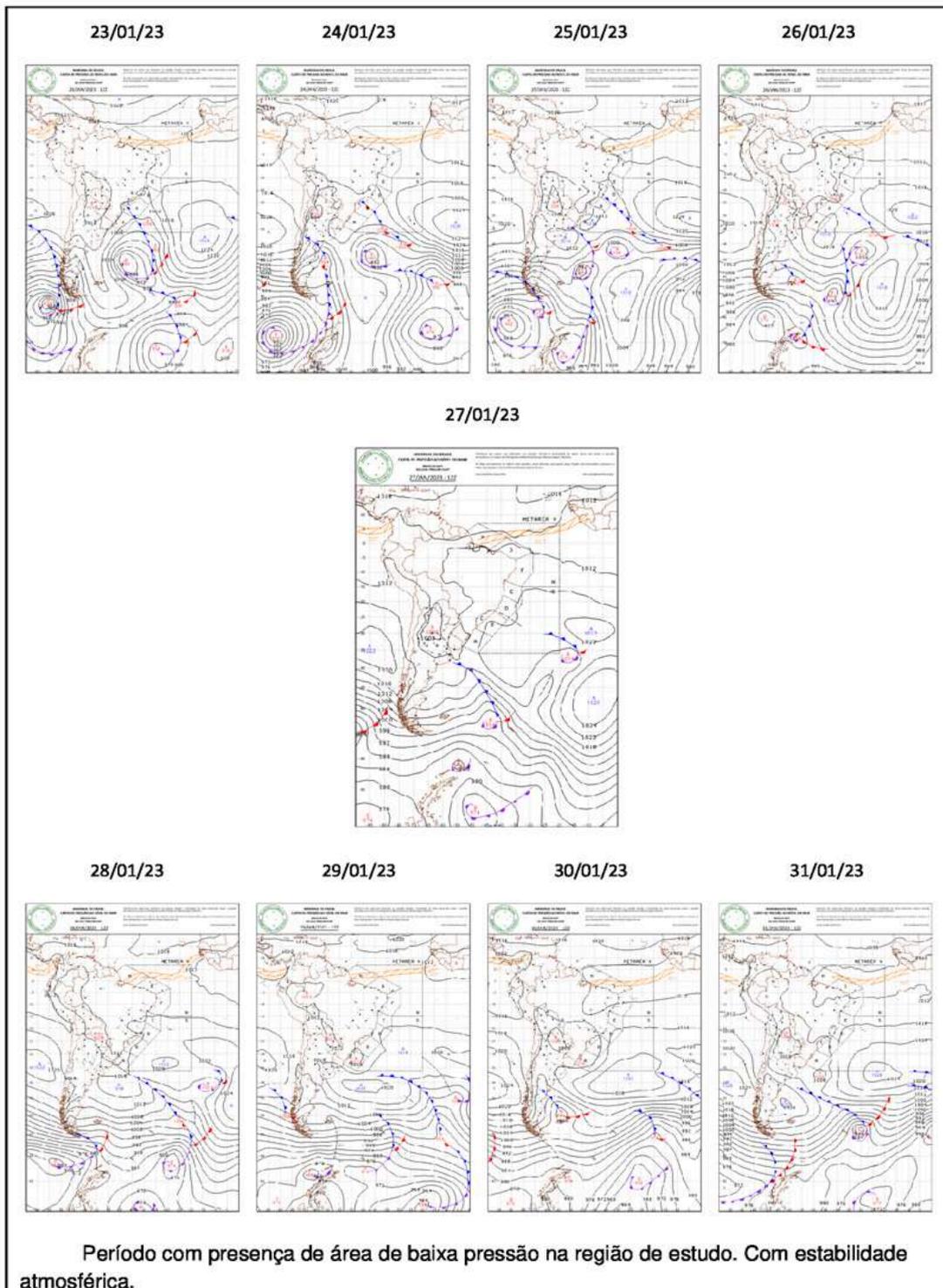
Fonte: Marinha do Brasil (2023).

**ANEXO R – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE MÊS DE NOVEMBRO/2022**

Fonte: Marinha do Brasil (2023).

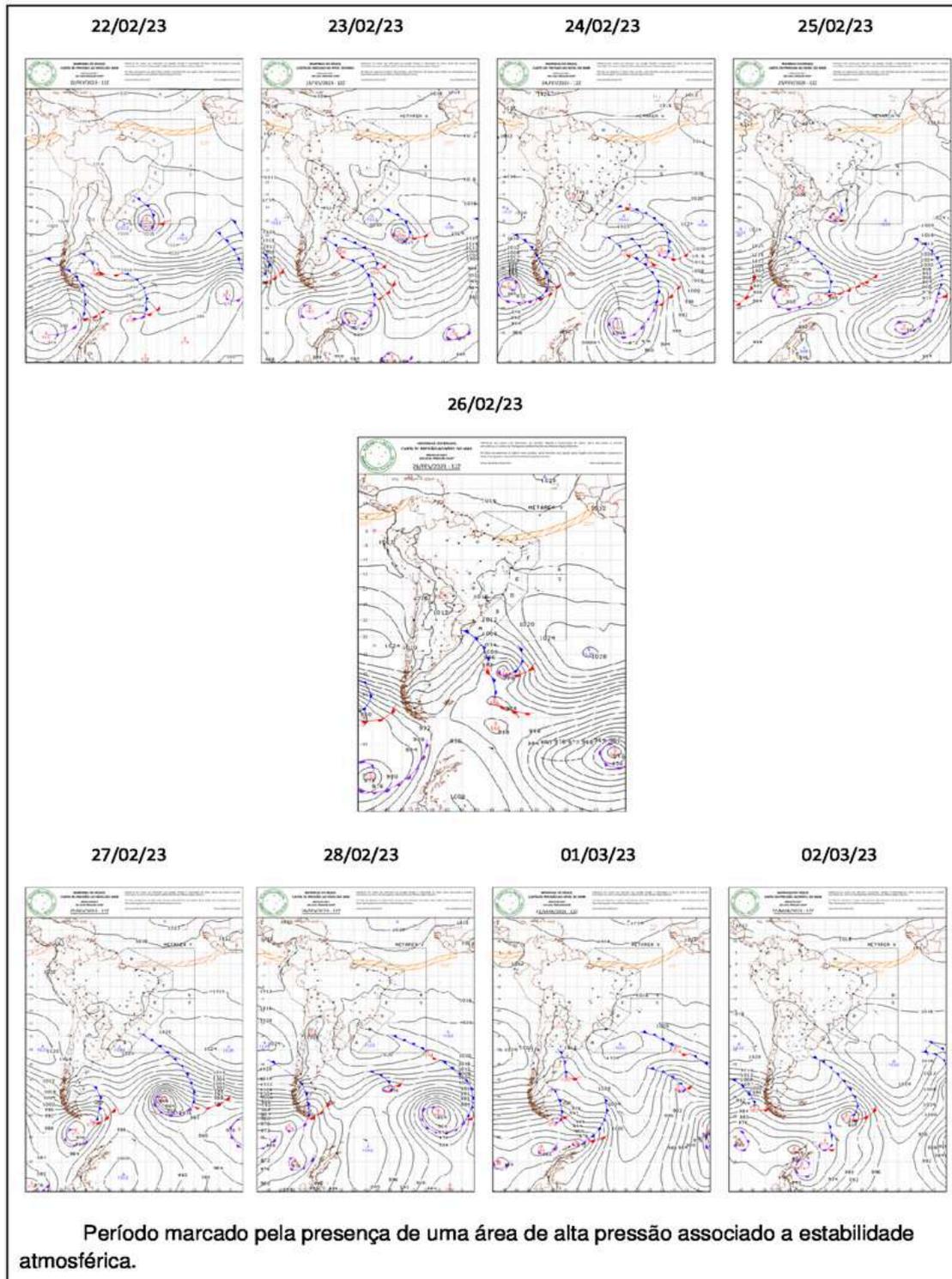
**ANEXO S – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE MÊS DE DEZEMBRO/2022**

Fonte: Marinha do Brasil (2023).

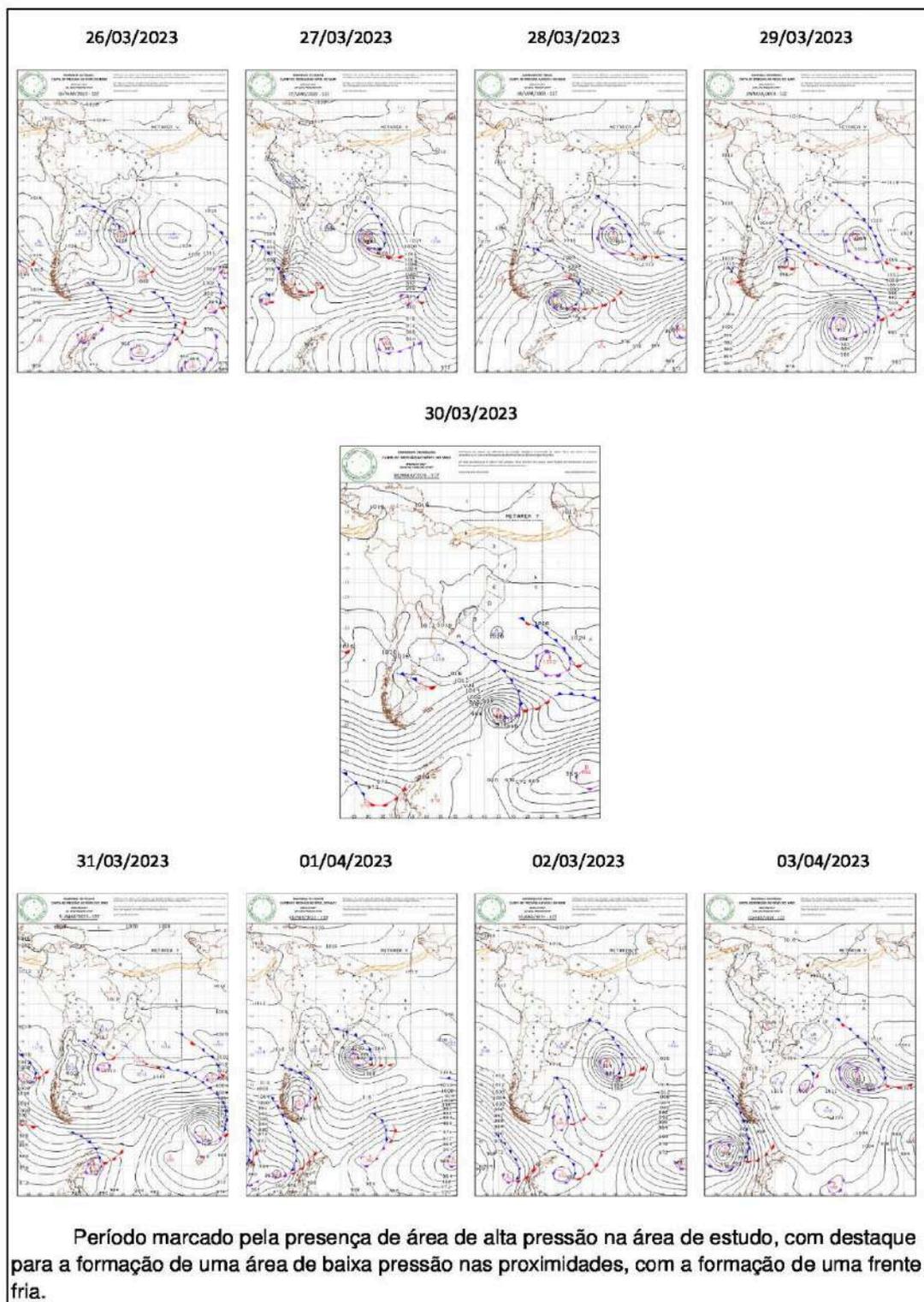
**ANEXO T – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE MÊS DE JANEIRO/2023**

Marinha do Brasil (2023).

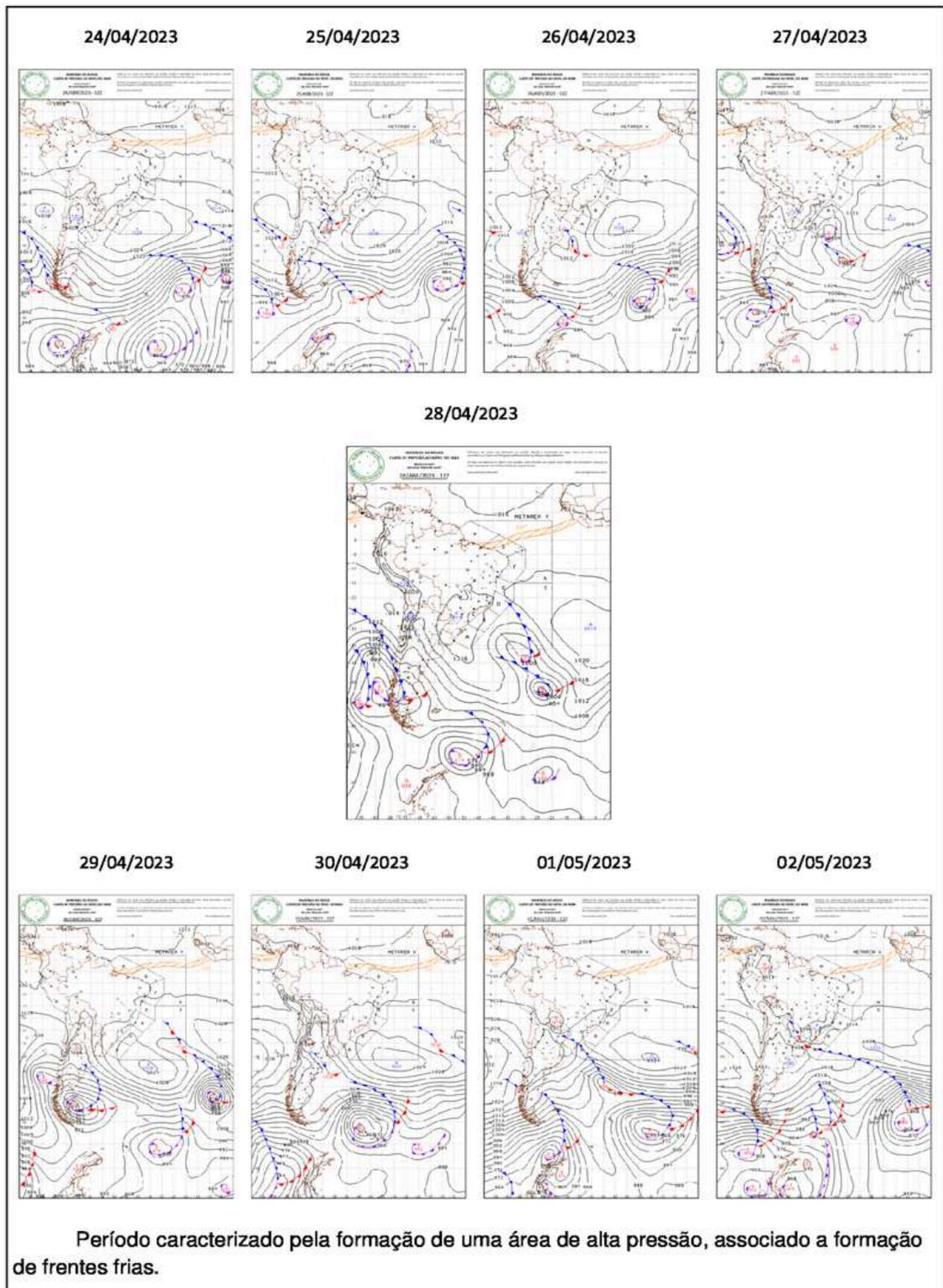
Fonte:

**ANEXO U – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE MÊS DE FEVEREIRO/2023**

Fonte: Marinha do Brasil (2023).

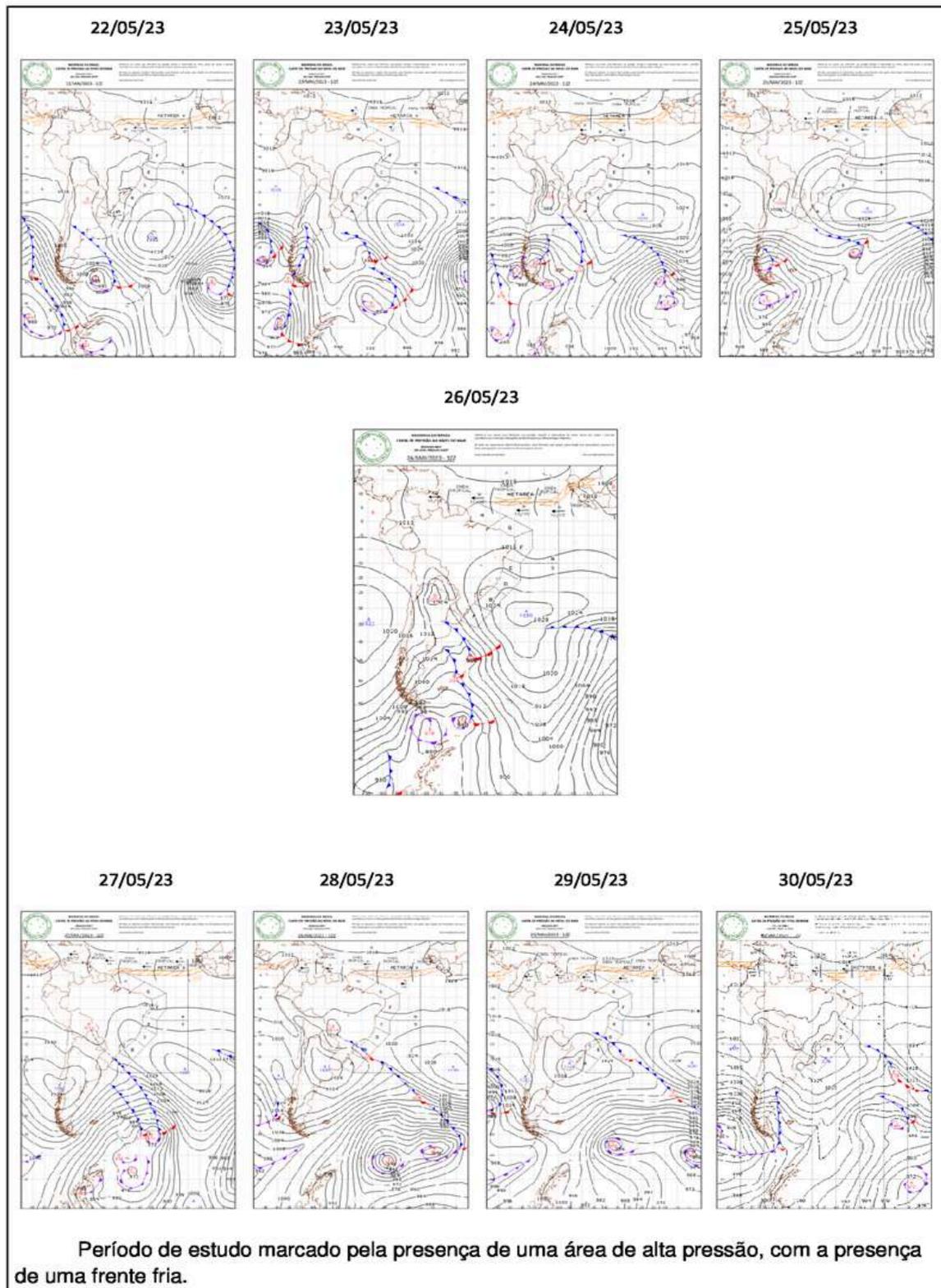
**ANEXO V – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE MÊS DE MARÇO/2023**

Fonte: Marinha do Brasil (2023).

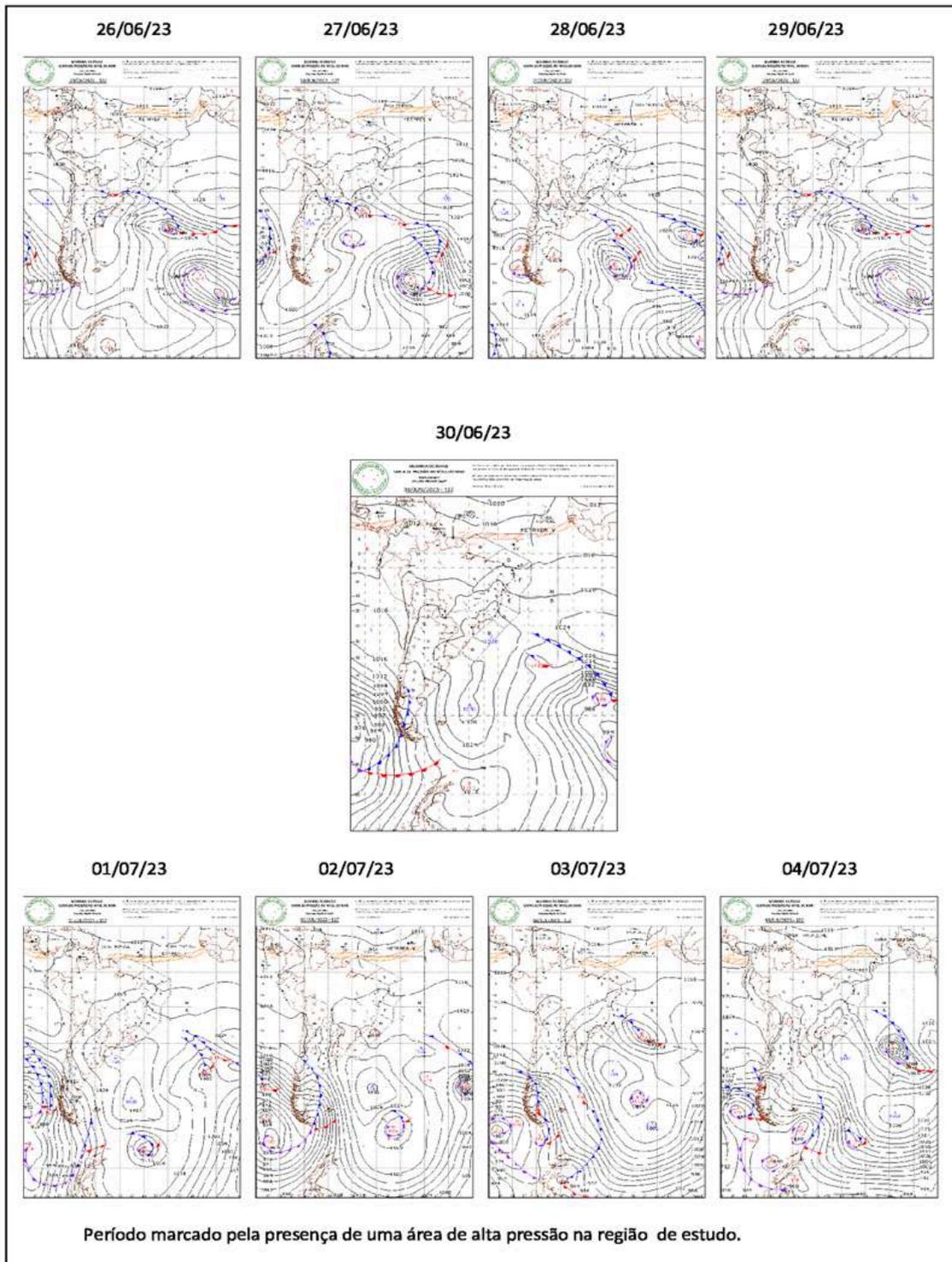
**ANEXO W – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE MÊS DE ABRIL/2023**

Fonte: Marinha do Brasil (2023).

## ANEXO X – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE MÊS DE MAIO/2023



Fonte: Marinha do Brasil (2023).

**ANEXO Y – CARTAS SINÓTICAS REFERENTE MÊS DE JUNHO/2023**

Fonte: Marinha do Brasil (2023).