



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA MATEMÁTICA E DA NATUREZA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

Rafael de França Lima

RESSACAS DO MAR E SEUS EFEITOS NO LITORAL DO ESTADO DO RIO DE
JANEIRO

Rio de Janeiro
2022

Rafael de França Lima

RESSACAS DO MAR E SEUS EFEITOS NO LITORAL DO ESTADO DO RIO DE
JANEIRO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Departamento de Geografia do Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientador: Prof^ª. Dr^ª. Flavia Moraes Lins de Barros

Coorientador: Prof^º. Dr^º. Mauro Cirano

Rio de Janeiro
2022

FICHA CATALOGRÁFICA

CIP - Catalogação na Publicação

L278r Lima, Rafael de França
 Ressacas do mar e seus efeitos no litoral do
estado do Rio de Janeiro / Rafael de França Lima. --
Rio de Janeiro, 2022.
 142 f.

 Orientadora: Flavia Moraes Lins de Barros.
 Coorientador: Mauro Cirano.
 Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do
Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Programa
de Pós-Graduação em Geografia, 2022.

 1. Nivel do mar. 2. Ondas. 3. Maré Astronômica. 4.
Maré Meteorológica. 5. Danos. I. Lins de Barros,
Flavia Moraes, orient. II. Cirano, Mauro, coorient.
III. Título.

RAFAEL DE FRANÇA LIMA

RESSACAS DO MAR E SEUS EFEITOS NO LITORAL DO ESTADO DO RIO DE
JANEIRO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Departamento de Geografia do Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Aprovada em: 25/03/2022

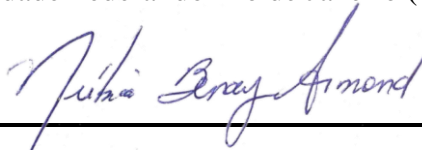
BANCA EXAMINADORA



Prof^ª. Dr^ª. Flavia Moraes Lins de Barros (Orientadora)
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)



Prof^º. Dr^º. Mauro Cirano - UFRJ (Coorientador)
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)



Prof^ª. Dr^ª. Nubia Beray Armond
Universidade Federal do Rio de Janeiro



Prof^º. Dr^º. Davis Pereira de Paula
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

Rio de Janeiro
2022

Dedico este trabalho a minha
esposa Aline e ao nosso filho
Joaquim.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer pela oportunidade de trabalhar e de ser orientado pelos professores Flavia Moraes Lins de Barros e Mauro Cirano. Sem dúvida não conseguiria construir esta pesquisa sem suas colaborações. Durante todo o período da pesquisa, pude contar com a ajuda de amigos que me auxiliaram na produção deste material, seja com ideias sobre a pesquisa, seja me motivando. Sabe aquela frase: “*Rafael, vamos lá. Você vai conseguir*”. Pois é, era o que eu precisava ouvir e, assim, ganhar uma energia extra pra finalizar este trabalho. Devo dizer que sou um cara de sorte por ter amigos do trabalho como: Chen Kuang Hsiao, que ensinou tudo o que sei de Cartografia e Geoprocessamento; Rodrigo Sonderman, que, com sua experiência acadêmica, pôde passar várias ideias sobre a produção de uma pesquisa científica; e Fagner, pelas discussões filosóficas.

Agradeço também aos meus pais Jorge e Marlete que se emocionam a cada conquista que eu e meu irmão realizamos; e ao meu irmão George, que sempre está disposto a me ajudar. Agradeço também aos meus sogros Márcia e Jorge, carinhosamente chamado por mim de “Dona Márcia” e “Seu Jorge”. São pessoas fundamentais na minha vida, na vida da minha esposa e do nosso filho.

Não posso deixar de agradecer a minha esposa Aline, que além de me ajudar com a experiência de quem passou por um mestrado e doutorado, sempre me apoiou e me motivou a não desistir. Além disso, foi um divisor de águas, pois minha vida mudou pra melhor com ela e com o Joaquim, nosso filho e nossa grande obra.

Encontre o que lhe traz satisfação e faça com
que seja útil à sociedade.

Marco Aurélio

RESUMO

As ressacas do mar podem ser compreendidas como fenômenos de sobrelevação do nível do mar de origem astronômica e meteoceanográfica que, somados à ação das ondas, geram efeitos e impactos no litoral, podendo resultar em danos e prejuízos dos mais diversos. Considerando a forte incidência deste fenômeno no Brasil, esta pesquisa tem como objetivo analisar as condições meteoceanográficas durante os eventos de ressaca do mar que ocorreram no estado do Rio de Janeiro, no período de 1948 a 2008, bem como os danos e impactos associados a estes eventos. O estudo foi realizado a partir de duas perspectivas: a primeira de âmbito geral, caracterizando aspectos físicos como o estado de mar, a frequência, a sazonalidade, a relação com os fenômenos El Niño / La Niña dos eventos e aspectos humanos, como os danos, as respostas e os principais agentes que atuaram durante estes eventos; e a segunda, destacando três eventos de ressaca que merecem atenção especial pela quantidade de locais que foram afetados. Matérias de jornais sobre eventos de ressaca foram relacionados com dados de reanálise de ondas do modelo *Wavewatch III*, dados de maré astronômica e de reanálise de maré meteorológica do SMC-Brasil. Além disso, estes eventos também foram relacionados com os dados do Índice de Oscilação Sul (IOS) com o objetivo de compreender uma possível influência dos fenômenos El Niño/ La Niña durante estes eventos. Foram identificados 141 eventos de ressaca, e os resultados indicaram uma concentração de ondas no quadrante sul, principalmente de direção SSO, com predomínio de ondas entre 2,5 m a 4,0 m, e períodos de pico mais significativos (120 eventos) compreendidos entre 7s e 13s. Em relação ao IOS, os resultados indicaram quase a mesma quantidade de ressacas em períodos com a ocorrência de El Niño / La Niña (72 eventos), quando comparado com períodos de neutralidade (68 eventos). Comparando os fenômenos El Niño e La Niña, os resultados indicaram que 44 eventos ocorreram no período de La Niña, enquanto 28 ocorreram no período de El Niño. Foram registrados danos e impactos relacionados, principalmente, à inundações, destruições, areias sobre as ruas e poluição sobre as praias e ruas, enquanto as respostas mais frequentes estão relacionadas à limpeza das ruas, salvamentos, interrupção de serviços e interdições nas praias e ruas que beiram a orla. Finalmente, os resultados apresentaram as características mais significativas dos eventos de ressacas do mar ocorridos no Rio de Janeiro ao longo de 60 anos, reunindo informações importantes para os agentes responsáveis pela gestão dos espaços costeiros.

Palavras-Chave: Nível do mar; Ondas; Maré Astronômica; Maré Meteorológica; Danos; Impactos.

ABSTRACT

The storm surges can be understood as phenomena of sea level rise of astronomical and meteoceanographic origin that, added to the action of the waves, generate effects and impacts on the coast, which can result in the most diverse damages and losses. Considering the strong incidence of this phenomenon in Brazil, this research aims to analyze the meteoceanographic conditions during the storm surge events that occurred in the state of Rio de Janeiro, from 1948 to 2008, as well as the damages and impacts associated with these events. The study was carried out based on two perspectives: the first one of a general scope, characterizing the physical aspects such as sea state, frequency, seasonality, the relation with El Niño / La Niña phenomena of the events and the human aspects, such as damages, the associated responses and the main agents that acted during these events; and the second, highlighting three storm surge events that deserve special attention due to the number of places that suffered damages. Newspaper articles about storm surge events were related with wave reanalysis data from the Wavewatch III model, astronomical tide data and meteorological tide reanalysis data from SMC-Brazil. In addition, these events were also related with Southern Oscillation Index (SIO) in order to investigate a possible influence of El Niño/La Niña phenomena during these events. A total of 141 storm surge events were identified, and the results indicated a concentration of waves in the south quadrant, mainly from the SSW direction, with a predominance of waves between 2.5 m to 4.0 m, and more significant peak periods (120 events) between 7 s and 13 s. Regarding the IOS, the results indicated almost the same amount of storm surge events in periods with the occurrence of El Niño / La Niña (72 events), when compared to periods of neutrality (68 events). Comparing the El Niño and La Niña phenomena, the results indicated that 44 events occurred during La Niña, while 28 occurred during El Niño. Damage and impacts related mainly to flooding, destruction, sand on the streets and pollution on the beaches and streets were recorded, while the most frequent responses are related to street cleaning, rescues, interruption of services and interdictions on beaches and streets that border the coast. Finally, the results presented the most significant characteristics of storm surge events that occurred in Rio de Janeiro over 60 years, gathering important information for the agents responsible for the management of coastal spaces.

Keywords: Sea level; Waves; Astronomical Tides; Meteorological Tides, Damages; Impacts.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Esquema explicativo de ocorrências de marés de sizígia e quadratura. Fonte: Brasil (2018b)..... | 27 |
| Figura 2 - Esquema explicativo para a formação de maré meteorológica do ponto de vista do Transporte de Ekman para a Costa sul e sudeste brasileira. Fonte: MELO (2017)..... | 30 |
| Figura 3 - Principais parâmetros das ondas. Fonte: Elaborado pelo autor..... | 32 |
| Figura 4 - Notícia de jornal extraída do portal Diário do Rio. < https://diariodorio.com/conheca-a-historia-da-maior-ressaca-do-rio-de-janeiro-2 >. Fonte: Lucena (2021)..... | 34 |
| Figura 5 - Relação entre as componentes de Temperatura d Superfície do Mr (TSM) e a pressão atmosférica. Fonte: Adaptado de Mcphaden (2015a)..... | 41 |
| Figura 6 - Distribuição geográfica dos índices que monitoram o ENOS. Fonte: (NOAA, c2022)..... | 42 |
| Figura 7 - Mapa de localização da área de estudo. Fonte: Elaborado pelo autor..... | 44 |
| Figura 8 - Mapa de localização de alguns trechos urbanizados do litoral do estado do Rio de Janeiro. Elaborado pelo autor..... | 46 |
| Figura 9 - Mapa de localização do litoral sul. Elaborado pelo autor..... | 48 |
| Figura 10 - Mapa de localização do litoral oriental. Elaborado pelo autor..... | 50 |
| Figura 11 - Mapa de localização das grades utilizadas para a simulação dos dados de reanálise de ondas. Fonte: Brasil (2018a)..... | 53 |
| Figura 12 - Mapa de localização dos pontos de saída dos dados de maré astronômica na costa do Brasil. Fonte: Brasil (2018b)..... | 55 |
| Figura 13 - Mapa de localização dos pontos de saída dos dados de maré meteorológica na costa do Brasil. Fonte: Brasil (2018b)..... | 55 |
| Figura 14 - Mapa de localização dos pontos de saída dos dados de ondas, marés astronômica e meteorológica utilizados neste estudo. Elaborado pelo autor..... | 56 |

| | |
|---|----|
| Figura 15 - Frequência anual de eventos de ressaca no estado do Rio de Janeiro (1948 – 2008), compilado a partir das notícias do Acervo O Globo. Elaborado pelo autor..... | 63 |
| Figura 16 - Rosa direcional do maior valor de altura significativa de ondas em eventos de ressaca no estado do Rio de Janeiro (1948 – 2008). Elaborado pelo autor através de dados de reanálise de ondas do modelo <i>Wavewatch III</i> que faz parte do Sistema de Modelagem Costeira do Brasil..... | 66 |
| Figura 17 - Percentual de eventos de maré astronômica durante os eventos de ressaca, no período de 1948 a 2008. Elaborado pelo autor a partir dos dados de Maré Astronômica do Sistema de Modelagem Costeira do Brasil..... | 69 |
| Figura 18 - Distribuição espacial dos locais mais impactados por eventos de ressaca no litoral do estado do Rio de Janeiro, no período de 1948 a 2008, segundo registros nos jornais pesquisados no Portal Acervo O Globo. Fonte: Elaborado pelo autor..... | 71 |
| Figura 19 - Locais mais impactados por eventos de ressaca do mar na Zona Sul da mesorregião Metropolitana do estado do Rio de Janeiro, no período de 1948 a 2008, segundo registros nos jornais pesquisados no Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor..... | 72 |
| Figura 20 - Distribuição espacial dos locais mais impactados por eventos de ressaca do mar na Zona Sul da mesorregião Metropolitana do estado do Rio de Janeiro, no período de 1948 a 2008, segundo registros nos jornais pesquisados no Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor..... | 73 |
| Figura 21 - Mapa com a dinâmica do transporte de sedimentos no Arco Leblon-Ipanema. Adaptado de Muehe (2013)..... | 74 |
| Figura 22 - Locais mais impactados por eventos de ressaca do mar no Centro e na Zona Portuária da mesorregião Metropolitana do estado do Rio de Janeiro, no período de 1948 a 2008, segundo registros nos jornais pesquisados no Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor..... | 74 |
| Figura 23 - Distribuição espacial dos locais mais impactados por eventos de ressaca do mar no Centro e Zona Portuária da mesorregião Metropolitana do estado do Rio de | |

| | |
|---|----|
| Janeiro, no período de 1948 a 2008, segundo registros nos jornais pesquisados no Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor..... | 75 |
| Figura 24 - Locais mais impactados por eventos de ressaca do mar na Zona Norte da mesorregião Metropolitana do estado do Rio de Janeiro, no período de 1948 a 2008, segundo registros nos jornais pesquisados no Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor..... | 75 |
| Figura 25 - Distribuição espacial dos locais mais impactados por eventos de ressaca do mar na Zona Norte da mesorregião Metropolitana do estado do Rio de Janeiro, no período de 1948 a 2008, segundo registros nos jornais pesquisados no Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor..... | 76 |
| Figura 26 - Locais mais impactados por eventos de ressaca do mar na Zona Norte da mesorregião Metropolitana do estado do Rio de Janeiro, no período de 1948 a 2008, segundo registros nos jornais pesquisados no Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor..... | 77 |
| Figura 27 - Distribuição espacial dos locais mais impactados por eventos de ressaca do mar na Zona Oeste da mesorregião Metropolitana do estado do Rio de Janeiro, no período de 1948 a 2008, segundo registros nos jornais pesquisados no Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor..... | 77 |
| Figura 28 - Locais mais impactados por eventos de ressaca do mar na região oceânica de Niterói, localizado na mesorregião Metropolitana do estado do Rio de Janeiro, no período de 1948 a 2008, segundo registros nos jornais pesquisados no Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor..... | 78 |
| Figura 29 - Distribuição espacial dos locais mais impactados por eventos de ressaca do mar na região oceânica de Niterói, localizada na mesorregião Metropolitana do estado do Rio de Janeiro, no período de 1948 a 2008, segundo registros nos jornais pesquisados no Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor..... | 79 |
| Figura 30 - Distribuição espacial dos locais mais impactados por eventos de ressaca do mar na mesorregião Sul Fluminense e Costa Verde do estado do Rio de Janeiro, no período de 1948 a 2008, segundo registros nos jornais pesquisados no Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor..... | 80 |

| | |
|---|----|
| Figura 31 - Locais mais impactados por eventos de ressaca do mar na mesorregião das Baixadas Litorâneas do estado do Rio de Janeiro, no período de 1948 a 2008, segundo registros nos jornais pesquisados no Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor..... | 81 |
| Figura 32 - Distribuição espacial dos locais mais impactados por eventos de ressaca do mar na mesorregião das Baixadas Litorâneas do estado do Rio de Janeiro, no período de 1948 a 2008, segundo registros nos jornais pesquisados no Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor..... | 81 |
| Figura 33 - Locais mais impactados por eventos de ressaca do mar na mesorregião Norte Fluminense do estado do Rio de Janeiro, no período de 1948 a 2008, segundo registros nos jornais pesquisados no Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor..... | 82 |
| Figura 34 - Distribuição espacial dos locais mais impactados por eventos de ressaca do mar na mesorregião Norte Fluminense do estado do Rio de Janeiro, no período de 1948 a 2008, segundo registros nos jornais pesquisados no Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor..... | 82 |
| Figura 35 - Danos e impactos mais frequentes no litoral do estado do Rio de Janeiro em eventos de ressaca, no período de 1948 a 2008, segundo registros nos jornais pesquisados no Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor..... | 83 |
| Figura 36 - Notícia sobre os impactos de um evento de ressaca na praia da Barra, distrito de Macaé, no dia 9 de Outubro de 1971. Fonte: Acervo O Globo..... | 84 |
| Figura 37 - Destruição de calçadão pela ressaca do mar, na Avenida do Pontal, praia da Macumba, no dia 6 de Setembro de 2006. Fonte: Acervo O Globo..... | 85 |
| Figura 38 - Registro de naufrágio ocorrido entre o Pão de Açúcar e a Fortaleza da Laje no dia 25 de Novembro de 1968. Fonte: Acervo O Globo..... | 85 |
| Figura 39 - Registro de casos de afogamentos e mortes decorrentes do evento de ressaca do mar, no dia 9 de Janeiro de 1974. Fonte: Acervo O Globo..... | 86 |

| | |
|--|----|
| Figura 40 - Mapa de localização das mesorregiões do estado do Rio de Janeiro. Elaborado pelo autor..... | 87 |
| Figura 41 - Percentual dos tipos de danos e impactos por mesorregiões no litoral do estado do Rio de Janeiro. Elaborado pelo autor com base registros do Portal Acervo O Globo..... | 87 |
| Figura 42 - Tipos de respostas mais frequentes aos danos e impactos no litoral do estado do Rio de Janeiro em eventos de ressaca, no período de 1948 a 2008, segundo registros nos jornais pesquisados no Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor..... | 88 |
| Figura 43 - Inundação na Avenida Delfim Moreira em um evento de ressaca no dia 27 de maio no ano de 2003. Fonte: Portal Acervo O Globo..... | 89 |
| Figura 44 - Título de uma notícia relatando o salvamento de 21 banhistas, além da morte de um turista em Grumari, registrado no dia 13 de março do ano de 1984. Fonte: Portal Acervo O Globo..... | 89 |
| Figura 45 - Notícia sobre obras de reparo do interceptor oceânico na Praia de Icaraí que ficou danificado em função da ressaca do mar, registrado no dia 21 de agosto do ano de 1988. Fonte: Portal Acervo O Globo..... | 90 |
| Figura 46 - Mapa de localização das mesorregiões do estado do Rio de Janeiro. Elaborado pelo autor..... | 91 |
| Figura 47 - Percentual dos tipos de respostas aos danos e impactos por mesorregiões no litoral do estado do Rio de Janeiro. Elaborado pelo autor com base registros do Portal Acervo O Globo..... | 91 |
| Figura 48 - Relação entre as respostas aos danos e impactos decorrentes de ventos de ressaca do mar durante o período de 1949 a 2008. Elaborado pelo autor a partir de registros do Portal Acervo O Globo..... | 93 |
| Figura 49 - Monitoramento do Índice de Oscilação Sul meados do período de 1969/1978 (Janeiro 1974) até meados de 1979/1988 (Janeiro de 1984). Adaptado de NOAA (c2022)..... | 94 |

| | |
|---|-----|
| Figura 50 - Locais atingidos pela ressaca do mar ocorrida em agosto de 1988 segundo registro dos jornais pesquisados no Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor..... | 103 |
| Figura 51 - Percentual dos principais danos e impactos associados à ressaca do mês de agosto do ano de 1988 segundo registros do Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor..... | 104 |
| Figura 52 - Invasão do mar sobre a faixa de areia em Copacabana, registrado no dia 12 de agosto de 1988. Fonte: Portal Acervo O Globo..... | 104 |
| Figura 53 - Invasão do mar no Iate Clube do Rio de Janeiro, registrado no dia 13 de agosto de 1988. Fonte: Portal Acervo O Globo..... | 105 |
| Figura 54 - Rompimento de tubulação da elevatória do Leblon causado pela ressaca do mar, registrado no dia 11 de agosto de 1988 no Portal Acervo O Globo..... | 106 |
| Figura 55 - Locais atingidos pela ressaca do mar ocorrida em abril de 1966 segundo registro dos jornais pesquisados no Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor..... | 108 |
| Figura 56 - Percentual dos principais danos e impactos associados à ressaca do mês de abril do ano de 1966 segundo registros do Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor..... | 108 |
| Figura 57 - Recuo da faixa de areia na praia do Arpoador registrado no dia 13 de abril do ano de 1966. Fonte: Portal Acervo O Globo..... | 109 |
| Figura 58 - Locais atingidos pela ressaca do mar ocorrida em maio de 2001 segundo registro dos jornais pesquisados no Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor..... | 112 |
| Figura 59 - Percentual dos principais danos e impactos associados à ressaca do mês de maio do ano de 2001 segundo registros do Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor..... | 113 |
| Figura 60 - Mar invade a pista da Av. Delfim Moreira, no Leblon, na ressaca registrada no dia 7 de maio do ano de 2001. Fonte: Portal Acervo O Globo..... | 113 |

| | |
|---|-----|
| Figura 61 - Lixo acumulado pela ressaca no Aterro registrado no dia 8 de maio do ano de 2001. Fonte: Portal Acervo O Globo..... | 114 |
| Figura 62 - Esquema ilustrativo demonstrando o represamento das águas dos rios por ação das ressacas do mar. Portal Acervo O Globo 8 de Maio de 2001..... | 114 |
| Figura 63 - Canais e lagoas ficaram represados pela força das ondas de ressaca, levando-os a transbordarem, causando inundação de casas na Barra da Tijuca (a) e Ilha do Fundão (b). Portal Acervo O Globo 8 de maio de 2001..... | 115 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Características dos ciclones extratropicais na costa leste da América do Sul. Fonte: Reboita (2008)..... | 38 |
| Tabela 2 - Escala do Estado de Mar adotada pela Marinha do Brasil. Adaptado pelo autor. Fonte: < https://www.marinha.mil.br/chm/sites/www.marinha.mil.br.chm/files/u2035/estado_d_o_mar.pdf >..... | 57 |
| Tabela 3 - Parâmetros analisados para a caracterização dos eventos de ressaca. Elaborado pelo autor..... | 58 |
| Tabela 4 - Informações que constam no inventário. Elaborado pelo autor..... | 59 |
| Tabela 5 - Distribuição das estações do ano por mês. Elaborado pelo autor..... | 59 |
| Tabela 6 - Tipologia de danos e impactos decorrentes de eventos de ressaca e exemplos de registros correspondentes. Compilado a partir de notícias do Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor..... | 60 |
| Tabela 7 - Tipologia de respostas aos danos e impactos decorrentes dos eventos de ressaca e exemplos de registros correspondentes. Compilado a partir de notícias do Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor..... | 61 |
| Tabela 8 - Relação entre a quantidade de locais registrados por eventos de ressaca, compilado a partir das notícias do Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor..... | 62 |
| Tabela 9 - Sazonalidade dos eventos de ressaca no estado do Rio de Janeiro (1948 – 2008), compilado a partir de notícias do Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor..... | 65 |
| Tabela 10 - Período de pico durante eventos de ressaca entre os anos de 1948 a 2008. Elaborado pelo autor através de dados de reanálise de ondas que integra o Sistema de Modelagem Costeira do Brasil. Elaborado pelo autor..... | 66 |

| | |
|---|-----|
| Tabela 11 - IOS e maior valor de altura significativa de ondas associados à El Niño / La Niña durante as ressacas no RJ (1948 – 2008). Elaborado pelo autor a partir de dados do IOS da NOAA..... | 68 |
| Tabela 12 - Intervalo de valores de Maré Meteorológica por eventos de ressaca no estado do Rio de Janeiro (1948 - 2008). Elaborado pelo autor com base nos dados de Maré Meteorológica que integra o Sistema de Modelagem Costeira do Brasil..... | 68 |
| Tabela 13 - Intervalo de valores de Maré Astronômica por eventos de ressaca no estado do Rio de Janeiro (1948 - 2008). Elaborado pelo autor com base nos dados de Maré Astronômica que integram o Sistema de Modelagem Costeira do Brasil..... | 68 |
| Tabela 14 - Soma dos valores de Maré Meteorológica e Astronômica. Elaborado pelo autor com base nos dados de Maré Meteorológica e Astronômica que integram o Sistema de Modelagem Costeira do Brasil..... | 69 |
| Tabela 15 - Caracterização regional dos eventos de ressaca no estado do Rio de Janeiro durante o período de 1948 a 2008 para a classe mais abundante em cada um dos parâmetros. Elaborado pelo autor..... | 101 |
| Tabela 16 - Parâmetros meteoceanográficos das ressacas no litoral do estado do Rio de Janeiro – Agosto de 1988. Elaborado pelo autor..... | 102 |
| Tabela 17 - Parâmetros meteoceanográficos das ressacas no litoral do estado do Rio de Janeiro – Abril de 1966. Elaborado pelo autor..... | 107 |
| Tabela 18 - Parâmetros meteoceanográficos das ressacas no litoral do estado do Rio de Janeiro – maio de 2001. Elaborado pelo autor..... | 111 |
| Tabela 19 - Comparação entre os parâmetros de valores médios mais frequentes para todo o estado com os dois eventos analisados. Elaborado pelo autor..... | 117 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 1 - Características dos índices que monitoram o ENOS por região. Adaptado de NCAR [S.D]..... | 41 |
| Quadro 2 - Principais atores envolvidos durante os eventos de ressaca e suas respectivas ações. Elaborado pelo autor com base em registros do Portal Acervo O Globo..... | 94 |
| Quadro 3 - Medidas adotadas contra os efeitos das ressacas do mar. Adaptado pelo autor a partir de registros da matéria do dia 21 de maio do ano de 1999. Fonte: Portal Acervo O Globo..... | 98 |
| Quadro 4 - Conselhos para evitar a ressaca do mar. Adaptado do registro da matéria do dia 21 de maio do ano de 1999. Fonte: Portal Acervo O Globo..... | 99 |

LISTA DE SIGLAS

CEDAE Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro.

COMLURB Companhia Municipal de Limpeza Urbana.

COPPE Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

DER Departamento de Estradas e Rodagens.

DHN - Diretoria de Hidrografia e Navegação.

ENOS - El Niño Oscilação Sul.

ESAG - Empresa de Saneamento da Guanabara.

FEEMA - Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

IEMAP - Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira.

IOS - Índice de Oscilação Sul

IPLANRIO - Instituto Municipal de Planejamento do Rio de Janeiro.

NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration.

SMC - Sistema de modelagem Costeira.

SURSAN - Superintendência de Urbanização e Saneamento do Estado da Guanabara.

UERJ - Universidade Estadual do Rio de Janeiro.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 23 |
| 1.1 Objetivos | 26 |
| 1.1.1 Objetivos gerais..... | 26 |
| 1.1.2 Objetivos específicos..... | 26 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO | 27 |
| 2.1 Nível do Mar | 27 |
| 2.1.1 Maré Astronômica..... | 27 |
| 2.1.2 Maré Meteorológica..... | 29 |
| 2.2 Ondas | 31 |
| 2.3 Ressacas do Mar | 34 |
| 2.3.1 Origem das ressacas do mar..... | 36 |
| 2.3.1.1 Frentes..... | 37 |
| 2.3.1.2 Ciclones extratropicais..... | 37 |
| 2.4 El Niño Oscilação Sul (ENOS) | 39 |
| 2.5 Hemerografia no estudo das ressacas do mar | 42 |
| 3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO | 44 |
| 3.1 Litoral Sul do estado do Rio de Janeiro | 47 |
| 3.2 Litoral Oriental do estado do Rio de Janeiro | 49 |
| 4 METODOLOGIA | 52 |
| 4.1 Condição de Maré Astronômica | 52 |
| 4.2 Condições de mar | 52 |
| 4.3 Índice de Oscilação Sul (IOS) | 56 |
| 4.4 Escala Douglas | 57 |
| 4.5 Inventário dos eventos de ressaca do mar | 58 |
| 4.6 Sazonalidade dos eventos de ressaca do mar | 59 |

| | |
|---|-----------|
| 4.7 Tipologia dos danos e impactos associados a eventos de ressaca do mar..... | 59 |
| 4.8 Tipologia das respostas associadas aos danos e impactos decorrentes dos eventos de ressaca do mar..... | 61 |
| 4.9 Critérios para escolha dos estudos de caso..... | 62 |
| 5 RESULTADOS..... | 63 |
| 5.1 Caracterização Geral..... | 63 |
| 5.1.1 Frequência e sazonalidade dos eventos de ressaca do mar..... | 63 |
| 5.1.2 Condições de mar associadas aos eventos de ressaca do mar..... | 65 |
| 5.1.3 Índice de Oscilação Sul (IOS) e eventos de ressaca do mar..... | 67 |
| 5.1.4 Nível do mar associado aos eventos de ressaca do mar..... | 68 |
| 5.1.5 Locais mais impactados por eventos de ressaca do mar no litoral do estado do Rio de Janeiro..... | 69 |
| 5.1.6 Locais mais impactados por mesorregiões..... | 71 |
| 5.1.6.1 Mesorregião Metropolitana (Zona Sul)..... | 72 |
| 5.1.6.2 Mesorregião Metropolitana (Centro e Zona Portuária)..... | 74 |
| 5.1.6.3 Mesorregião Metropolitana (Zona Norte)..... | 75 |
| 5.1.6.4 Mesorregião Metropolitana (Zona Oeste)..... | 76 |
| 5.1.6.5 Mesorregião Metropolitana (Região Oceânica de Niterrói)..... | 78 |
| 5.1.6.6 Mesorregião Sul Fluminense e Costa Verde..... | 79 |
| 5.1.6.7 Mesorregião das Baixadas Litorâneas..... | 80 |
| 5.1.6.8 Mesorregião Norte Fluminense..... | 82 |
| 5.1.7 Tipologia dos danos e impactos decorrentes de eventos de ressaca do mar no litoral do estado do Rio de Janeiro..... | 83 |

| | |
|---|------------|
| 5.1.7.1 Tipologia dos danos e impactos por mesorregiões no litoral do estado do Rio de Janeiro..... | 86 |
| 5.1.8 Tipologia das respostas aos danos e impactos decorrentes de eventos de ressaca do mar no litoral do estado do Rio de Janeiro..... | 88 |
| 5.1.8.1 Tipologia das respostas aos danos e impactos por mesorregiões no litoral do estado do Rio de Janeiro..... | 90 |
| 5.1.9 Série histórica da relação entre os danos e as respostas..... | 92 |
| 5.1.10 Principais atores envolvidos durante os eventos de ressaca do mar..... | 94 |
| 5.1.11 Síntese dos resultados anteriores..... | 100 |
| 5.2 Estudos de caso..... | 101 |
| 5.2.1 Primeiro evento: agosto de 1988..... | 101 |
| 5.2.2 Segundo evento: abril de 1966..... | 107 |
| 5.2.3 Terceiro evento: maio de 2001..... | 110 |
| 5.3 Comparação entre os parâmetros considerados mais frequentes para todo o estado e para os três eventos de ressaca analisados..... | 115 |
| 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 118 |
| 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 122 |

1 INTRODUÇÃO

Ocorrendo com certa frequência em determinadas épocas do ano no estado do Rio de Janeiro, as ressacas do mar costumam ganhar espaço nos principais veículos de informação por conta dos danos e impactos a ela vinculados, mas também como um evento contemplativo, sendo muitas vezes noticiado como um espetáculo da natureza. Assim como todo o litoral do Brasil, o estado do Rio de Janeiro possui uma linha de costa com características muito dinâmicas, e isso se deve a um conjunto de agentes e processos que atuam diretamente na modificação deste espaço ao longo do tempo. Processos tectônicos e costeiros, juntamente com a atuação do homem são exemplos de agentes atuantes na formação da paisagem costeira.

Já se sabe que as ações antrópicas — obras de engenharia costeira, construções de estabelecimentos e residências — ao agirem sobre os espaços costeiros para atender diferentes tipos de usos, não dão a devida importância aos processos citados anteriormente, resultando, muitas vezes, em danos e impactos de vários tipos. Acrescenta-se que a própria legislação ambiental, muitas vezes, não considera os processos costeiros. E a frequência destes eventos e os impactos relacionados foram ganhando espaços como notícias dos jornais. Por exemplo, o jornal O Globo do dia 6 de Abril de 1966 registrou 17 locais impactados por um evento de ressaca, relatando a destruição de casas, lojas e barcos; inundações; mortes, entre outros (A RESSACA, 06/04/1966). A matéria do dia 09 de outubro de 1971, também do jornal O Globo, registrou uma ressaca que causou a inundação de 400 casas em Barra de Macaé (EM MACAÉ, 09/10/1971). Outro caso noticiado foi a destruição de quarenta barcos de pesca em um evento de ressaca em Guaratiba, bairro pertencente ao município do Rio de Janeiro (RESSACA, 04/08/1992). Outros casos podem ser citados em artigos científicos, como o caso ocorrido em Maricá, na Região dos Lagos, estado do Rio de Janeiro, onde Lins-de-Barros (2005) destacou prejuízos de aproximadamente R\$ 3 milhões de reais durante um evento de ressaca em maio de 2001, com a destruição de construções na orla e a posterior desvalorização imobiliária local.

Notícias deste tipo não são novidade no litoral do estado do Rio de Janeiro. Estes são apenas alguns exemplos das consequências das ressacas que atingem o litoral do estado do Rio de Janeiro e que também não são recentes no Brasil, demonstrando que não se trata de um fenômeno desconhecido ou apenas vinculado às mudanças climáticas atuais. O site do Acervo

O Globo¹ reúne registros de notícias relacionadas a danos e impactos decorrentes de eventos de ressaca na linha de costa, sendo uma importante fonte de registro e de auxílio para o conhecimento da população e para a comunidade científica.

Além dos danos e impactos, outros fatos são relatados nos jornais, como as respostas aos danos. Em notícia de jornal de 1987, foi noticiado que, após o rompimento de uma tubulação de esgotos no Leblon, decorrente de um evento de ressaca, a CEDAE, depois de dois dias, começou a realizar a recuperação da tubulação (RESSACA, 07/09/1987).

Diferentes olhares sobre este fenômeno também são noticiados, ou seja, a forma como um evento de ressaca é percebido. É o caso de notícias que revelam as ressacas como um evento de desastre, mas que também as percebem como um “show” da natureza e um grande atrativo para população e para os turistas que visitam a cidade, como no caso do jornal O Globo 12/05/1987, onde as ressacas foram noticiadas como um espetáculo que atraiu a atenção de pessoas que foram apreciar do alto das escadarias no final do Leblon a fúria do oceano (FÚRIA, 12/05/1987).

Com isso, nota-se o potencial dos meios de comunicação de atribuir diferentes percepções sobre o evento, ou seja, ressacas sendo percebidas como um desastre natural, causando danos e impactos nas zonas costeiras, suscitando respostas ao evento, bem como do ponto de vista do espetáculo e da atração turística, demonstrando a sobreposição de significados ambientais, sociais e culturais deste evento que ocorre exclusivamente nos espaços costeiros.

Além disso, outros recursos vêm sendo trabalhados por pesquisadores para analisar esse fenômeno. Dentre estes, Matos, (2013) destacam a importância do estudo sobre o “grau de agitação marítima”, sugerindo o emprego de modelos como instrumento para simular a propagação de ondas, concluindo que os mesmos, embora tenham suas limitações, são grandes instrumentos que auxiliam na compreensão do ambiente estudado com o propósito de prevenir e minimizar possíveis problemas, contribuindo também para a simulação de cenários futuros. A título de exemplo, podem ser citados Bulhões (2007) e Souza *et al.* (2015) que realizaram estudos sobre o clima de ondas em eventos extremos na mesorregião Norte-Fluminense do estado do Rio de Janeiro, simulando a propagação de ondas para águas rasas.

¹ Site: Portal Acervo O Globo. Disponível em: <<http://acervo.oglobo.globo.com>>

Outros autores concentraram seus estudos sobre os sistemas de baixa pressão, como Cimó & Horn Filho (2004), em estudo sobre a caracterização e distribuição espacial das ressacas e áreas de risco em Santa Catarina, para o período de 1991 a 2009, que identificaram cinco episódios de ressacas associados à formação de sistemas de baixa pressão, como ciclone extratropical, quatro episódios com atuação de frentes frias, três sob a atuação de ventos do sul, sudeste e leste, além de outros episódios relacionados com maré meteorológica. Souza *et al.* (2018) usaram o método hemerográfico para montar um banco de dados sobre eventos extremos, como ressacas e inundações na Região Metropolitana da Baixada Santista, numa escala temporal de 88 anos, no período de 1928 a 2016. Na região nordeste do Brasil, Paula *et al.* (2015) analisaram historicamente os eventos de ressacas do mar no litoral de Fortaleza, Ceará, destacando a origem, características e impactos.

Percebe-se o estudo das ressacas do mar sobre diferentes ângulos, o que é enriquecedor, uma vez que, aos olhares de distintas áreas do conhecimento, novas interpretações se revelam, contribuindo, cada vez mais, para a compreensão e complexidade deste fenômeno, e este trabalho, assim como os anteriores, também tem o propósito de contribuir com novas informações, compreendendo as ressacas à luz dos processos físicos e sociais.

Durante as estratégias de planejamento para o melhor gerenciamento do uso da terra, os agentes públicos reúnem, em sua agenda, uma série de variáveis que atuam ou podem vir a atuar no território de um município, estado ou país. São discutidas questões sobre mobilidade urbana, segurança pública, turismo, obras públicas, etc. O conhecimento da distribuição e incidência das ressacas sobre a linha de costa, bem como dos eventos que a potencializam, como as condições das ondas, marés, sistemas atmosféricos e o processo de ocupação, pode ser mais uma dessas variáveis, tendo sua relevância para os gestores públicos na elaboração de planos que visam à segurança dos banhistas, na segurança de construções próximas da linha de costa e nas ações de licenciamento para a instalação obras no litoral, ou seja, trata-se de um conhecimento relevante para no ordenamento territorial.

O primeiro capítulo é uma introdução sobre o tema central da pesquisa, apontando diferentes abordagens deste na literatura e nos meios de comunicação, assim como ressaltando a importância de seu estudo; o segundo capítulo trata dos objetivos gerais e específicos desta pesquisa; no terceiro capítulo foram discutidas as bases conceituais que nortearam a pesquisa, tais como: nível do mar, ondas; ressacas do mar; El Niño Oscilação Sul (ENOS); e

hemerografia no estudo das ressacas do mar. No quarto capítulo foi realizada a caracterização da área de estudo; o quinto capítulo trata da metodologia adotada para a pesquisa; no sexto capítulo foram apresentados os resultados; o sétimo capítulo refere-se às considerações finais da pesquisa; e o oitavo capítulo trata das referências bibliográficas.

1.1 Objetivos

1.1.1 Gerais

- ✓ Analisar e compreender as condições meteoceanográficas e a distribuição espaço-temporal dos eventos de ressaca do mar e seus impactos no período de 1948 a 2008 no litoral do estado do Rio de Janeiro.

1.1.2 Específicos

- ✓ Caracterizar e identificar os eventos de ressacas do mar;
- ✓ Caracterizar agitação marítima durante os eventos de ressaca;
- ✓ Determinar uma tipologia de danos e impactos² e uma tipologia de respostas aos impactos durante os eventos de ressaca;
- ✓ Analisar os danos e impactos das ressacas do mar em três estudos de caso.

² Nesta pesquisa, danos estão relacionados à destruição de estabelecimentos, estruturas de engenharia costeira, entre outros. Já os impactos nem sempre estão relacionados a algum tipo de dano. Um exemplo de impacto sem ocorrência de danos são as areias nas pistas depois de um evento de ressaca. Neste caso, não houve destruição, logo não houve dano. No entanto, a areia na pista é um impacto que traz problemas de mobilidade dos transportes que circulam pela orla.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Maré (tipos, classificação, causas e ciclos)

2.1.1 Maré Astronômica

Marés astronômicas são movimentos periódicos de subida e descida do nível do mar e de outros corpos d'água ligados ao oceano, como lagunas, estuários, entre outros que têm suas causas ligadas, principalmente, a interferência da Lua e do Sol sobre o campo gravitacional da Terra³. O efeito da lua e do sol em algumas ocasiões se soma e em outras situações se opõe (BRASIL, 2018b). Neste caso, quando a lua e o sol estão alinhados (Lua nova e cheia) as marés são chamadas de sizígia, e quando esse alinhamento não ocorre (Lua crescente e minguante), são chamadas de quadratura (BRASIL, 2018b) (Figura 1). As maiores preamares e baixamares ocorrem durante as marés de sizígia, enquanto as menores ocorrem nas marés de quadratura (BRASIL, 2018b).



Figura 1: Esquema explicativo de ocorrências de marés de sizígia e quadratura. Fonte: Brasil (2018b).

Pugh (1987) define a maré astronômica como movimentos periódicos relacionados à amplitude e fases de forças geofísicas, conhecida pelos pesquisadores de forças geradoras de maré (FGM).

Do ponto de vista de Pugh (1987), as forças geofísicas dominantes são uma função da variação do campo gravitacional da superfície da Terra, causado por movimentos regulares nos sistemas lua-terra e sol-terra. Tal fenômeno é conhecido pela comunidade científica como maré astronômica.

³Glossário do site da Revista Gestão Costeira Integrada: Disponível em: <http://www.aprh.pt/rgci/glossario/mare.html>. Acesso em: 20 ago. de 2019.

A primeira tentativa de descrever as forças que geravam as marés foram realizadas por Newton, com a Teoria do Equilíbrio, e, posteriormente, foi complementada com a Teoria Dinâmica, no século XVII (BRASIL, 2018b). A ideia da teoria do Equilíbrio era determinar a forma que a superfície do oceano adquiriria em uma terra coberta por água, sem inércia ou correntes (BRASIL, 2018b). Desta forma, foi possível explicar as forças que geram as marés (BRASIL, 2018b). No entanto, na tentativa de descrever as marés, ocorrem algumas discrepâncias porque a teoria não considera que a Terra não se encontra totalmente coberta por água; não considera as bacias oceânicas com suas formas irregulares e profundidade variável; a força de Coriolis que altera os movimentos associados com a maré e a inércia das massas de água (BRASIL, 2018b). Diante deste fato, Melo (2017) destaca também a inutilidade da maré de equilíbrio para descrever a distribuição geográfica da maré nas Bacias Oceânicas. Posteriormente, com a Teoria Dinâmica, foram aplicadas equações de hidrodinâmica que levava em consideração a configuração das bacias oceânicas, a força de Coriolis, a profundidade e os efeitos da inércia, além de manter as forças geradoras (BRASIL, 2018b).

Melo (2017) ao realizar uma discussão sobre o conceito de maré astronômica, aponta que esse fenômeno não tem sua origem ligada apenas às FGM, pois o autor considera a existência de outro elemento que age como resposta às FGM. Esses elementos são as ondas de maré, que segundo o autor, propagam-se e adequam-se à topografia e ao formato das bacias oceânicas. Além disso, essas ondas geram pontos anfidrômicos, em torno dos quais a onda gira, e é nula a variação vertical do nível do mar. Logo, a amplitude da maré astronômica em uma costa vai depender da amplitude também das ondas da maré astronômica oceânica na borda da plataforma continental que, por sua vez, vai depender das características da plataforma continental, bem como da distância entre os pontos anfidrômicos e a linha de costa (MELO, 2017). Assim, elementos como linha de costa, ondas, topografia, formato das bacias oceânicas e posição dos pontos anfidrômicos resultam em diferentes amplitudes de marés distribuídas no litoral.

Por fim, a maré astronômica tem implicações relevantes na dinâmica e morfologia de uma praia, assim como na determinação do nível máximo ou cota de inundação em uma praia (BRASIL, 2018b).

2.1.2 Maré Meteorológica

Para Melo (2017) o termo maré tem uma abrangência maior justamente pelo fato de ocorrerem variações do nível do mar que não são geradas por forças envolvendo a atração gravitacional do sistema Lua-Terra e Sol-Terra. Por isso, o autor sugere que a palavra maré venha acompanhada de um adjetivo a fim de qualificar os fenômenos associados, abrindo possibilidades para fenômenos, tais como: maré meteorológica, maré de tempestade, maré de vento, dentre outras.

Em se tratando de sobrelevações verificadas em situações onde ocorrem ressacas, Taborta & Dias (1992) atribuem a condições meteorológicas anômalas, associadas a variações no campo de pressão atmosférico e/ ou da ação de ventos fortes e prolongados. Ainda durante estes eventos, além da influência das marés astronômicas, soma-se também a sobrelevação do mar causada pela componente residual de não maré (*non-tidal*), sendo o resultado da diferença entre maré astronômica e não maré, conhecido por maré meteorológica (PUGH, 1987). A associação deste fenômeno à passagem de frentes frias sugere a escala de tempo dos sistemas atmosféricos sinóticos, algo entre dias e semanas, como a faixa de períodos de interesse da maré meteorológica (MELO, 2017).

Marone & Camargo (1994), destacam que as variações da pressão atmosférica e a troca de *momentum* entre a atmosfera e o mar são as duas causas que provocam marés meteorológicas, sendo que os efeitos devido à pressão da atmosfera são da ordem de 10%, enquanto que o restante está relacionado à tensão de cisalhamento da superfície com o mar. Segundo os autores, o fator mais importante para a geração de maré meteorológica é a pista de vento (*fetch*), definida pelos autores como: “tamanho da área oceânica onde efetivamente ocorre a troca de momentum entre o ar e o mar (MARONE & CAMARGO, 1994, p.73)”. Ainda de acordo com os autores, esse fenômeno é relevante quando os registros são maiores do que os previstos pela maré astronômica, causando efeitos como intrusão de água do mar em locais onde isso, normalmente, não costuma acontecer, levando a inundações, bem como a geração de ondas de superfície com poder destrutivo, conhecido como ressacas.

Melo (2017) buscou explicar a formação de maré meteorológica local a partir da atuação de ventos paralelos à linha de costa por meio de um mecanismo físico baseado no transporte de Ekman, embora reconheça que este mesmo mecanismo é fundamentalmente incompleto em se tratando de um vento que varia ao longo de uma costa longa e bordejada

por uma plataforma continental larga (MELO, 2017). Isto porque, segundo o autor, o mecanismo baseado no transporte de Ekman compreende que as variações do nível decorrentes vão manter-se estáticas, o que o autor considera incorreta.

Na costa sul/sudeste brasileira este mecanismo explicará como os ventos paralelos à linha de costa irão induzir transporte global de água na direção da terra, sendo o sentido do vento um fator que irá definir a resposta do nível (MELO, 2017). Neste caso, um vento paralelo, com a costa à sua esquerda, o transporte de Ekman ocorrerá do mar para a terra, e como a costa é uma barreira impermeável, haverá o acúmulo de água, causando a sobrelevação do nível do mar e gerando uma maré meteorológica positiva, enquanto o vento com a costa a sua direita ocorreria o contrário, ou seja, o transporte de Ekman ocorrerá da terra para mar, induzindo o rebaixamento do nível e gerando uma maré meteorológica negativa (Figura 2).

Esquema do Mecanismo Físico para geração da Maré Meteorológica *local* na Costa S/SE brasileira pelo Vento



Figura 2: Esquema explicativo para a formação de maré meteorológica do ponto de vista do Transporte de Ekman para a Costa sul e sudeste brasileira. Fonte: Melo (2017).

O efeito líquido da tensão do vento resulta no transporte de águas de uma camada superficial (camada de Ekman) numa direção perpendicular à direção do vento (Transporte de Ekman), dentro de um balanço de forças global onde a tensão do vento é equilibrada pela força de Coriolis associada à velocidade média da camada (Balanço de Ekman) (Melo, 2017).

Diversos trabalhos são realizados com o propósito de identificar os efeitos de uma maré meteorológica sobre a linha de costa. Taborta & Dias (1992) estudaram a sobrelevação do nível do mar de origem meteorológica durante os temporais de fevereiro e março de 1978 e dezembro de 1981, na costa portuguesa, a partir de dados de oito estações maregráficas

(Viana do Castelo, Leixões, Aveiro, Cascais, Lisboa, Tróia, Sines e Lagos). Segundo os autores, durante os temporais, os valores máximos de sobrelevação momentânea observados nessas estações maregráficas, variou entre 0,4 e 0,9 m e 0,4 e 1,2 m. No entanto, ainda segundo os autores, os níveis máximos de amplitude atingiram valores que variaram entre 3,8 e 4,3 m para o temporal de 1978 e 3,6 e 4,0 m para o temporal de 1981/82, excedendo a maré máxima prevista em 0,4 a 0,7 m. Tais estudos têm sua relevância uma vez que, durante este período, foram registrados vários danos e prejuízos decorrentes deste evento. Marone & Camargo (1994) procuraram identificar quais fatores tiveram importância em um evento ocorrido nos dias 18 e 19 de agosto de 1993, no litoral do estado do Paraná, quando ocorreu uma maré meteorológica no sudeste do Brasil, atingindo diversas cidades acompanhadas da atuação de ondas e inundações. Dalinghaus *et al.* (2015), ao realizarem estudo com o objetivo de abordar diferentes metodologias para análise das consequências das marés de tempestade em ambientes praias antropizados e naturais, identificaram os padrões meteorológicos com o objetivo de verificar a influência destes na maré meteorológica dentro da enseada. Campos *et al.* (2010), em estudo sobre a caracterização de eventos extremos do nível do mar em Santos, destacam a presença de marés meteorológicas negativas, sendo oscilações negativas do nível do mar que costumam causar problemas para a navegação de grande porte, dificultando processos como os de acesso e atracação. Muehe (2011), em estudo realizado no litoral entre o Rio de Janeiro e Cabo Frio com o propósito de discutir a erosão costeira como uma tendência ou um evento extremo, citou a influência tanto da maré astronômica quanto da maré meteorológica sobre o evento de ressaca em maio de 2001. Segundo o autor, este evento, que atingiu o litoral sul e sudeste do Brasil, foi gerado por um ciclone extratropical que teve seu efeito ampliado por conta da maré de sizígia e do empilhamento de água por fortes ventos. O autor ainda destacou que o empilhamento chegou a uma elevação da ordem de um metro acima da altura prevista para a preamar.

2.2 Ondas

Durante os eventos de ressaca, a entrada de frentes frias e ciclones extratropicais causam uma grande agitação na superfície do mar, formando ondas com o potencial de causar danos e impactos sobre as construções que beiram a orla, erosão na linha de costa e riscos àqueles que se arriscam entrando no mar ou mesmo ficando na faixa de areia. Concomitante com as marés astronômicas, meteorológica, frentes frias e os ciclones extratropicais, as ondas são relevantes para o entendimento do conceito de ressacas do mar.

Ondas são ondulações da superfície do mar que tem o vento como fonte de geração (KOMAR, 1976; MUEHE, 1994; SILVA *et al.* 2004; BIRD, 2008). Ao soprar em rajadas, o vento exerce uma variação na pressão, provocando oscilação vertical na superfície da água que se torna rugosa, e a combinação da variação de pressão, tração e turbulência, molda a configuração dessas ondulações (MUEHE, 1994).

Segundo Klumb-Oliveira (2015), a intensidade da deformação provocada pelo vento irá caracterizar a forma e o comportamento das ondas, principalmente no que diz respeito à variação dos parâmetros de altura e comprimento.

O movimento orbital em ondas não é totalmente completo, de modo que as partículas de água se movem para frente à medida que cada onda passa, produzindo um leve desvio de água na direção do avanço da onda (BIRD, 2008). Os principais parâmetros de uma onda são a altura (H) que seria a diferença vertical entre a cava e a crista, a amplitude (a) que é a metade da altura, o comprimento (L) que é a distância entre duas cristas sucessivas; (H/L) a esbeltez que é a relação entre a altura e o comprimento da onda; o período (T) que é o tempo medido pela passagem de duas cristas consecutivas por um mesmo ponto fixo; e a celeridade que é a velocidade de propagação determinada pela relação entre o L/T (MUEHE, 1994) (Figura 3).

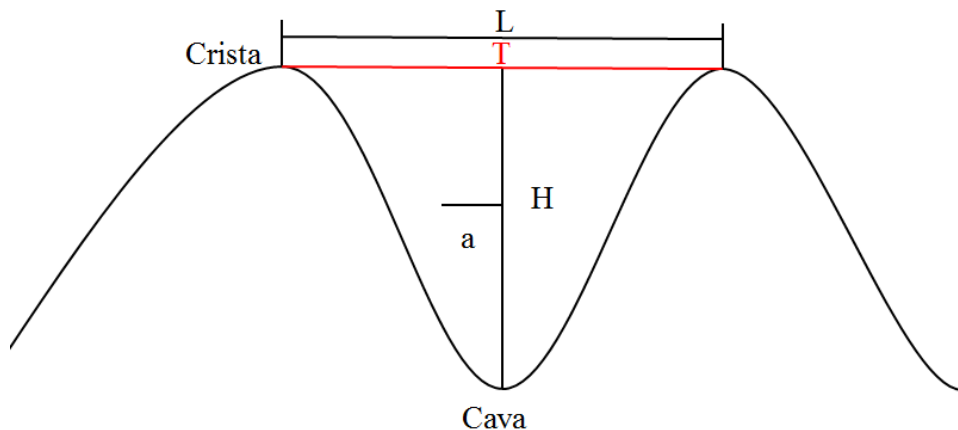


Figura 3: Principais parâmetros das ondas. Elaborado pelo autor.

Destes parâmetros, as alturas e os períodos das ondas geradas são governados pela velocidade do vento e pela duração do tempo que o vento sopra, sendo a pista de vento e a distância desta pista os fatores relevantes sobre a qual o vento irá soprar (KOMAR, 1976). A distância da pista do vento restringe o tempo durante o qual as ondas individuais poderão se

mover, governando o tempo durante o qual a energia pode ser transferida do vento para as ondas (KOMAR, 1976).

Segundo Komar (1976), o fluxo de energia ou potência de um trem de ondas uniformes é proporcional ao período da onda e ao quadrado da altura da onda. Neste sentido, as pistas de ondas são um importante limitador dos períodos e da altura de ondas e, quanto maior a pista maior é o período da onda.

A influência da pista no comportamento das ondas também foi tratada por Dalinghaus *et al.* (2015) que, ao identificar os padrões meteorológicos (sistemas meteorológicos) responsáveis por eventos de marés de tempestade na enseada de Itapocorói, Santa Catarina, concluiu que há uma intensificação da altura de ondas coincidindo com a direção e tamanho da pista de vento.

As ondas geradas pelo vento têm como característica a irregularidade, o que se deve ao complexo processo de transferência de energia da atmosfera para o oceano, sendo chamadas de mar local ou *sea* as ondas irregulares que estão na sua zona de geração (PARENTE *et al.* 2015). Todavia, em águas profundas, o caráter dispersivo faz com que as ondas com comprimentos mais longos se propaguem de forma mais rápida do que as ondas mais curtas, havendo, portanto, dispersão (PARENTE *et al.* 2015). Por conta disso, o campo de ondas irregular irá se desintegrar em campos mais regulares (PARENTE *et al.* 2015). A essas ondas regulares com baixa frequência e maior comprimento, que foram geradas em regiões remotas e se propagaram pelo oceano, são chamadas *swell* ou ondulações (PARENTE *et al.* 2015).

O *swell* tem cristas de ondas paralelas em águas profundas, todavia à medida que as ondas se movem para águas mais rasas começam a ser modificados pelo fundo do mar: o movimento orbital na água é impedido e o atrito com o fundo retarda o avanço das ondas (BIRD, 2008). A topografia do fundo do mar influencia assim o padrão de ondulação que se desloca para a costa, e o ângulo entre o *swell* e os contornos submarinos vão diminuindo para que as cristas fiquem realinhadas até que eventualmente fique paralelo aos contornos submarinos, processo este chamado de refração (BIRD, 2008). Por outro lado, as ondas também sofrem modificações quando passa por estreitos, processo este chamado de difração (BIRD, 2008).

A distribuição da energia das ondas sobre a linha de costa é representada pelo espaçamento de linhas ortogonais, onde a convergência destas linhas em direção à costa

indica uma concentração de ondas, enquanto a divergência indica o enfraquecimento das ondas (BIRD, 2008).

Em águas rasas, a forma como as ondas arrebentam sobre as praias dependerá do gradiente do fundo marinho e da geometria da onda, sendo as mais comuns conhecidas como progressiva ou derrame (*spilling*). Característico de fundo marinho com baixa declividade, essa onda cresce, se torna instável e vai arrebentando ao longo da zona de surf; conhecidas pelo nome arrebentação ou mergulhante (*plunning*), essa onda cresce de uma vez e entra em colapso, ocorrendo em fundos mais inclinados e são conhecidos por ter um formato de tubo; as ondas *surging* e, de forma mais avançada, a *colapsing*, a onda aumenta de altura e entra em colapso sem arrebentar (MUEHE, 1994).

2.3 Ressacas do mar

A origem do termo ressaca vem da palavra espanhola “resaca”, significando o fluxo e o refluxo das ondas do mar com lançamento de objetos pelas ondas na areia (saca) para, em seguida, trazer ou sugar de volta para o mar (resaca)⁴. Uma matéria em um portal da internet⁵ discorreu sobre os efeitos de um evento de ressaca do mar na cidade do Rio de Janeiro, em 1908. Este portal apresenta uma cópia de um jornal da época que noticiou o evento ainda com a palavra em espanhol “resaca” (Figura 4):



Figura 4: Notícia de jornal extraída do portal Diário do Rio. <<https://diariodorio.com/conheca-a-historia-da-maior-ressaca-do-rio-de-janeiro-2/>>. Fonte: Lucena (2021).

⁴ Retirado no site: (www.gramatica.net.br). Disponível em: <<https://www.gramatica.net.br/?s=ressaca+>>. Acesso em: 23 Jun. 2019.

⁵ Felipe Lucena, “Conheça a história da maior ressaca do Rio de Janeiro”, Diário do Rio.com o jornal 100% carioca, 2021, <<https://diariodorio.com/conheca-a-historia-da-maior-ressaca-do-rio-de-janeiro-2/>>.

Na literatura acadêmica brasileira, Christofolletti (1980) também utilizou a palavra “saca” para referir-se ao fluxo de água arremessada à praia depois da arrebentação. Amaral & Gutjahr (2012) não conceituaram, mas associaram as ressacas a ondas que causam uma série de efeitos, como: devastação da orla; alagamento e destruição do asfalto de ruas e avenidas; destruição de casas; arrastamento de pessoas; e transporte de toneladas de areia.

Até o momento, a palavra ressaca não possui tradução para o inglês, no entanto, é muito comum o uso do termo *storm surge* para referir-se às ressacas. É o caso, por exemplo, de Kobiyama *et al.* (2006) que conceituaram o fenômeno ressaca e *storm surge* como sinônimos:

“Ressaca ou maré de tempestade (*storm surge*), é o termo utilizado para caracterizar a sobrelevação do nível do mar durante eventos de tempestade (Kobiyana *et al.* 2006, p. 76).”

Entende-se a expressão *storm surge* como a que mais se aproxima do conceito de ressaca, isto porque, na interpretação de vários pesquisadores, as ressacas estão associadas às mesmas origens e forçantes indutoras das *storm surges*. Destas forçantes, podem ser citadas a ação das marés, ventos e ciclones como de fundamental importância na formação desses dois fenômenos. A título de exemplo, Needham & Kein (2011) citam essas forçantes ao conceituar as chamadas *storm surges* como um fenômeno de aumento do nível do mar associado à presença de ciclones, juntamente com a atuação contínua de ventos próximos à linha de costa e em condições de baixa pressão atmosférica, forçando o aumento do nível do mar e, conseqüentemente, impactos na linha de costa. Bitencourt *et al.* (2002) associaram as ressacas ao aumento do nível do mar provocado pela elevação da maré astronômica e/ou meteorológica, porém, levando em consideração alturas de ondas acima do normal. Para Pugh (1987), *storm surge* seria uma componente residual de não maré (*non-tidal*) que vai além das marés regulares, ou seja, a diferença entre os níveis de marés observadas, onde, segundo o autor, muitos chamam de maré meteorológica ou maré de tempestade, e aquelas previstas.

Levando em consideração a sua etimologia, a palavra ressaca também está associada aos fluxos das ondas após a arrebentação, e não apenas à elevação do nível do mar como é mencionado no conceito de *storm surge*. A título de exemplo, Neves & Muehe (2008), citam a elevação do nível do mar (maré meteorológica) e a ocorrência de ondas altas que os autores chamam de ressaca como fatores que, agindo conjuntamente, podem resultar em mudanças na

linha de costa. Caruzo & Camargo (1998) ao comentar sobre os distúrbios decorrentes da atuação de sistemas meteorológicos na plataforma continental vizinha aos estados das regiões sul e sudeste do litoral brasileiro, definem ressaca como sendo a combinação da geração de marés meteorológicas com ondas de superfície. A questão é que uma *storm surge* está associada a fortes ventos gerados por tempestades (*storm*) que deslocam a água do mar, podendo empurrá-las até a costa, aumentando localmente o nível do mar (maré meteorológica e astronômica), o que somado à ação de ondas de tempestade resulta no empilhamento de água junto à linha de costa (*surge*). Os efeitos deste fenômeno nas praias são chamados comumente no Brasil de ressacas do mar.

Ao pensar nos danos provocados por eventos de ressaca, percebe-se que este termo não surge apenas por sua natureza física, ou seja, de um evento de fluxo e refluxo das ondas, mas também por conta dos efeitos que elas ocasionaram na linha de costa, da repercussão que trouxeram e da percepção que a população tem sobre essas ondas, ou seja, um produto social. Tal relação foi estudada também por Mattedi & Butzke (2001), onde os autores discutiram as interações entre as dimensões naturais e sociais em função dos danos potenciais e dos desastres. Sendo assim, as ressacas possuem uma natureza física (fluxo e refluxo das ondas, maré meteorológica e maré astronômica) e social (efeitos sobre bens materiais e população). A ideia de considerar o elemento social em eventos de ressaca, foi tratado por Lins-de-Barros *et al.* (2018), onde, segundo os autores, este conceito não se limita apenas às forças naturais, pois trata-se também de um conceito que permeia os efeitos negativos que ocorrem na linha de costa em interação com as forças naturais. Da mesma forma, os autores também associaram as ressacas à acumulação de água na costa gerada por maré astronômica e meteorológica. Logo, ressacas do mar podem ser compreendidas como fenômenos de sobrelevação do nível do mar de origem astronômica e meteorológica que, somados à ação de ondas geram algum tipo de efeito, como danos e outros impactos sentidos no litoral.

2.3.1 Origem das ressacas do mar

Quando se fala em ressacas, além das consequências sobre a linha de costa, como inundações e danos materiais dos mais diversos, são investigadas as razões de sua ocorrência, ou seja, em que condições surgem esses eventos, e um dos principais agentes que podem gerar ressacas são as frentes frias e os ciclones extratropicais.

2.3.1.1 Frentes

O encontro de duas massas de ar de características distintas produz uma zona ou superfície de descontinuidade no interior da atmosfera, normalmente chamada de frente (MENDONÇA & OLIVEIRA, 2007). O processo de origem das frentes é chamado de frontogênese enquanto sua dissipação é chamada de frontólise (MENDONÇA & OLIVEIRA, 2007; YNOUE *et al.* 2017). Por conta de seus deslocamentos e das mudanças de temperatura que causam, as frentes podem ser classificadas em quentes, frias, estacionárias e oclusas (YNOUE *et al.* 2017). As frentes quentes ocorrem quando uma massa de ar quente avança em direção a uma região que era dominada por uma massa de ar frio; as frentes frias ocorrem quando uma massa de ar frio avança sobre uma área ocupada por ar mais quente; a frente estacionária ocorre quando uma frente não possui movimento; e a frente oclusa ocorre quando uma massa de ar frio se sobrepõe a uma frente quente, de tal forma que o ar a retaguarda da frente fria tome o lugar do ar da dianteira da frente quente (YNOUE *et al.* 2017).

As frentes também são responsáveis pelo ciclo de vida de um ciclone extratropical no hemisfério sul, embora a formação de um ciclone possa estar atrelada também à influência de ondas em médios/altos níveis da atmosfera (YNOUE *et al.* 2017).

Normalmente, os eventos de ressaca no sul e sudeste do Brasil estão vinculados à entrada de frentes frias e ciclones extratropicais. No caso das frentes frias, estas têm uma maior inclinação e maior velocidade, resultando em condições de tempo mais severas (YNOUE *et al.* 2017).

2.3.1.2 Ciclones extratropicais

Assim como as frentes frias, os ciclones extratropicais apresentam também uma menor pressão atmosférica do que o ambiente ao seu redor (REBOITA & MARAFON, 2021; PINHO, 2003) e seu período de desenvolvimento e intensificação é denominado ciclogênese (MENDES *et al.* 2009)

Nebulosidade, chuva, redução da temperatura do ar e ventos fortes são algumas das formas como esses sistemas afetam o tempo (REBOITA & MARAFON, 2021). Como parte do grupo de fenômenos severos de escala sinótica, os ciclones trazem muitos impactos à vida humana (PEREIRA, 2013). No Atlântico Sul, a passagem dos ciclones extratropicais provoca

ressacas que atingem cidades importantes da costa brasileira, levando a impactos prejudiciais à região (PEREIRA, 2013).

Reboita (2008), ao realizar uma discussão sobre a climatologia dos ciclones extratropicais, destacou que a identificação destes passou, ao longo dos anos, por diferentes metodologias de análises, tais como: análise de mapas de pressão em superfície; uso de mapas de pressão ao nível médio do mar; uso de imagens de satélite; e uso de esquemas de rastreamento automático, que serve para rastrear altas e baixas através de análise numérica operacional.

A trajetória e a localização dos ciclones extratropicais no Atlântico Sul são fatores relevantes na formação de eventos de ressaca. Reboita (2008) realizou uma síntese dos resultados de outros autores que descreveram as características principais da climatologia dos ciclones extratropicais no hemisfério sul e na costa leste da América do Sul. Tomando por base a tabela da costa leste do hemisfério sul, pode-se observar um consenso entre os autores com relação à região preferencial de ciclogêneses, encontrando-se entre 25° s e 45° S (Tabela 1).

TABELA 1: Características dos ciclones extratropicais na costa leste da América do Sul. Fonte: Reboita (2008).

| Descrição | Características | Referências |
|------------------------------------|---|--|
| Região Preferencial à Ciclogênese | 40° - 55° S | Van Loon (1965) |
| | 35° - 55° S | Taljaard (1967) |
| | 45° - 55° S | Sinclair (1994,1995) |
| | 45° S | Streten e Troup (1973) |
| | Latitudes inferiores a 50° S | Simmonds e Keay (2000a) |
| Região Preferencial à Ciclólise | Latitudes inferiores a 60° S | Murray e Simmonds (1991b), Sinclair (1994,1997) |
| | Latitudes inferiores a 50° S | Simmonds e Keay (2000a) |
| Estação do Ano de Maior Ocorrência | inverno | Taljaard (1967), Sinclair (1994, 1995), Simmonds e Keay (2000a), Hoskins e Hodges (2005) |
| Escala Horizontal | 1300 Km | Simmonds e Keay (2000a) |
| | 500 - 2500 Km | Hakim (2005) |
| Escala Vertical | ~ 10 Km | Hakim (2005) |
| Tempo Médio de Vida | 3 dias | Simmonds e Keay (2000a) |
| Trajeto | leste ou sudeste | Taljaard (1967), Sinclair (1994, 1995), Simmonds e Keay (2000a) |
| Distância Média Percorrida | 2315 Km no inverno 1946 Km no verão | Simmonds e Keay (2000a) |
| Velocidade Média | 11 - 12 ms ⁻¹ no inverno 10 - 11ms ⁻¹ no verão | Murray e Simmonds (1991b) |

Vários autores realizaram estudos relacionando a origem das ressacas à atuação de ciclones extratropicais. Por exemplo, Bitencourt *et al.* (2002), analisando as condições meteorológicas por meio de dados de reanálise do NCEP e imagens de satélite, concluiu que um ciclone extratropical foi o principal responsável pelas ocorrências de ressaca no verão de 2002 na região sul; Campos (2009) em estudo sobre os extremos de ondas no Rio de Janeiro, destacou que os ciclones extratropicais são os principais responsáveis pelas ressacas que atingem o estado. Krueger (2011) destacou que as ressacas mais fortes ocorrem com a presença de um ciclone extratropical no oceano e um anticiclone no continente. Silva *at al.* (2011) destacou que a região costeira do Ceará tem sofrido ameaças por conta das ressacas que geram, como no caso de março de 2001, que trouxe prejuízos econômicos em alguns setores da orla da capital Fortaleza.

2.4 El Niño Oscilação Sul (ENOS)

El Niño e a Oscilação Sul é uma flutuação periódica na temperatura da superfície do mar (El Niño) e na pressão do ar da atmosfera sobrejacente (Oscilação Sul) em todo Oceano Pacífico Equatorial (NOAA, 2022)⁶. Os aquecimentos decorrentes dos eventos El Niño ocorrem desde a Linha Internacional de Data até a costa oeste da América do Sul, resultando em mudanças na ecologia local e regional, além de estarem claramente ligados a padrões climáticos globais anômalos (TRENBERTH, 2019). Já o Anti-El Niño, chamado também de La Niña, caracteriza-se pelo resfriamento das águas do Pacífico (MENDONÇA & OLIVEIRA, 2007). As manifestações mais intensas do El Niño e da La Niña duram cerca de um ano (TRENBERTH, 2019) e as alterações no sistema oceano-atmosfera no Oceano Pacífico Oriental influenciam o clima em todo o globo na escala de tempo interanual durante estes eventos (VASCONCELLOS & REBOITA, 2021).

A origem do nome El Niño surgiu de marinheiros de pequenas embarcações que observaram uma contracorrente no porto de Paíta, dando este nome pelo fato de terem observado essa contracorrente após o Natal (PEZET, 1896 *apud* CANE, 1986). Já a Oscilação Sul foi descoberta por Gilbert Walker, diretor geral do Observatório da Índia (CANE, 1986). A ideia de Walker era prever as flutuações das monções, após a monção desastrosa de 1877, todavia, indicou uma oscilação da pressão do nível do mar da América do Sul para a região

⁶ Embora o El Niño/La Niña esteja associado às condições de temperatura da superfície do oceano pacífico, e a Oscilação Sul às condições de pressão do ar atmosférica, esta pesquisa tratou o El Niño/La Niña e a Oscilação Sul de forma conjunta, uma vez que foram utilizados os dados do Índice de Oscilação Sul para identificar os eventos de El Niño/La Niña.

Índia-Austrália e vice-versa (RASMUSSON 1985, *apud* CANE 1986). Desde então, Walker correlacionou vários fenômenos que se manifestaram no mundo a essa Oscilação Sul, tais como: chuvas no Pacífico equatorial central e na Índia, e temperaturas no sudeste da África, sudoeste do Canadá e sudeste dos Estados Unidos (Walker 1924, Walker & Bliss 1932 *apud* CANE, 1986).

O Oscilação Sul descreve uma variação bimodal na pressão barométrica do nível do mar entre as estações de observação em Darwin, Austrália e Taiti, sendo quantificado pelo Índice de Oscilação Sul (IOS) que é um índice que monitora a diferença entre as duas pressões barométricas (NOAA, 2022).

O ENOS (El Niño Oscilação Sul) é um fenômeno de grande interesse no meio científico, pois ele dá os sinais mais proeminentes e mais bem definidos de variabilidade climática ano a ano (CANE, 1986). Além disso, o ENSO é capaz de fornecer uma melhor compreensão da atmosfera e do oceano como um sistema climático (CANE, 1986)

Ainda há controvérsias em relação às origens do fenômeno (Mendonça & Oliveira, 2007), mas se sabe que os dois componentes do ENOS, temperatura da superfície do mar e pressão atmosférica, estão relacionados (NOAA, 2022). A figura abaixo demonstra esta relação entre os cálculos de temperatura da superfície do mar do Índice Niño 3.4 e o Índice de Oscilação Sul (Figura 5). O índice Niño3.4 é calculado como a anomalia mensal de temperatura da superfície do mar (TSM) sobre a região 5°N-5°S, 120°W-170°W. O IOS é normalizado pelo seu desvio padrão (MCPHADEN, 2015). O gráfico à esquerda apresenta uma série temporal de 5 em 5 anos no período de 1950 a 2010, enquanto que a figura à direita representa o período de 1973 a 1976 que está sombreado na figura esquerda. Os períodos em vermelho representam as condições de El Niño e os períodos em azul representam as condições de La Niña. (esquerda). Na figura direita, a linha tracejada representa as médias de 12 meses do IOS. Nota-se na figura à direita que, quando a pressão atmosférica aumenta, há uma diminuição na temperatura, caracterizando a La Niña.

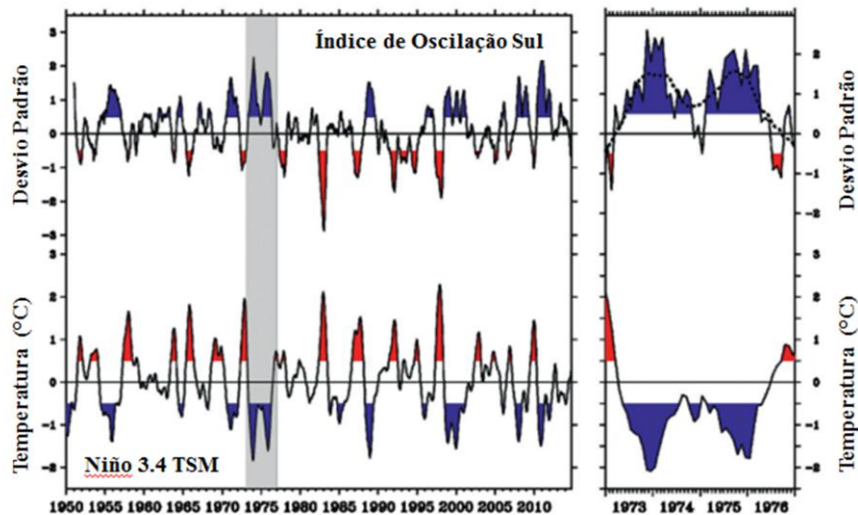


Figura 5: Relação entre as componentes de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) e a pressão atmosférica. Fonte: Adaptado de Mcphaden (2015).

No que diz respeito ao monitoramento, o ENOS é monitorado por índices, sendo os mais conhecidos o Niño 1+2; Niño 3, Niño 4 e Niño 3.4 (NOAA, 2022) (Figura 6).

Os índices se baseiam em anomalias TSM (Temperatura da Superfície do Mar) calculados em uma região, normalmente computadas em um período de 30 anos, sendo o Niño 3.4 e o Índice de Niño Oceânico (ONI) os mais usados para definir eventos de El Niño e La Niña, sendo que o ONI está localizado na mesma região do Niño 3.4 (NCAR [S.D]).

Quadro1: Características dos índices que monitoram o ENOS por região. Adaptado de NCAR [S.D].

| |
|---|
| Niño 1+2 (0-10S, 90W-80W): A região Niño 1+2 é a menor e mais oriental das regiões Niño TSM, e corresponde à região costeira da América do Sul onde o El Niño foi reconhecido pela primeira vez pelo populações locais. Este índice tende a ter a maior variância dos índices Niño TSM. |
| Niño 3 (5N-5S, 150W-90W): Esta região já foi o foco principal para monitorar e prever El Niño, mas os pesquisadores descobriram mais tarde que a região chave para interações acopladas oceano-atmosfera para ENSO fica mais a oeste (Trenberth, 1997 <i>apud</i> NCAR [S.D]). Assim, o Niño 3.4 e o ONI tornaram-se favorecidos para definir eventos de El Niño e La Niña. |
| Niño 3.4 (5N-5S, 170W-120W): As anomalias Niño 3.4 podem ser consideradas como representando as TSMs equatoriais médias em todo o Pacífico desde a linha de data até a costa sul-americana. O índice Niño 3.4 normalmente usa uma média de 5 meses, e eventos El Niño ou La Niña são definidos quando os TSMs Niño 3.4 excedem +/- 0.4C por um período de seis meses ou mais. |
| ONI (5N-5S, 170W-120W): O ONI usa a mesma região que o índice Niño 3.4. O ONI usa uma média de 3 meses e, para ser classificado como El Niño ou La Niña, as anomalias devem exceder +0,5C ou -0,5C por pelo menos cinco meses consecutivos. Esta é a definição operacional utilizada pela NOAA. |
| Niño 4 (5N-5S, 160E-150W): O índice Niño 4 captura anomalias de TSM no Pacífico equatorial central. Esta região tende a ter menos variância do que as outras regiões do Niño. |

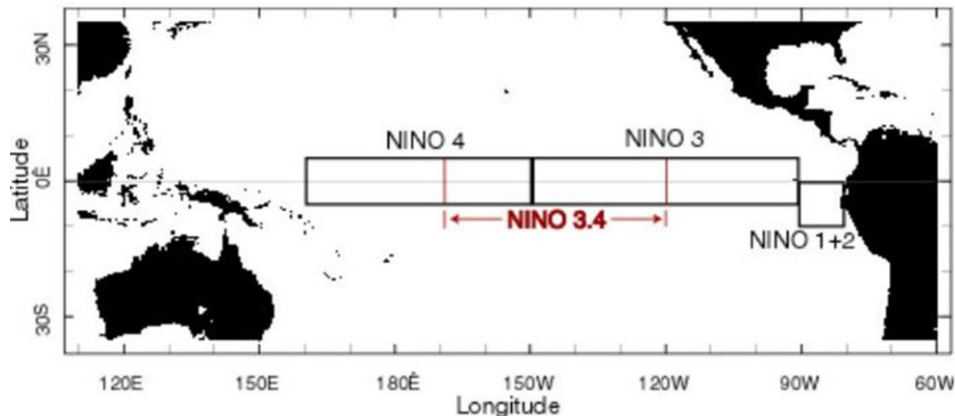


Figura 6: Distribuição geográfica dos índices que monitoram o ENOS. Fonte: (NOAA, 2022).

Alguns trabalhos merecem destaque no que diz respeito à influência do ENOS sobre eventos de ressacas do mar (Maclinnes *et al.* 2011; Wu & Leonard, 2019; Abtew, 2019; Pereira & Klumb-Oliveira, 2015; Carvalho *et al.* 2019).

2.5 Hemerografia no estudo das ressacas do mar

Fontes hemerográficas, segundo Sampaio (2014), são textos impressos ou virtuais em forma de periódicos, tais como jornais, revistas, entre outros, utilizados como fonte de pesquisa histórica. Para Seibel (2007), a pesquisa hemerográfica tem sua contribuição em fatos que surgem como questões públicas e que ainda carecem de dados sistematizados. Ainda segundo o autor, essa pesquisa tem seu valor no debate sobre a formulação de políticas públicas, e os jornais, ainda segundo o autor, conferem visibilidade aos fatos e fenômenos, podendo transformar o interesse público e, assim, criar condições para tornarem-se objeto de políticas públicas. Segundo Hewitt (1997), na chamada sociedade da informação, a visão das pessoas sobre o mundo além de seus horizontes imediatos depende cada vez mais dos meios de comunicação de massa, assim como a importância política dada aos problemas.

Inúmeros são os exemplos da aplicação do método hemerográfico em estudos costeiros. Paula *et al.* (2015), ao realizar análise histórica dos eventos de ressaca em Fortaleza, utilizou o método hemerográfico, uma vez que, segundo os autores, “na ausência de uma base de dados longa”, utilizaram matérias jornalísticas de fontes de jornais. Freitas & Dias (2015), ao analisar, no território português, mais especificamente, na Vila piscatória de Sesimbra, as consequências do ciclone de 1941, utilizaram dados da imprensa da época, sendo esta, segundo os autores, de fundamental importância para o conhecimento dos impactos do ciclone no território e, também, para o conhecimento das medidas adotadas para a sua recuperação. Dutra *et al.* (2014), utilizou informações de jornais, dentre outras fontes, para

identificar eventos de erosão costeira relacionados a episódios de maré meteorológica na orla de Salvador. No Rio de Janeiro, Lins-de-Barros *et al.* (2018) aplicaram o método hemerográfico em estudo com o objetivo de realizar uma análise histórica dos eventos de ressaca no estado do Rio de Janeiro, entre os anos de 1979 e 2013.

A maioria dos estudos que trabalham com fontes hemerográficas realiza um resgate histórico de eventos, porém, considerando os textos publicados em mídias sociais como uma fonte hemerográfica, há estudos como o de Kryvasheyeu *et al.* (2015) onde os autores relacionam o uso de mensagens do Twitter antes, depois e durante a passagem do furacão Sandy, bem como seus efeitos como a formação de *storm surges* e os danos decorrentes. Os autores identificaram que existe uma forte relação com a proximidade do furacão e a evolução das atividades no Twitter. Destacaram também que as mídias sociais facilitam a divulgação de informações emergenciais e de alerta de forma precoce. Outros autores também trabalharam com esse método com o objetivo de investigar as ressacas (Santos *et al.* 2004; Pontes & Zee, 2010; Touceira *et al.* 2016; Lima *et al.* 2016; Lima *et al.* 2017; Lima & Lins-de-Barros, 2017; Lima & Lins-de-Barros, 2018).

3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende o litoral do estado do Rio de Janeiro (Figura 7), com uma extensão de, aproximadamente, 1.188 km, distribuídos entre praias e costões rochosos (Muehe *et al.* 2018).

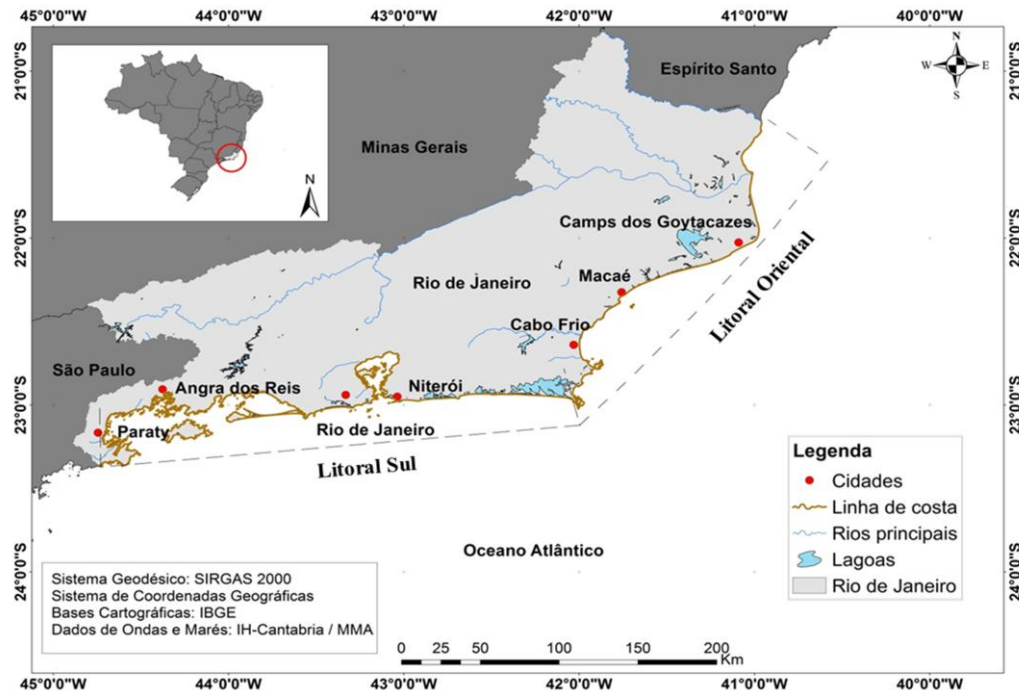


Figura 7: Localização da área de estudo. Elaborado pelo autor.

Considerando o número de pessoas vivendo nos municípios litorâneos, a mesorregião Metropolitana, de acordo com os dados do Censo 2010, no site do IBGE Cidades, possui um total de 9.163.114 pessoas, acompanhados do Norte Fluminense, com 778.161 pessoas, Baixadas Litorâneas, com 568.767 pessoas e Sul Fluminense, com 207.044 pessoas.

Antes do Censo 2010, Moraes (2007) já havia mencionado que a densidade demográfica do estado do Rio de Janeiro possui o segundo patamar mais elevado do Brasil, com 806 hab/km. De acordo com esses dados, juntamente com dados de densidade de outros estados, o autor, dentre outras considerações, destaca a relevância das regiões metropolitanas costeiras na definição desses valores, revelando o alto processo de ocupação nas áreas costeiras.

Por meio de imagens de satélite é possível perceber que há uma concentração de manchas urbanas por todo o litoral (Figura 8), revelando que parte das atividades realizadas ocorre nos espaços costeiros. Todavia, vale mencionar que, embora haja estas concentrações, ainda há espaços com vazios demográficos onde ainda é possível estabelecer medidas de

planejamento para o uso destes espaços. Tal fato requer atenção às práticas de gestão e gerenciamento costeiro, tanto no que diz respeito ao uso da terra quanto aos riscos decorrentes da ocupação no litoral, como, por exemplo, em relação aos desastres ocorridos por eventos de ressaca.

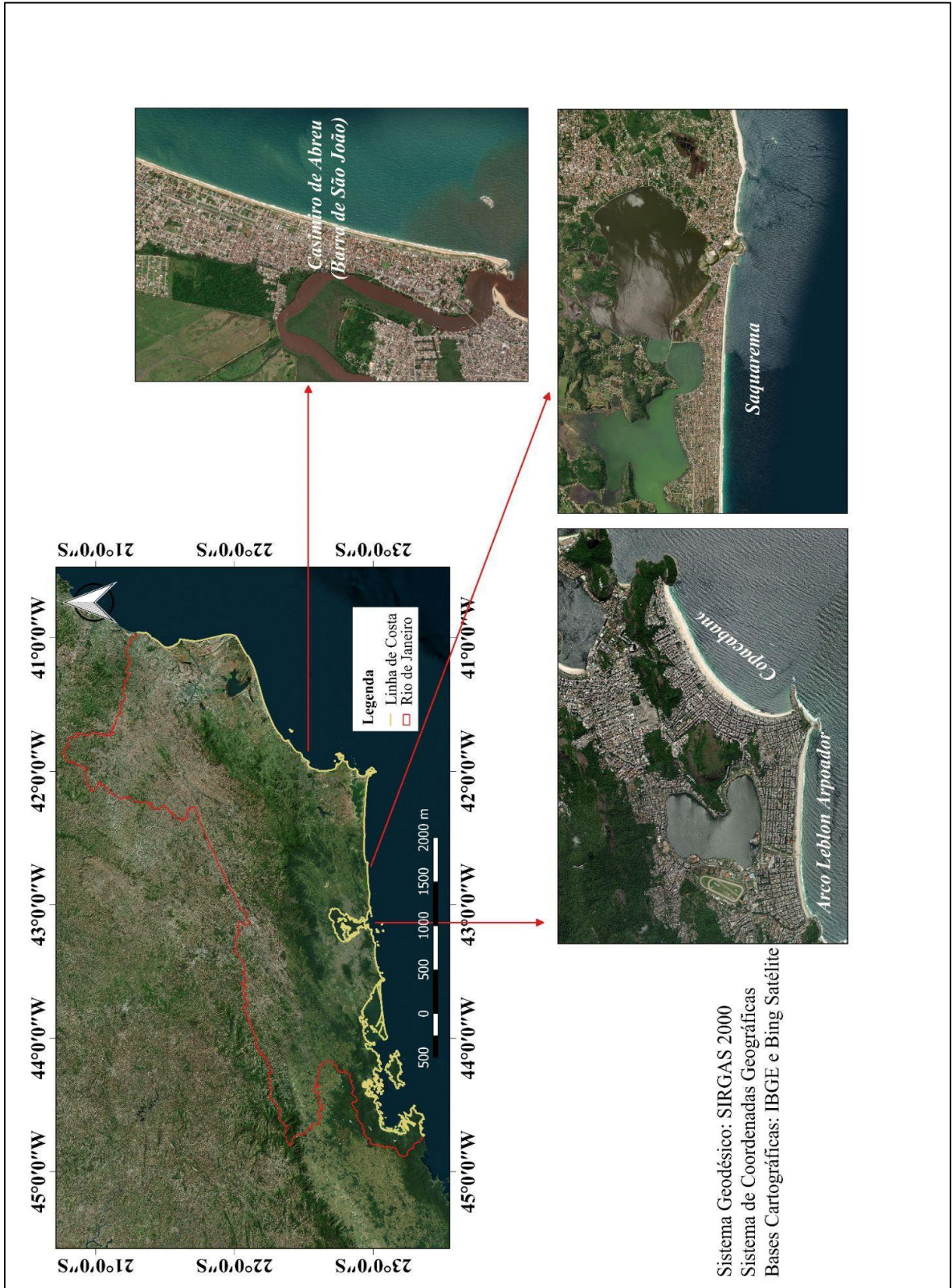


Figura 8: Exemplo de alguns trechos urbanizados do litoral do estado do Rio de Janeiro. Elaborado pelo autor.

De acordo com a orientação da linha de costa, o litoral foi dividido em: i) litoral oriental, com direção NNO - SSO e ii) litoral sul, com direção L - O (Muehe *et al.* 2006, 2018) (Figura 7).

Parente (1999) classificou o estado de mar na Bacia de Campos (litoral oriental) de acordo com os padrões de circulação atmosférica da região em quatro categorias: i) bom tempo com *swell*; ii) bom tempo sem *swell*; iii) mal tempo com tempestade de SO e iv) mau tempo com tempestade de SE. De uma forma geral, as condições de bom tempo são influenciadas pelo posicionamento do Anticiclone do Atlântico Sul (ASAS), responsável por ondas com menores alturas e períodos, com predomínio de céu claro e com ventos de direção E-NE (Muehe *et al.* 2018). Nesta categoria dominam estados do mar com ventos de N, L e NE, principalmente NE (Pinho 2003). Padrões de circulação atmosférica que surgem no sul do país, principalmente ciclones ao longo da costa, podem produzir ondas de *swell* quando se aproximam da Bacia de Campos (Parente 1999), caracterizando as condições de bom tempo com *swell*; já as condições de mal tempo estão associadas à chegada de frente fria com *swell* de SO seguido de um ciclone extratropical; e mal tempo de SE, quando um anticiclone polar domina a circulação da região após a passagem de uma frente fria (Pinho 2003). Nascimento (2013) usou as mesmas categorias para classificar o estado de mar da Bacia de Santos, que compreende o litoral sul do estado do Rio de Janeiro. Todavia, ressaltou que na Bacia de Santos é difícil ocorrer condições de bom tempo sem *swell*. Isso ocorre, segundo a autora, devido ao posicionamento mais ao sul da Bacia de Santos que facilita a entrada de ondulações mais distantes geradas ao sul da América do Sul. Por fim, a região enquadra-se no regime de micromaré, com amplitudes abaixo de 2 m (Melo 2017).

3.1 Litoral Sul do estado do Rio de Janeiro

O litoral sul (Figura 9) abrange os territórios das mesorregiões Sul Fluminense, Metropolitana e parte das Baixadas Litorâneas, tendo como uma de suas principais características a proximidade da Serra do Mar com o litoral. Essa proximidade é bem pronunciada no Sul Fluminense, onde Muehe (1998) descreve essa região como um litoral de aspecto afogado e recortado, apresentando pequenas enseadas, vertentes do complexo cristalino, reduzidas planícies costeiras e inúmeras ilhas. Tais características contribuíram para as condições abrigadas ou semi-abrigadas de ondulações com alta energia no Sul Fluminense, como foi relatado por Brandão & Bulhões (2017) que, ao realizar estudo visando identificar as formas das praias dessa mesorregião, consideraram tais praias de baixa energia, uma vez que estão protegidas das ondulações por promontórios rochosos e obras costeiras.

Logo, essas praias estão mais protegidas da ação de ondas com características de ressacas, o que se deve às próprias características geográficas da linha de costa.

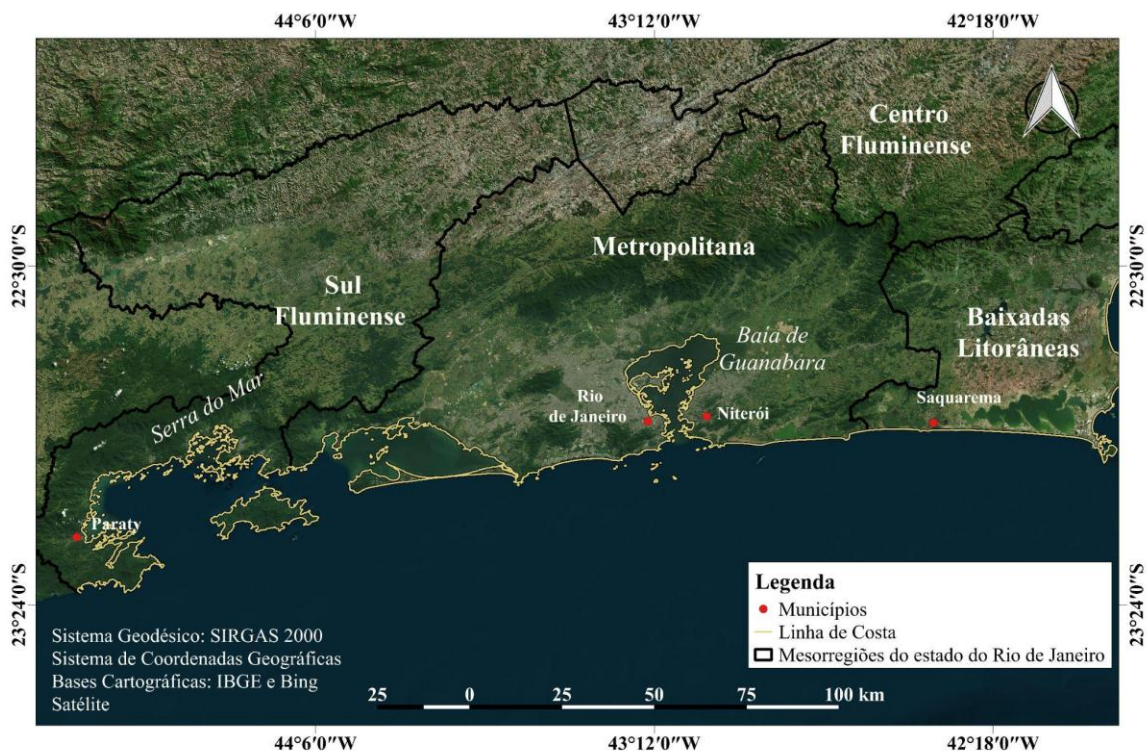


Figura 9: Mapa de localização do litoral sul. Elaborado pelo autor.

Por outro lado, o litoral sul possui outros padrões espaciais que conferem características distintas do Sul Fluminense e que, por sua vez, refletirá na forma como as ressacas irão incidir sobre a região, materializando-se na forma de danos e impactos. Este é o caso, por exemplo, das áreas classificadas por Muehe *et al.* (2006) de compartimentos Jacarepaguá (mesorregião Metropolitana) e Região dos Lagos (mesorregião Metropolitana e Baixadas Litorâneas).

No compartimento Jacarepaguá, o litoral se apresenta em forma cordão de litorâneo, com lagunas à sua retaguarda, como as de Marapendi e o sistema lagunar interligado Jacarepaguá-Camorim-Tijuca, em Jacarepaguá (MUEHE *et al.* 2006). Diferente do Sul Fluminense, o litoral deste compartimento está mais exposto à ação das ondas.

Muehe *et al.* (2018) identificaram nesse compartimento a presença de trechos de planícies de cristas de praia e terraço marinho, cordões litorâneos estreitos sob efeito de transposição de ondas e cordão litorâneo largo. Além disso, os autores identificaram trechos com tendência de erosão nas praias da Barra da Tijuca, Pepino, São Conrado, Leblon e Ipanema, bem como trechos com exposição à erosão, como no caso das praias Grumari e

Prainha. Lima & Lins-de-Barros (2018) ao realizar estudo com o objetivo de identificar a frequência de ressacas no estado do Rio de Janeiro, contabilizaram 111 registros de eventos de ressaca distribuídos entre as praias deste litoral.

Além dos processos físicos citados anteriormente, essa área vem passando por um intenso processo de urbanização. Sobre este fato, Dantas (2002), destaca a expansão acelerada dos bairros da Barra da Tijuca e de Jacarepaguá, considerando os impactos ambientais decorrentes deste processo, principalmente, nos corpos lagunares que passam por um processo de degradação mais intenso.

Da mesma forma que o compartimento de Jacarepaguá, o litoral da Região dos Lagos também está mais exposto à ação de ondas de ressaca. São características bem marcantes desta região, a presença de duplos cordões litorâneos e de uma linha de costa de aspecto retificado, indo do Cabo Frio à Baía de Guanabara (MUEHE *et al.* 2006). Muehe *et al.* (2018) identificaram trechos de cordão litorâneo largo, sob efeito de transposição de ondas, bem como trechos expostos à erosão e com tendência erosiva.

No reverso do duplo cordão, estão as lagunas de Saquarema e de Araruama que foram isoladas pelos cordões arenosos e que estão sendo colmatadas pelo movimento recente de regressão marinha (DANTAS, 2002). Ainda segundo o autor, os sistemas lagunares da região têm ligação direta com o oceano e, por conta da rede de drenagem que converge para as lagunas ser pouco expressiva, apresenta alta salinidade. Outra característica é a formação de pontões arenosos chamados de esporões que são formados por correntes de circulação interna dentro das lagunas (DANTAS, 2002).

3.2 Litoral Oriental do estado do Rio de Janeiro

O litoral oriental (Figura 10) abrange parte dos municípios litorâneos da mesorregião das Baixadas Litorâneas e Norte Fluminense do estado. Este litoral tem como uma de suas principais características a planície costeira do Rio Paraíba do Sul que possui a forma de um Delta (MUEHE, 1998; MUEHE *et al.* 2006), a presença de falésias esculpidas nos depósitos do grupo Barreiras e um terraço de cristas de praia (MUEHE *et al.* 2006). Tais planícies são constituídas, na face oceânica, por cristas de praia de idade holocênica (no flanco norte) e de idade pleistocênica (no flanco sul) (MUEHE *et al.* 2018). Ainda segundo os autores, no trecho correspondente à foz do Rio Itabapoana e a foz do Rio Paraíba do Sul, resquílios de falésias

que se encontram na zona submarina propiciaram a formação de praias de enseada na região com baixa energia de ondas.

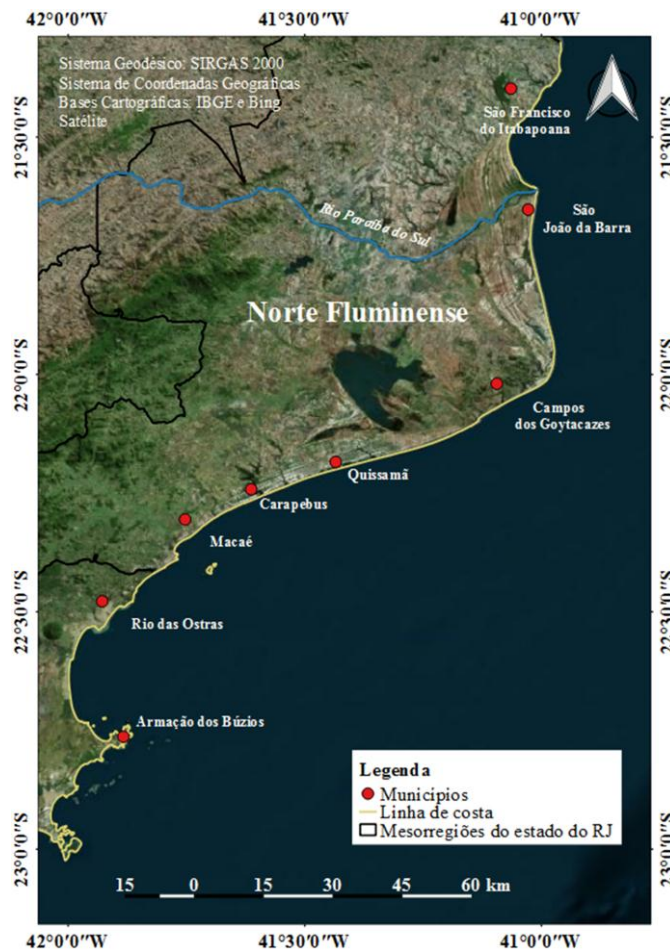


Figura 10: Mapa de localização do litoral oriental. Elaborado pelo autor.

Muehe *et al.* (2018), identificaram que a maior parte da linha de costa deste litoral é formada por praias arenosas, alternando com costões rochosos, planícies de cristas de praias, terraços marinhos e trechos expostos à erosão e com tendência erosiva.

Segundo Pinho (2003), as situações de ondas consideradas mais severas neste litoral, que abrange a Baía de Campos, estão associadas a ciclones extratropicais. Campos (2009) destaca também que as ondulações de sudoeste, consideradas pelo autor como as maiores da região, com períodos de 11 segundos, são gerados por ciclones, principalmente, no inverno e no outono. Souza *et al.* (2015) ao realizarem estudo com o objetivo de caracterizar o clima de ondas no Norte Fluminense, destacaram a presença de ondas de tempestade de Sul-Sudeste, Sul e Sudoeste, com média de altura significativa de 3,2 m e máximas de 4 m, persistindo por um período de 36 horas e ocorrendo, principalmente entre os meses de Abril e Setembro. Além disso, os autores detectaram uma bimodalidade das condições capazes de gerar

impactos na linha de costa a partir da simulação de oito eventos que atestam a exposição deste litoral. Na primeira, a ocorrência de ciclones migratórios relaciona-se a condições de mau tempo, com ondas de Sudoeste e Sul-Sudeste, expondo a linha de costa entre o município de Macaé e o sul do município de São João da Barra, enquanto que o segundo está relacionado à atuação de ondas e ventos fortes do quadrante Leste-Sudeste, expondo a linha de costa entre São João da Barra e São Francisco do Itabapoana (SOUZA *et al.* 2015).

4 METODOLOGIA

Nesta etapa, serão apresentados os procedimentos utilizados para o tratamento das informações e dos dados que foram adquiridos para esta pesquisa.

4.1 Condição de Maré Astronômica

A identificação das condições de maré astronômica foi realizada a partir das datas dos eventos de ressaca do mar registrados no Portal Acervo O Globo, obedecendo aos seguintes critérios:

- Maré de Sизígia – data das luas nova e cheia, considerando também um dia anterior e um dia posterior à data;
- Maré de quadratura – data das luas crescente e minguante, considerando também um dia anterior e um dia posterior à data;
- Maré de transição – as datas que não estão no intervalo dos itens anteriores.

4.2 Condições de mar

Foram utilizados os resultados das saídas de uma reanálise de ondas do IH-Cantabria (Brasil, 2018a), simulados numericamente com o modelo *Wavewatch III* e forçados com reanálise atmosférica do *NCEP/NCAR (National Centers for Environmental Prediction / National Center for Atmospheric Research)*, que inclui variabilidade de ventos globais e cobertura do gelo. Esta reanálise cobre um período de 60 anos (1948 - 2008), com saídas em intervalos horários em uma grade horizontal de $0,5^\circ \times 0,5^\circ$, próxima à costa do Brasil (Figura 11) (BRASIL, 2018a).

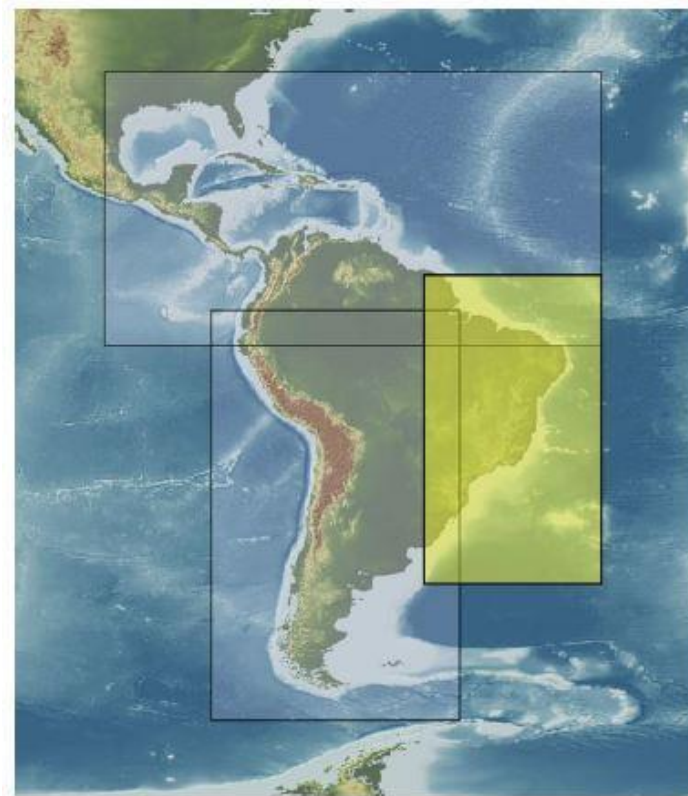


Figura 11: Mapa de localização das grades utilizadas para a simulação dos dados de reanálise de ondas. Fonte: Brasil (2018a).

Uma reanálise significa que os dados disponíveis, tanto do oceano quanto da atmosfera, são coletados e assimilados em um modelo numérico dinâmico, levando a um conjunto de valores estimados em muitos pontos da grade (interseções de linhas de latitude e longitude), ainda que os dados originais possam não estar ligados exatamente a esses pontos de grade (MCPHADEN, 2015). Além da interpolação e extrapolação dos dados reais disponíveis serem usados para obter os valores em todos os pontos da grade, as relações físicas esperadas dentro e entre diferentes campos variáveis (como pressão atmosférica e ventos) também são levadas em consideração (MCPHADEN, 2015). A reanálise pode ser pensada como uma espécie de reconstrução de dados, quando apenas alguns dos dados estão originalmente disponíveis e a dinâmica do modelo é usada para estender sua influência para outros locais (MCPHADEN, 2015).

O modelo de ondas, chamado de GOW (*Global Ocean Wave*) faz parte do projeto Sistema de Modelagem Costeira (SMC-Brasil), reunindo um conjunto de pontos de saída de dados com parâmetros de altura significativa (H_s), período médio (T_m), período de pico (T_p), direção de pico (Θ_p), direção média (Θ_m), dispersão direcional e espectro direcionais

(BRASIL, 2018a). Para este trabalho, foi utilizado o ponto de saída dos dados de ondas localizado nas coordenadas 24° S; 41,5° W (Figura 14), onde foram extraídos os parâmetros do maior valor de altura significativa de ondas, direção e período de pico.

Os dados foram produzidos pelo Instituto de Hidráulica Ambiental da Cantabria (IH-Cantabria) e cedidos ao laboratório de Geografia Marinha, do Departamento de Geografia da UFRJ, por meio de solicitação da coordenadora responsável pelo laboratório (Prof^a. Dr^a. Flavia Moraes Lins de Barros) ao projeto Sistema de Modelagem Costeira (SMC-Brasil).

Sistema de Modelagem Costeira é uma parceria, realizada em 2010, entre Brasil e Espanha com o objetivo de executar o Projeto “Transferência de Metodologias e Ferramentas de Apoio à Gestão da Costa Brasileira” com a participação de várias instituições brasileiras e espanholas com o propósito de contribuir para a melhor gestão de implementação de obras costeiras no Brasil (BRASIL, 2018a).

O procedimento adotado para compreender as condições de mar foi realizado a partir do cruzamento das ocorrências de ressacas noticiadas pelos jornais e que foram registradas no inventário com os respectivos parâmetros de ondas do dia anterior ao da notícia, visto que as ressacas são noticiadas no dia posterior à sua ocorrência. Neste cruzamento de dados, as condições de mar foram analisadas quantitativamente, a partir dos parâmetros do maior valor de altura significativa de ondas, direção e período de pico de ondas. Desta forma, foi possível verificar as características predominantes destes parâmetros durante os eventos de ressaca. Tal procedimento foi adotado em trabalhos anteriores, como, por exemplo, Lima *et al.* (2017) em estudo sobre as condições de mar associada a eventos de ressaca no litoral Sul e Norte Fluminense do estado do Rio de Janeiro, onde os autores relacionaram dados de fontes de jornais com dados de reanálise de ondas com o propósito de compreender as condições de mar durante eventos de ressaca entre os períodos de 1979 e 2009.

A maré astronômica foi reconstruída a partir de uma seleção de pontos (Figura 12) com uma resolução de 50 km. Para isto, foram utilizados procedimentos de modelagem (BRASIL, 2018b). Foi utilizado o modelo chamado de *GOT* (*Global Ocean Tide*), que integra o pacote de dados do SMC-Brasil. Os dados apresentam intervalo de tempo de 1 hora e resolução espacial de 0,25° (BRASIL, 2018b). Para esta pesquisa, foi escolhido o ponto de saída de dados localizado nas coordenadas 23° S; 42 W (Figura 14).



Figura 12: Mapa de localização dos pontos de saída dos dados de maré astronômica na costa do Brasil. Fonte: Brasil (2018b).

Os dados de maré meteorológica também procedem de reanálise fazendo parte do SMC-Brasil, com resolução espacial de $0,25^\circ$, sendo chamados de *GOS (Global Ocean Surge)* (BRASIL, 2018b) (Figura 13).

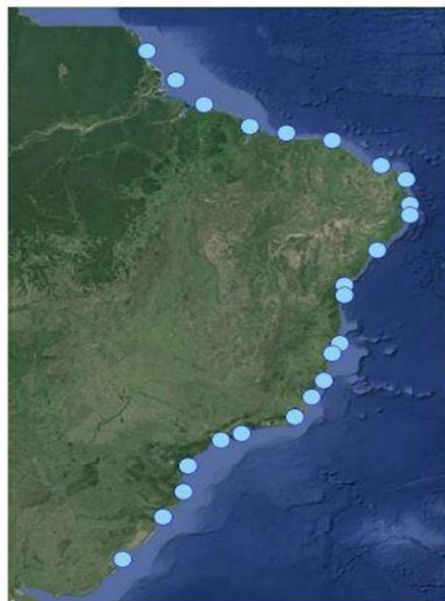


Figura 13: Mapa de localização dos pontos de saída dos dados de maré meteorológica na costa do Brasil. Fonte: Brasil (2018b).

Para esta pesquisa foi escolhido o ponto de saída de dados localizado nas coordenadas 23° S; 45° W (Figura 14). A validação dos dados foi realizada por comparação com outros dados de marés do Centro de Nível do Mar da Universidade do Havaí e a Marinha do Brasil (BRASIL, 2018b). Para maiores detalhes sobre a metodologia adotada para a construção da

base de dados *GOT* e *GOS*, consultar Brasil (2018b) “Documento Temático de Níveis e Cota de Inundação”.

Segue abaixo o mapa com a cobertura total da localização dos pontos de saída dos dados de ondas, maré astronômica e meteorológica na região oceânica na altura do estado do Rio de Janeiro (Figura 14).

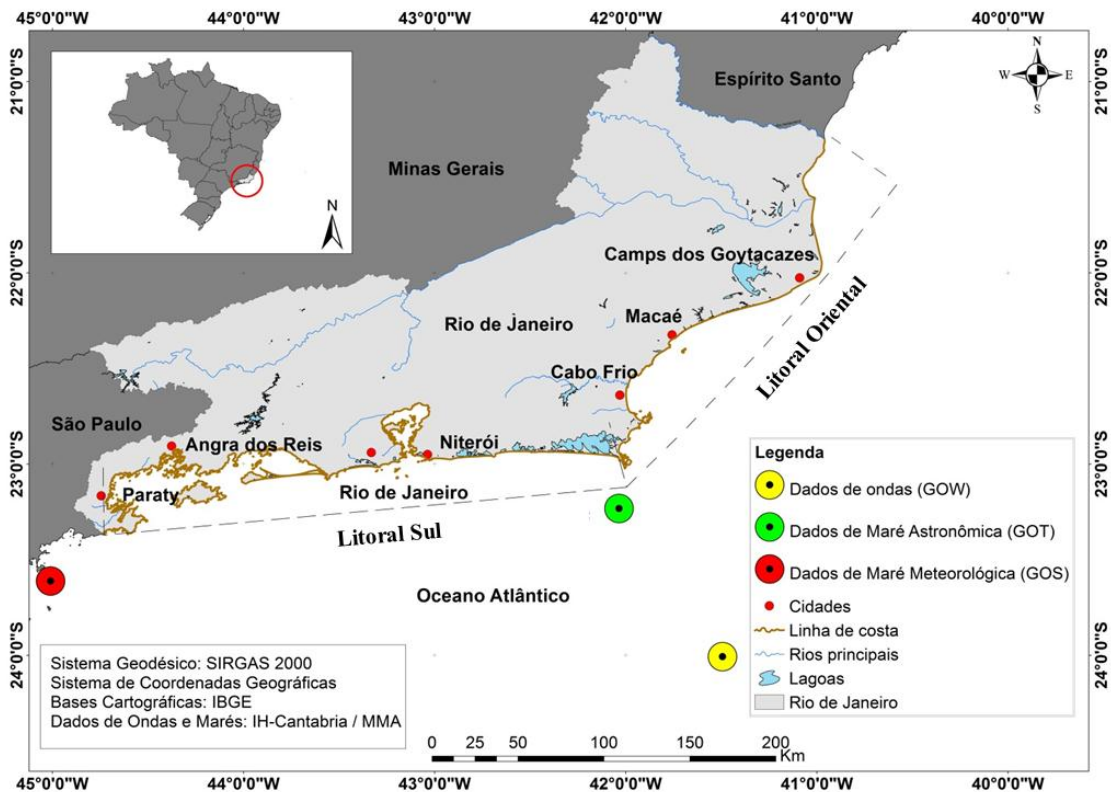


Figura 14: Mapa de localização dos pontos de saída dos dados de ondas, marés astronômica e meteorológica utilizados neste estudo. Elaborado pelo autor.

4.3 Índice de Oscilação Sul (IOS)

Foram obtidos, dentro do período de 1949 a 2008, dados de 59 anos do IOS no site da NOAA⁷, sendo esta uma medida, em grande escala, das flutuações na pressão do ar que ocorrem entre o Pacífico tropical ocidental e oriental durante os episódios de El Niño e La Niña (NOAA, c2022). Para Souza & Reboita (2021), o Índice de Oscilação Sul é considerado a componente atmosférica do El Niño. Valores negativos coincidem com valores de pressão atmosférica abaixo do normal na altura do Taiti e pressão atmosférica acima do normal em Darwin (NOAA, c2022). Períodos prolongados de valores do IOS negativos (positivos)

⁷ Os dados do índice de Oscilação do Sul estão disponíveis no site da NOAA. Disponível em: <https://www.ncdc.noaa.gov/teleconnections/enso/soi>. Acesso em: 4 de fev. 2022.

coincidem com valores anormalmente quentes (águas frias) do oceano em todo Pacífico tropical oriental típico de episódio de El Niño (La Niña) (NOAA, c2022). IOS compreendido entre os valores de $\pm 0,5$ caracteriza a fase de neutralidade dos fenômenos El Niño e La Niña (MCPHADEN, 2015). Conforme a metodologia apresentada por Pereira & Klumb (2015), foi adotado um período de defasagem de quatro meses entre os fenômenos El Niño/La Niña e a data da ocorrência dos eventos de ressaca registrados no estado do Rio de Janeiro.

4.4 Escala Douglas

A quantidade de eventos de ressaca do mar, bem como os dados do ENOS, foi distribuída em intervalos de classe de ondas usado na Escala Douglas (Tabela 2). Apresentando, com base no tamanho das ondas, uma classificação dos diferentes Estados de Mar, a Escala Douglas foi criada, em 1917, pelo Capitão inglês Henry Percy Douglas (MARINHA DO BRASIL [S.D.]). Os valores na escala estão relacionados a ondas bem desenvolvidas em mar aberto e a faixa de altura é definida pela menor altura, como exemplo, a altura de 4,0 m está relacionada como estado de mar 5, considerado mar grosso (MARINHA DO BRASIL [S.D.]).

Tabela 2: Escala do Estado de Mar adotada pela Marinha do Brasil. Adaptado pelo autor. Fonte: <https://www.marinha.mil.br/chm/sites/www.marinha.mil.br/chm/files/u2035/estado_do_mar.pdf>.

| Código | Altura (metros) | Descrição | Descrição (inglês) |
|---------------|------------------------|-------------------|---------------------------|
| 0 | 0 | Calmo (sem ondas) | Calm (glassy) |
| 1 | 0 - 0,1 | Encrespado | Calm (rippled) |
| 2 | 0,1 - 0,5 | Suave | Smooth |
| 3 | 0,5 - 1,25 | Fraco | Slight |
| 4 | 1,25 - 2,5 | Moderado | Moderate |
| 5 | 2,5 - 4,0 | Grosso | Rough |
| 6 | 4,0 - 6,0 | Muito Grosso | Very rough |
| 7 | 6,0 - 9,0 | Alto | High |
| 8 | 9,0 - 14,0 | Muito Alto | Very High |
| 9 | > 14,0 | Fenomenal | Phenomenal |

Com isso, foi possível identificar o intervalo de ondas com a maior quantidade de eventos de ressaca do mar. Somando-se a isso, identificou-se também a distribuição das fases El Niño, La Niña e de neutralidade pelos intervalos da classe de ondas adotadas na Escala Douglas.

4.5 Inventário dos eventos de ressaca do mar

Foi realizada uma investigação com o objetivo de elaborar um inventário dos eventos de ressaca ocorridos no litoral do estado do Rio de Janeiro, no período de 1948 a 2008, totalizando 60 anos. No inventário constam as seguintes informações:

Tabela 3: Parâmetros analisados para a caracterização dos eventos de ressaca. Elaborado pelo autor.

| |
|---|
| 1 – Local |
| 2 – Data dos eventos |
| 3 – Tipos de danos e demais impactos associados |
| 4 - Tipos de respostas aos eventos |
| 5 – Agentes atuantes antes, durante e após os eventos de ressaca. |
| 6 – Maior valor da altura significativa de ondas |
| 7 – Direção de pico |
| 8 – Período de pico |
| 9 – Valores de Marés Astronômicas |
| 10 - Valores de Maré Meteorológica |
| 11 – Soma das Marés Astronômica e Meteorológica |
| 12 – Condição de Marés Astronômica |
| 13 – Índice de Oscilação Sul – IOS |
| 14 – Fenômeno Climático |

Informações sobre o local, data, danos e impactos, bem como as respostas aos danos decorrentes de eventos de ressaca, foram coletadas em notícias de jornais, no site do Acervo O Globo. O portal inclui um acervo com jornais digitalizados do Jornal O Globo, bem como ferramentas que permitem a filtragem de informações para atender aos objetivos do usuário. Uma das ferramentas é a busca por palavras-chave, sendo aplicado nesta pesquisa o termo “ressaca do mar” para identificar as matérias relacionadas aos eventos estudados.

Posteriormente, os parâmetros de ondas, marés e do Índice de Oscilação Sul foram relacionados com a data dos eventos de ressaca. Todavia, foi levado em consideração que o evento teve seu início antes de ser noticiado. Portanto, o cruzamento dos dados ocorreu sempre um dia antes da data da notícia. Este cruzamento de dados já havia sido proposto em trabalho anterior, por um menor período de tempo e utilizando outra fonte de dados de ondas (Lins-de-Barros *et al.* 2018).

O cruzamento dos dados possibilitou identificar nos eventos de ressaca:

Tabela 4: Informações que constam no inventário. Elaborado pelo autor.

| Informações | Fonte |
|--|------------------------|
| 1 - Sazonalidade | Acervo O globo |
| 2 - Tipologia de danos e impactos | Acervo O globo |
| 3 - Tipologia de respostas | Acervo O globo |
| 4 – Agentes atuantes | Acervo O globo |
| 5 - Condição de Maré Astronômica (Sizígia, Quadratura e Transição) | Callendar e SMC-Brasil |
| 6 - Condições de mar | SMC-Brasil |
| 7 - Valores predominantes de Marés Astronômicas | SMC-Brasil |
| 8 - Valores predominantes de Marés Meteorológicas | SMC-Brasil |
| 9 - Valores predominantes do efeito conjunto das Marés Astronômica e Meteorológica | SMC-Brasil |
| 10 - Identificação de ENSO (El Niño, La Niña e Neutro) associado ao IOS | NOAA |

4.6 Sazonalidade dos eventos de ressaca do mar

A sazonalidade foi realizada com base na data dos eventos de ressaca identificados nos jornais seguindo as estações do ano⁸:

Tabela 5: Distribuição das estações do ano por mês. Elaborado pelo autor.

| | |
|-----------|---------------------------------|
| Primavera | 23 de setembro a 21 de dezembro |
| Verão | 22 de dezembro a 20 de março |
| Outono | 20 de março a 20 de junho |
| Inverno | 21 de junho a 22 de setembro |

4.7 Tipologia dos danos e impactos associados a eventos de ressaca do mar

As informações coletadas nos jornais permitiram o desenvolvimento de uma tipologia com categorias de danos e demais impactos, juntamente com outra tipologia associadas às respostas aos danos e impactos.

Para esta pesquisa foram criadas 16 categorias de danos e impactos, juntamente com as categorias de respostas aos danos e impactos. Além disso, a definição das categorias foi

⁸ As datas referentes às estações do ano foram utilizadas com base no site Callendar. Disponível em: <<https://www.calendarr.com/brasil/estacoes-do-ano/>>. Acesso em: 21 jul. 2021.

pensada com base nos relatos que foram registrados nas matérias que noticiaram o evento (Tabela 6):

Tabela 6: Tipologia de danos e impactos decorrentes de eventos de ressaca e exemplos de registros correspondentes. Compilado a partir de notícias do Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor.

1 - Areia na pista - (...) as ondas atiraram muita areia sobre o calçadão e a pista de descida da Avenida Atlântica (...) (GUARDA-VIDAS, 23/05/1975).

2 - Inundação - Mar invade 300 metros da Delfim Moreira durante a madrugada (MAR, 1/06/1999).

3 - Mortes - Ressaca: 21 banhistas salvos e turista morre em Grumari (RESSACA, 13/03/1984).

4 - Afogamentos - (...) durante todo o dia, especialmente na parte da manhã, e houve 16 casos de afogamento, nenhum fatal (RESSACA, 21/02/1978).

5 - Destruição - Ondas de mais de 10 metros de altura se lançaram contra a praia, destruindo embarcações e causando prejuízos aos moradores do local (EM MACAÉ, 09/10/1971).

6 - Recuo da faixa de areia – Ressaca reduz a faixa de areia na altura do Posto 5 (...) (MAR, 4/02/2005).

7 - Desaparecimentos - Ressaca em Sepetiba: Somem quatro pescadores (RESSACA, 11/07/1976).

8 - Poluição, detritos - A forte ressaca rompeu ontem à tarde a tubulação da linha de Recalque da elevatória do Leblon, poluindo pela segunda vez este ano a praia (MAR, 27/07/1988).

9 - Pessoas feridas - Os bombeiros socorreram 17 feridos levemente, entre eles três grávidas (RESSACA, 25/04/2008).

10 - Barcos emborcados – Em Sepetiba, Zona Oeste do Rio, mais de 40 barcos de pescadores emborcaram, atingidos pela forte ressaca (...) (MAR, 8/05/1989).

11 - Rompimento de tubulação - Ressaca rompe linha e lança esgotos no Leblon (RESSACA, 07/09/1987).

12 – Naufrágio – Ressaca afunda um barco de pescadores (RESSACA, 28/03/1998).

13 - Deslocamento de barcos – A maré alta e fortes rajadas de vento sudoeste arrastaram ontem barcos (...) (MARÉ, 27/08/1984).

14 – Tumulto, pânico – A ressaca que assolou ontem a Praça XV, paralisando o transporte marítimo pra Niterói, provocou a revolta de cerca de 20 mil pessoas que arrombaram o portão da estação para alcançar a primeira barca que conseguiu atracar (...) (RESSACA, 21/02/1969).

15 – Desabrigados – Uma forte ressaca atingiu ontem a Praia da Barra, no Segundo Distrito de Macaé, no Estado do Rio, inundando cerca de 400 casas e deixando ao desabrigo mais de 100 pessoas (EM MACAÉ, 09/10/1971).

16 - Problemas da rede de energia – Na praia das Flechas, o impacto das ondas nos postes provocou por duas vezes o desligamento automático da subestação da CERJ em Icaraí, deixando os moradores sem energia elétrica (DE MADRUGADA, 04/08/1983).

4.8 Tipologia das respostas associadas aos danos e impactos decorrentes dos eventos de ressaca do mar

São ações que ocorreram durante e após o evento, como, por exemplo, a limpeza da pista por funcionários do setor público por conta da invasão de areia da praia. Segue abaixo as categorias criadas com base em relatos que foram identificados por fontes de jornais (Tabela 7):

Tabela 7: Tipologia de respostas aos danos e impactos decorrentes dos eventos de ressaca e exemplos de registros correspondentes. Compilado a partir de notícias do Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor.

| |
|--|
| 1 - Limpeza da pista / praia - Garis limpam duas pistas no Parque do Aterro do Flamengo, fechadas ao trânsito por causa de areia e tijolos arrancados da ciclovia pelas ondas (RESSACA, 26/09/1999). |
| 2 - Interdições da pista / praia - As praias cariocas estão interditadas aos banhistas (RESSACA, 07/04/1966, p1). |
| 3 - Interrupção de serviços - Acentuou que o mar, com ondas muito elevadas, ultrapassou a crista de muralha de pedra, ocasionando o alagamento de uma grande área; daí o impedimento do trabalho (entrada de caminhões) naquele local (BENEFICIAM-SE, 11/03/1958). |
| 4 - Muralha de areia - Para evitar novos problemas, o quiosque teve que ser protegido por uma muralha de areia uma metro de altura (RESSACA, 01/08/2007). |
| 5 - Bandeira Vermelha - O mar, enfurecido por fortes ventos, castigou as praias, fazendo com que a bandeira vermelha dos postos de salvamento se mantivesse içada todo o tempo (ENFURECIDO, 11/05/1956) |
| 6 - Campanhas de esclarecimento - O Corpo Marítimo de Salvamento preveniu os banhistas de que devem evitar o mar nos próximos dias, pois este continuará interditado (FRENTE, 11/08/1976). |
| 7 - Protesto dos moradores - Se aos turistas a ressaca causou susto, aos moradores do Leblon provocou indignação. Eles aproveitaram a presença dos jornalistas para cobrar das autoridades atitudes severas para combater o que chamam de “extinção da Praia do Leblon” (NO LEBLON, 30/11/1990). |
| 8 – Salvamentos - (...) o Grupo Marítimo de Salvamento já tinha retirado três pessoas da água (MAR DE RESSACA, 02/03/1992). |
| 9 - Banho Proibido - Toda orla de São Conrado à Barra da Tijuca estava com alerta de banho proibido (INÍCIO, 16/07/1982). |
| 10 - Obras de reparo - Cedae faz reparos no interceptor oceânico (CEDAE, 21/08/1988). |
| 11 - Evacuações (moradores / barcos) – Ante a ameaça do mar, que se projetava seus moradores prudentemente saíram, abrigando-se em casas de parentes e amigos, mais afastadas (ENFURECIDO, 11/05/1956). |
| 12 - Poder público solicita ajuda – (...) o prefeito Riverton Mussi disse que pediu ajuda a especialistas do INRH para fazer um estudo sobre as correntes marítimas e marés naquele trecho do litoral (MAR, 10/08/2006). |

4.9 Critério para escolha dos estudos de caso

A escolha dos estudos de caso teve como critério a intensidade dos efeitos na costa, medida pela quantidade de locais que foram impactados (Tabela 8). A partir deste critério, foi escolhido um evento de ressaca que impactou 20 locais, outro que impactou 17 locais e um terceiro evento que impactou 16 locais.

Tabela 8: Relação entre a quantidade de locais registrados por eventos de ressaca, compilado a partir das notícias do Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor.

| Número de eventos de ressaca versus número de locais com registros de danos e impactos | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|----|----|----|----|---|---|---|---|---|----|----|----|----|
| Número de eventos | 3 | 62 | 34 | 12 | 11 | 3 | 4 | 4 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| Número de locais | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 16 | 17 | 20 |

5 RESULTADOS

5.1 Caracterização Geral

5.1.1 Freqüência e sazonalidade dos eventos de ressaca do mar

Foi verificado que, durante o período de 1948 a 2008, foram registrados pelo Jornal O Globo, 141 eventos de ressaca (Figura 15). Importante lembrar que, durante este período, outros eventos de ressaca do mar pode não ter sido noticiados pelo fato de não existir um fato gerador de notícia, como, por exemplo, a destruição de estabelecimentos e inundações.

Subdividindo o período em intervalos de 10 anos, houve um crescimento do número de registros, principalmente a partir da década de 1970 até o início da década de 1990, tendo os maiores registros da série histórica contabilizados nos anos de 1988 e 1990. A partir de então, percebe-se uma queda no número de registros até o ano de 2008. Todavia, ainda que nas décadas de 1980, 1990 e 2000, tenha sido contabilizada uma pequena queda, percebe-se um número muito maior de registros a partir da década de 1980 em diante quando comparando com as décadas de 1950, 1960 e 1970.

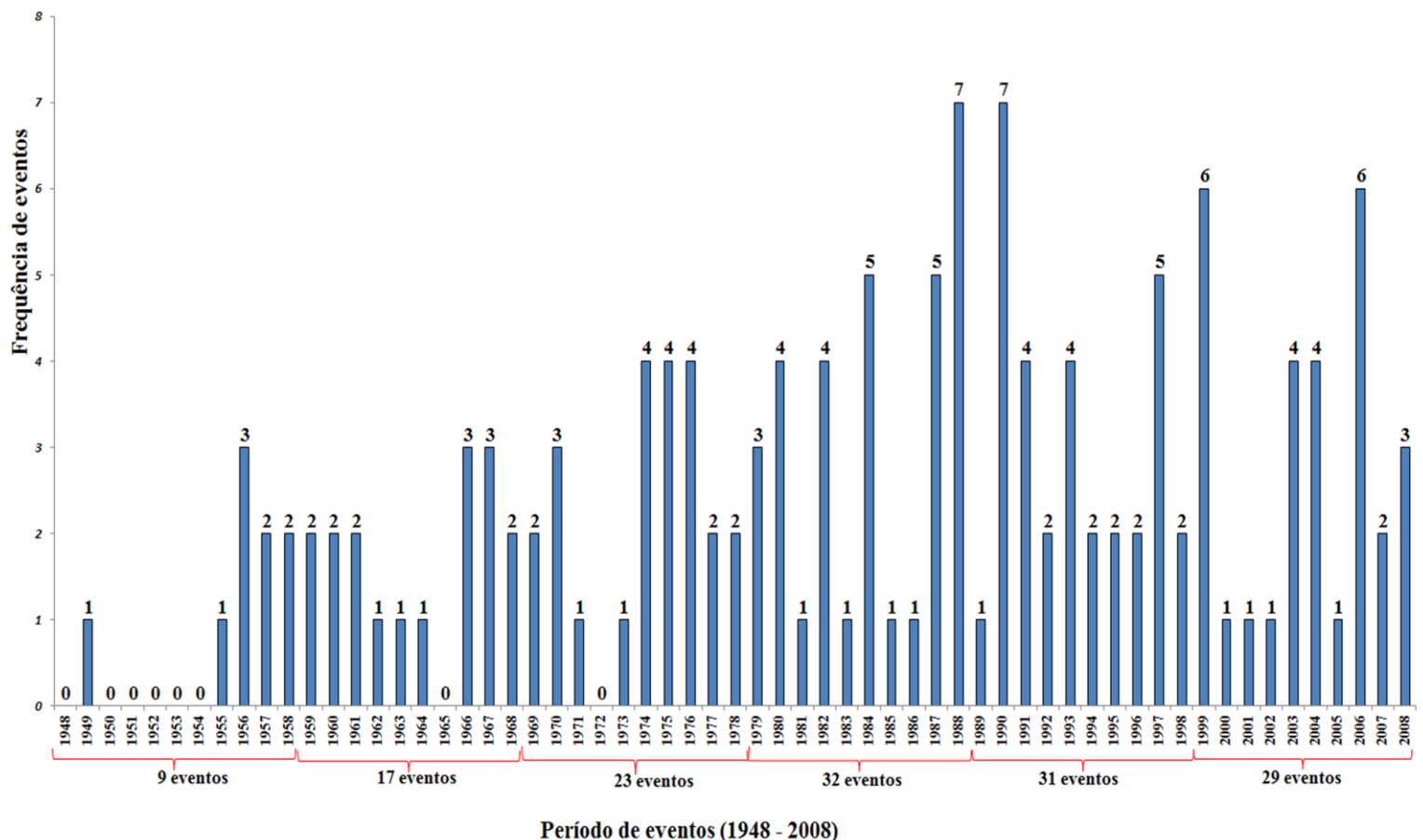


Figura 15: Freqüência anual de eventos de ressaca no estado do Rio de Janeiro (1948 – 2008), compilado a partir das notícias do Acervo O Globo. Elaborado pelo autor.

Uma das hipóteses para o aumento do número de registros se deve ao crescimento do processo de ocupação nas áreas costeiras. Paula *et al.* (2015), defendem que as ressacas do mar registradas pelos jornais ocorrem em função do nível de ocupação do litoral e dos dramas sociais ocorridos. Em estudo realizado no litoral de Fortaleza, os autores destacaram que mais de 95% das ressacas registradas e publicadas nos jornais ocorreram a partir da década de 1980, justamente quando ocorreu o aumento do processo de ocupação e urbanização do litoral de Fortaleza. Além disso, fizeram importantes observações a respeito da lógica midiática onde, segundo os mesmos, separa a notícia da não notícia. O que não é notícia não afeta pessoas e bens, sendo assim, não é publicado. Interpretação semelhante foi realizada por Freitas & Dias (2013) que, ao utilizar fontes históricas da segunda metade do século XIX, como jornais, dicionários corográficos, monografias e relatórios técnicos para estudar o processo de erosão costeira e suas consequências no litoral de Espinho, em Portugal, observaram um aumento considerável da quantidade de informações disponíveis sobre a ocorrência de galgamentos oceânicos e os prejuízos causados pelo evento. Os autores levantaram a questão se realmente houve um aumento no número de invasões do mar em relação ao passado. Na análise autores, sempre houve galgamento, visto que se trata de um fenômeno natural dinâmico em busca de equilíbrio, todavia não havia os instrumentos e o interesse de divulgar esses acontecimentos. Segundo os autores, isso mudou com o surgimento, na primeira metade do século XIX, da imprensa moderna, considerada mais barata e acessível para todos, mas também com o avanço do processo de ocupação sobre estes litorais que tornou a erosão costeira relevante, pois resultou na perda de patrimônio (FREITAS & DIAS, 2013). Para os autores, as invasões do mar e a destruição que eles deixavam, era o tipo de notícia importante para vender jornais, justificando o interesse em publicá-los. Dificilmente eram noticiados episódios de *storm surge*, desaparecimento de areia da praia e erosão de dunas, uma vez que não havia nenhum tipo de drama e problema econômico envolvido, e as notícias só começaram a surgir quando começou a haver danos e vidas em perigo (FREITAS & DIAS, 2013).

Com relação à sazonalidade (Tabela 9), os resultados mostraram que 63 eventos ocorreram no outono, seguidos de 48 no inverno, 19 no verão e 11 na primavera. Resultado semelhante foi encontrado por autores que estudaram eventos de ressaca na região sul (Simó & Horn Filho, 2004; Vanz & Fernandez, 2012).

Tabela 9: Sazonalidade dos eventos de ressaca no estado do Rio de Janeiro (1948 – 2008), compilado a partir de notícias do Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor.

| Relação entre eventos de ressaca com as estações do ano | | | | |
|---|-----------|-------|--------|---------|
| Estações do ano | Primavera | Verão | Outono | Inverno |
| Número de eventos | 11 | 19 | 63 | 48 |

Há um consenso entre os pesquisadores que os eventos de ressaca nas regiões sul e sudeste costumam ocorrer com mais frequência no outono e inverno devido à chegada de frentes frias e a atuação de ciclones extratropicais no oceano durante estas estações. Por exemplo, Vanz & Fernandez (2012) destacaram a chegada de uma frente fria em conjunto com um ciclone extratropical, localizado no oceano em uma condição de maré astronômica de sizígia como causadores das ressacas de outono e inverno na costa Gaúcha e Catarinense. Da mesma forma, no Rio de Janeiro, Bulhões *et al.* (2014), Lins-de-Barros *et al.* (2018) e Campos (2009) destacaram também uma maior frequência de eventos de ressaca no Outono seguido do Inverno.

5.1.2 Condições de mar associadas aos eventos de ressaca do mar

A rosa direcional de ondas para os eventos de ressaca analisados no presente trabalho, para o período de 1948 a 2008 (Figura 16), representa uma concentração de ondas no quadrante sul, principalmente de direção SSO, com predomínio de ondas entre 2,5 m a 4,0 m. Os períodos de pico (Tabela 10) mais significativos concentraram-se nos intervalos compreendidos entre 7s a 13s, somando 120 eventos, enquanto que os valores abaixo de 7s e acima de 13s foram menos frequentes, somando 21 eventos. Essas características correspondem ao esperado para estados de mar de ressaca para o estado do Rio de Janeiro.

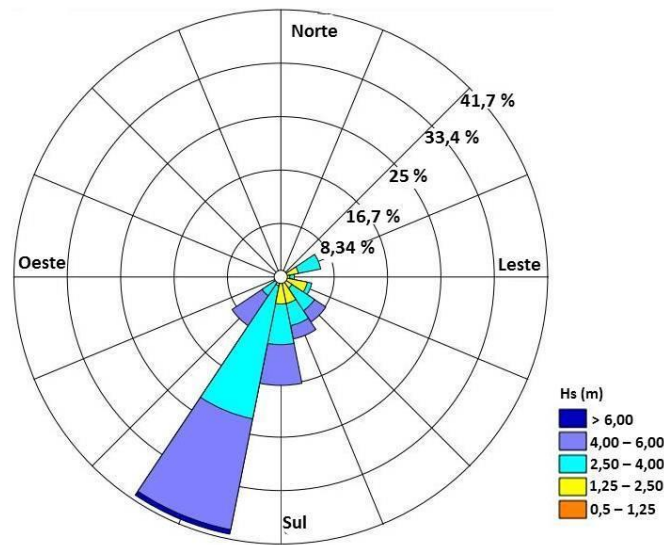


Figura 16: Rosa direcional do maior valor de altura significativa de ondas em eventos de ressaca no estado do Rio de Janeiro (1948 – 2008). Elaborado pelo autor através de dados de reanálise de ondas que integra o Sistema de Modelagem Costeira do Brasil.

Tabela 10: Período de pico durante eventos de ressaca entre os anos de 1948 a 2008. Elaborado pelo autor através de dados de reanálise de ondas do que integra o Sistema de Modelagem Costeira do Brasil.

| Período de pico dos eventos de ressaca no estado do Rio de Janeiro (1948 – 2008) | | | | | |
|--|---------|---------|----------|-----------|-----------|
| Período de pico | 5s – 7s | 7s – 9s | 9s – 11s | 11s – 13s | 13s – 15s |
| Número de eventos | 16 | 34 | 49 | 37 | 5 |

Distribuindo os eventos por cada divisão de classe baseada na Escala Douglas (Tabela 11), os estudos indicaram que 62 eventos ocorreram em condições de maior valor de altura significativa de ondas de 2,5 m a 4,0 m (grosso), seguidos de 48 eventos com ondas de 4,0 m a 6,0 m (muito grosso), 29 eventos com ondas de 1,25 m a 2,5 m (moderado) e 1 evento com ondas de 0,5 m a 1,25 m (fraco) e 1 evento com ondas de 6,0 m a 9,0 m (alto).

Durante os avisos de mau tempo, as Normas da Autoridade Marítima 19 (NORMAM 19) da DHN, emite aviso de ressaca a partir de ondas com altura significativa de 2,5 m ou superior atingindo a costa. Todavia, os resultados indicaram 29 registros de eventos de ressaca abaixo do limite de 2,5 m estabelecido pela NORMAM 19. Alguns registros também noticiaram eventos de ressaca abaixo deste limiar estabelecido pela NORMAM 19, como no caso da notícia do dia 28 de junho de 1996, que noticiou um evento de ressaca com ondas de

até 2 m de altura: “O mar de ressaca, com ondas de até dois metros de altura avança pelo calçadão de Copacabana (ALTAS, 28/06/1996)”. Portanto, há uma diferença de percepção entre o que a Imprensa entende como um evento de ressaca do mar e o que a NORMAM 19 entende como um evento de ressaca do mar.

5.1.3 Índice de Oscilação Sul (IOS) e eventos de ressaca do mar

Os resultados (Tabela 10) indicaram quase a mesma quantidade de ressacas em períodos com a ocorrência de El Niño / La Niña, com 72 eventos e em períodos de neutralidade, com 68 eventos. Comparando os fenômenos El Niño e La Niña, 44 eventos ocorreram no período de La Niña, enquanto que 28 ocorreram no período de El Niño. Comparando eventos marcados pelas fases de El Niño e La Niña, de uma forma geral, predominaram eventos de La Niña em todos os intervalos, com exceção dos intervalos classificados como Grosso, com predomínio de El Niño e Alto, marcado pela fase de Neutralidade.

Alguns trabalhos merecem destaque no que diz respeito à influência do ENOS sobre eventos de ressacas do mar. Wu & Leonard (2019) identificaram o impacto do ENOS sobre as *storm surges* e chuvas ao longo de grande parte da costa Australiana. Segundo os autores, a fase La Niña mostrou uma maior influência no geral, todavia o El Niño teve uma influência mais forte no norte da Austrália perto no Golfo de Carpentaria e no sudoeste da Austrália ocidental. Abtew (2019) em estudo sobre furacões e seus efeitos no sul da Flórida, tais como ventos, chuvas e *storm surges*, destacou que desde 1851, 73% do número de anos de *storm surges* e furacões ocorreram durante anos de La Niña e ENOS neutro, enquanto 23% ocorreram em anos de El Niño. Já Maclinnnes *et al.* (2011) em estudo sobre a quantificação do risco de *storm surge* em Fiji devido à variabilidade e mudança climática, destacaram que há uma probabilidade de *storm surge* maior em anos neutros do que em anos de La Niña e El Niño. No Brasil, alguns estudos indicam uma possível influência da fase La Niña no que diz respeito à energia das ondas durante eventos de ressaca, como Pereira & Klumb-Oliveira (2015) que indicaram uma maior altura de ondas em eventos de ressaca durante a fase La Niña, e Carvalho *et al.* (2019) que destacaram que as ressacas com mais energia ocorreram durante a fase La Niña.

Tabela 11: IOS e maior valor de altura significativa de ondas associados à El Niño / La Niña durante as ressacas no RJ (1948 – 2008). Elaborado pelo autor a partir de dados do IOS da NOAA.

| Hs(m) | Eventos | El Niño | La Niña | El Niño + La Niña | Neutro | Sem dados |
|------------------------------|---------|---------|---------|----------------------|--------|-----------|
| 0,5 m a 1,25 m (Fracó) | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1,25 m a 2,5 m (Moderado) | 29 | 3 | 13 | 16 | 12 | 1 |
| 2,5 m a 4,0 m (Grosso) | 62 | 14 | 13 | 27 | 35 | 0 |
| 4,0 m a 6,0 m (Muito Grosso) | 48 | 11 | 17 | 28 | 20 | 0 |
| Acima de 6,0 m (Alto) | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Total de número de eventos | 141 | 28 | 44 | 72 | 68 | 1 |

5.1.4 Nível do mar associado aos eventos de ressaca do mar

Os resultados (Tabela 12) indicam que, em um total de 141 eventos, a maioria ocorreu em intervalos de maré meteorológica compreendidos entre 0 m a 0,3 m, totalizando 52 eventos.

Tabela 12: Intervalo de valores de Maré Meteorológica por eventos de ressaca no estado do Rio de Janeiro (1948 - 2008). Elaborado pelo autor com base nos dados de Maré Meteorológica que integra o Sistema de Modelagem Costeira do Brasil.

| Maré Meteorológica | | | | | |
|--------------------|------------|-------------|---------------|---------------|---------------|
| Nível do mar | -0,2 a 0 m | 0 m a 0,3 m | 0,3 m a 0,6 m | 0,6 m a 0,9 m | 0,9 m a 1,0 m |
| Nº eventos | 26 | 52 | 51 | 11 | 1 |

Já os valores de maré astronômica (Tabela 13) indicaram que, dos 141 eventos, a maioria encontra-se no intervalo de 0,3 m a 0,6 m, totalizando 85 eventos.

Tabela 13: Intervalo de valores de Maré Astronômica por eventos de ressaca no estado do Rio de Janeiro (1948 - 2008). Elaborado pelo autor com base nos dados de Maré Astronômica que integram o Sistema de Modelagem Costeira do Brasil.

| Maré Astronômica | | |
|------------------|---------------|---------------|
| Nível do mar | 0,1 m a 0,3 m | 0,3 m a 0,6 m |
| Nº eventos | 56 | 85 |

O efeito conjunto dos dados de maré meteorológica e maré astronômica (Tabela 14) indicam que, dos 141 eventos de ressaca, 52 eventos encontram-se em amplitudes do nível do mar de 0,6 m a 0,9 m.

Tabela 14: Soma dos valores de Maré Meteorológica e Astronômica. Elaborado pelo autor com base nos dados de Maré Meteorológica e Astronômica que integram o Sistema de Modelagem Costeira do Brasil.

| Maré Astronômica + Maré Meteorológica | | | | | |
|---------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Nível do mar | 0,1 m a 0,3 m | 0,3 m a 0,6 m | 0,6 m a 0,9 m | 0,9 m a 1,2 m | 1,2 m a 1,5 m |
| Nº eventos | 21 | 40 | 52 | 25 | 3 |

Vale lembrar que o ponto de saída dos dados de maré astronômica está localizado em área oceânica. Entre outras palavras, há uma menor influência do continente sobre a amplitude de maré.

Os resultados da maré astronômica (Figura 17) indicam que, durante o período de 1948 a 2008, há uma maior frequência de eventos de ressaca ocorridos em condições de marés de transição, totalizando 61%; seguidos de 22% em marés de sizígia; e 17% em marés de quadratura. Os dados indicam, principalmente, uma baixa frequência de eventos ocorridos em marés de sizígia, o que pode contribuir para uma menor magnitude destes eventos no litoral.

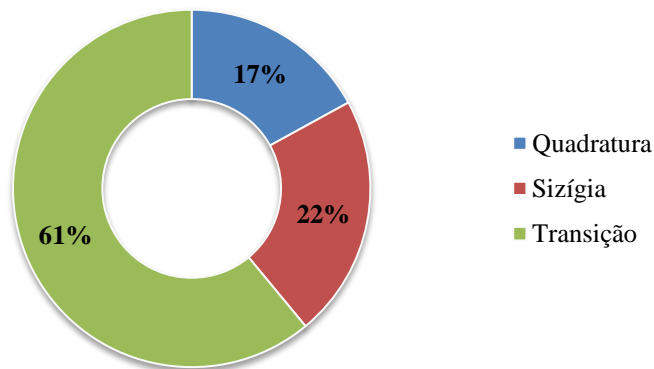


Figura 17: Percentual de eventos de maré astronômica durante os eventos de ressaca, no período de 1948 a 2008. Elaborado pelo autor a partir dos dados de Maré Astronômica do Sistema de Modelagem Costeira do Brasil.

5.1.5 Locais mais impactados por eventos de ressaca do mar no litoral do estado do Rio de Janeiro

A distribuição espacial e temporal dos locais mais impactados por eventos de ressaca (Figura 18) revelou uma maior frequência de eventos no litoral sul do estado do Rio de

Janeiro, principalmente no oeste da Baía de Guanabara. Já no trecho que abrange o litoral dos bairros da Barra da Tijuca seguindo em direção ao Sul Fluminense, há poucos locais impactados, apenas em Itacuruçá e Ilha Grande. Há também grandes ocorrências no setor leste da Baía, que compreende o litoral dos bairros que pertencem à região oceânica de Niterói, e, em menor proporção, no litoral que compreende municípios como Maricá, Saquarema e Araruama. Já no litoral oriental, foram registrados poucos locais, sendo notadas pequenas concentrações no local de inflexão do litoral do estado, que compreende os municípios de Arraial do Cabo, Armação de Búzios e Cabo Frio, enquanto, no norte do estado, há poucos locais, como em Rios das Ostras, Macaé e Campos dos Goytacazes.

A maior quantidade de locais impactados no litoral sul podem ser explicadas pela orientação da linha de costa que expõe o litoral a estes eventos que recebem ondas com mais energia do quadrante sul, mas também por fatores sociais como o processo de urbanização neste litoral, bem como a valorização de determinados lugares em detrimento de outros. Há uma concentração de registros na Baía de Guanabara, o que se deve ao intenso processo de urbanização próximo ao litoral que essa região passou ao longo dos anos. A Baía de Guanabara abriga bairros famosos, como Copacabana, Leblon e Ipanema. Portanto, além da urbanização, há uma atenção maior da imprensa em noticiar as consequências dos eventos de ressaca neste local por conta da valorização desta região. Poucas ocorrências foram registradas no litoral Sul Fluminense, o que pode ser explicado por este ser um litoral muito protegido com a presença de ilhas e promontórios rochosos que protegem a região da entrada de ondas de ressaca. Ainda assim, há registros em Itacuruçá e Ilha Grande.

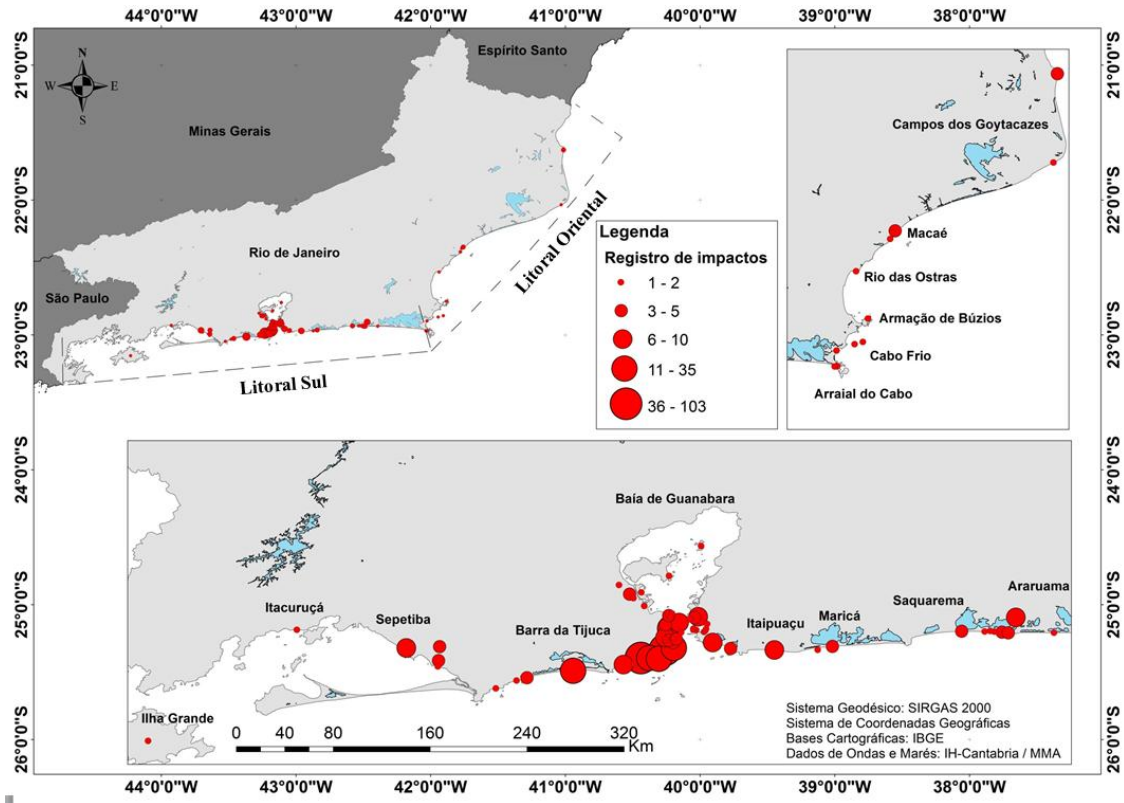


Figura 18: Distribuição espacial dos locais mais impactados por eventos de ressaca no litoral do estado do Rio de Janeiro, no período de 1948 a 2008, segundo registros nos jornais pesquisados no Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor.

5.1.6 Locais mais impactados por mesorregiões

Serão apresentados com mais detalhes os locais que foram mais impactados por eventos de ressaca do mar, estando dividido por mesorregiões, sendo que, a mesorregião metropolitana foi subdividida nas seguintes regiões: Zona Sul; Centro e Zona Portuária; Zona Norte; Zona Oeste; e Região Oceânica de Niterói.

Outra informação refere-se ao distrito de Itacuruçá que pertence ao município de Mangaratiba e que está inserido na mesorregião metropolitana. Dentro da mesorregião metropolitana, Itacuruçá não se enquadra em nenhuma das regiões citadas acima, tais como Zona Oeste, Zona Norte, Zona Sul, etc. Para resolver este problema, optou-se por inserir Itacuruçá na região conhecida como “Costa Verde”. Trata-se de uma regionalização adotada pelo estado do Rio de Janeiro e que abriga parte do litoral Sul Fluminense. Portanto, Itacuruçá será inserido na Costa Verde em conjunto com a mesorregião Sul Fluminense. Para mais informações sobre a regionalização adotada pelo estado do Rio de Janeiro, consultar: https://www.ceperj.rj.gov.br/?page_id=262.

5.1.6.1 Mesorregião Metropolitana (Zona Sul)

Na Zona Sul do estado do Rio de Janeiro (Figura 19), os locais mais impactados foram o Leblon (103 registros), Copacabana (69 registros) e Ipanema (35 registros). Em seguida, as localidades do Flamengo (22 registros), Arpoador (20 registros) e Leme (19 registros) apresentaram uma quantidade significativa de registros. Com uma menor quantidade de registros estão as localidades de Botafogo (7 registros), São Conrado (7 registros), Praia Vermelha (5 registros), Iate Clube (Urca) (4 registros), Glória (3 registros), Urca (3 registros), Fortaleza da Laje (2 registros), Boca da Barra Pequena (2 registros), Vidigal (2 registros), Praia da Urca (1 registro) e Clube Guanabara (Botafogo) (1 registro) (Figura 20).

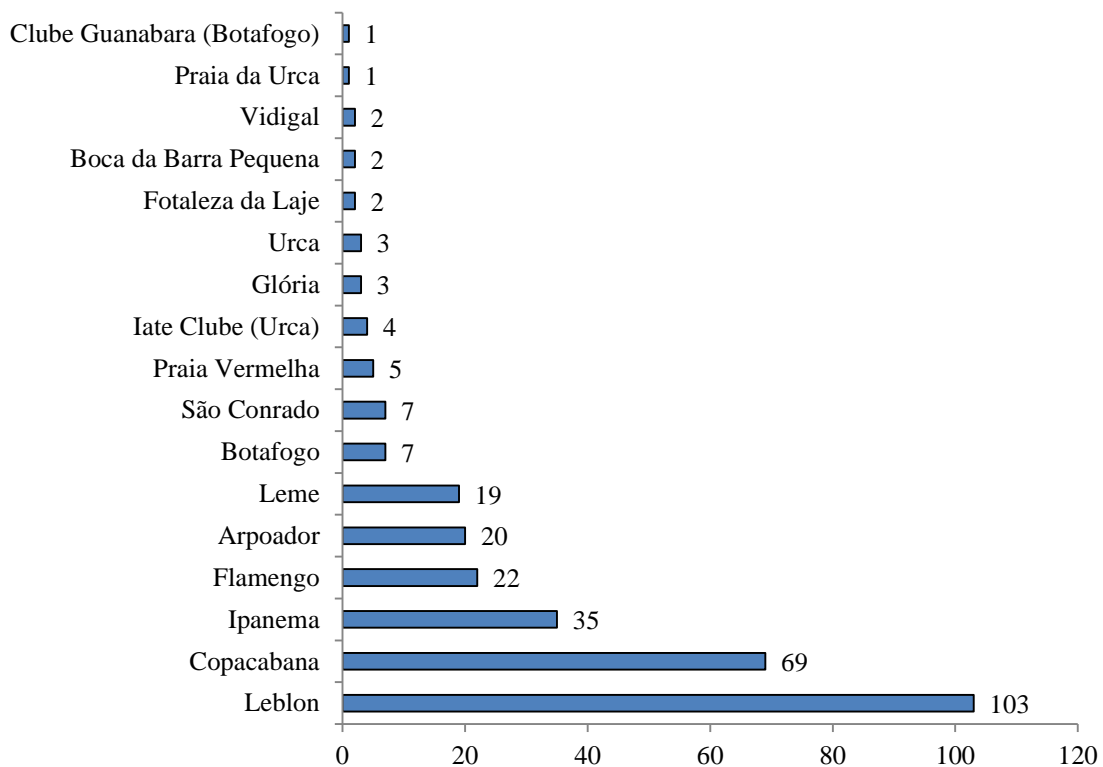


Figura 19: Locais mais impactados por eventos de ressaca do mar na Zona Sul da mesorregião Metropolitana do estado do Rio de Janeiro, no período de 1948 a 2008, segundo registros nos jornais pesquisados no Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor.

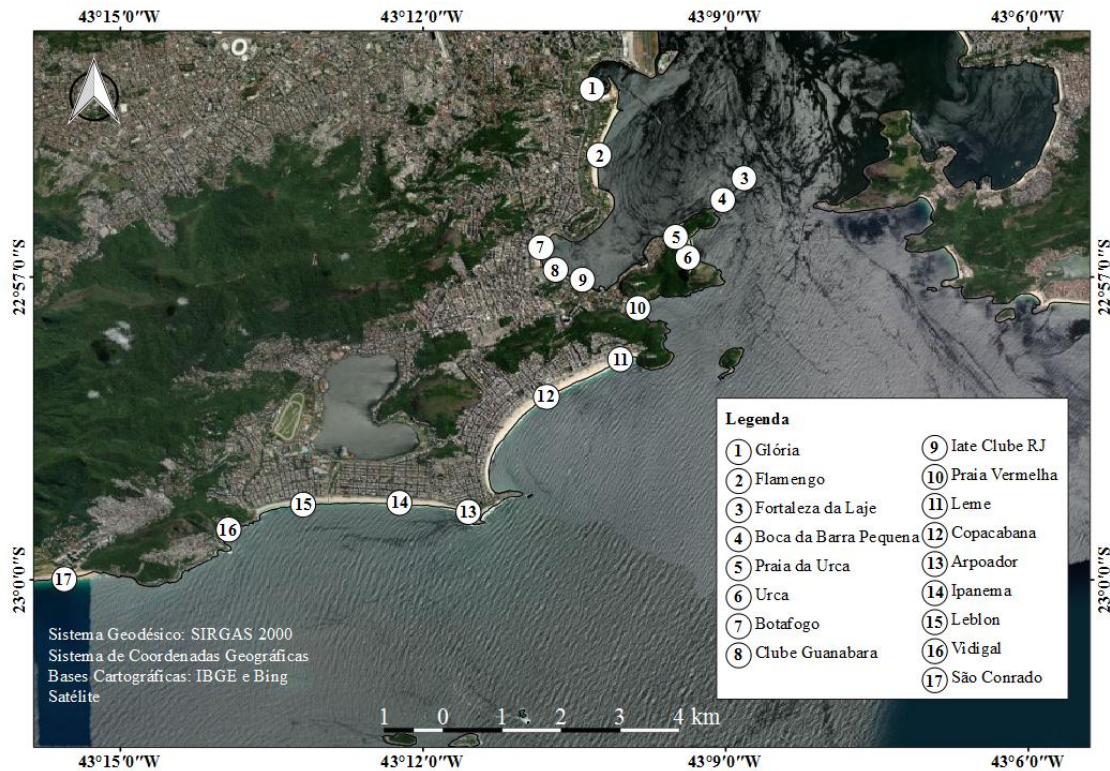


Figura 20: Distribuição espacial dos locais mais impactados por eventos de ressaca do mar na Zona Sul da mesorregião Metropolitana do estado do Rio de Janeiro, no período de 1948 a 2008, segundo registros nos jornais pesquisados no Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor.

A Zona Sul da mesorregião metropolitana do estado foi a região com a maior concentração de locais impactados por eventos de ressaca quando comparado para todo o estado do Rio de Janeiro. Como mencionado anteriormente, a valorização desta região juntamente com o intenso processo de ocupação colaborou para uma maior quantidade de registro de notícias sobre os eventos de ressacas do mar. Todavia, das localidades registradas, o Leblon se destaca pela maior quantidade de registros, e isso pode não estar ligado à questão da valorização deste local em relação aos demais, haja vista que outras localidades são tão valorizadas como o Leblon. Uma hipótese é que a maior quantidade de registros no Leblon pode ter relação com a dinâmica do transporte de sedimentos no Arco Leblon-Ipanema. As ondas de SE transportam sedimentos do Arpoador (Ipanema) para o Leblon, e as ondas de SW faz o sentido contrário (MUEHE, 2013) (Figura 21).

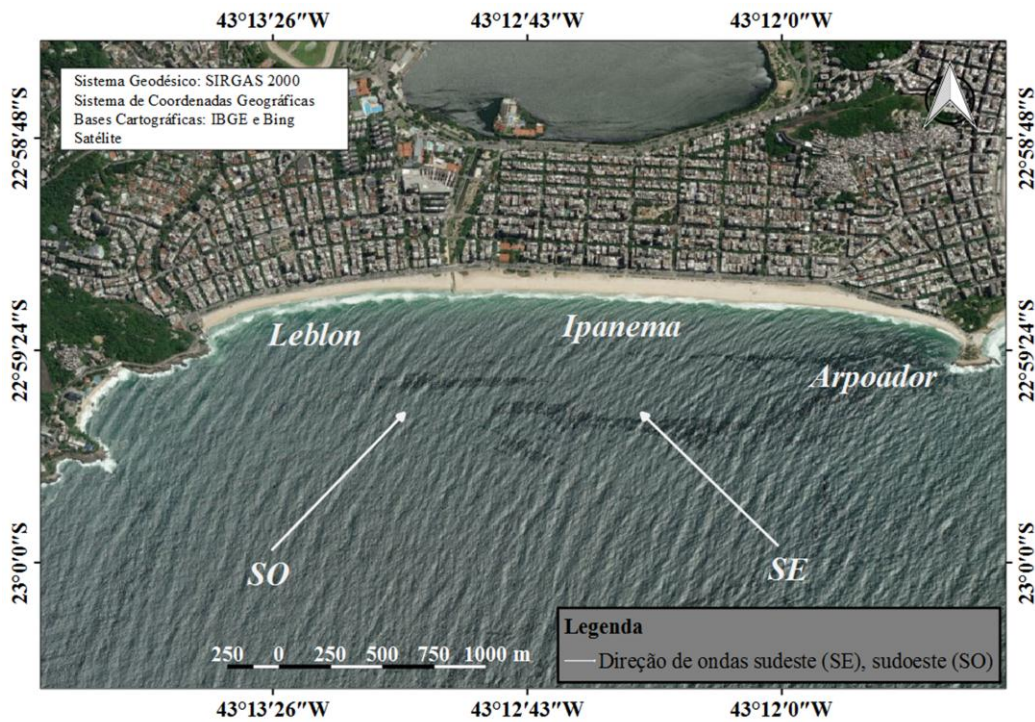


Figura 21: Dinâmica do transporte de sedimentos no Arco Leblon-Ipanema. Adaptado de Muehe (2013).

Isso devido à obliquidade de incidência das ondas que faz com que a linha de arrebentação apresente um ângulo em relação à face da praia, induzindo o transporte longitudinal de sedimentos, deslocando-os de um lado para o outro do arco praial (MUEHE, 2013).

5.1.6.2 Mesorregião Metropolitana (Centro e Zona Portuária)

A região do Centro e da Zona Portuária no estado do Rio de Janeiro, o trecho do Aeroporto Santos Dumont teve a maior quantidade de registros (9 registros), seguidos da Praça XV (3 registros), Cais do Arsenal da Marinha e Ilha Fiscal (2 registros) e Caju e Praça Marechal Âncora (1 registro cada) (Figura 22).

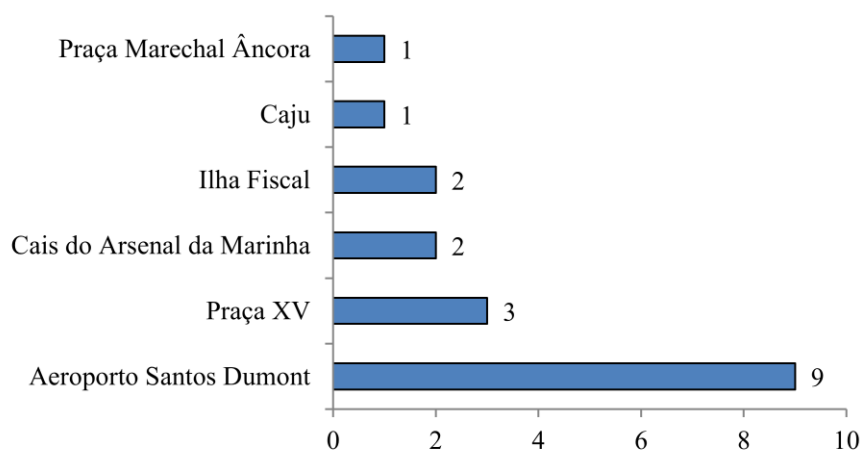


Figura 22: Locais mais impactados por eventos de ressaca do mar no Centro e na Zona Portuária da mesorregião Metropolitana do estado do Rio de Janeiro, no período de 1948 a 2008, segundo registros nos jornais pesquisados no Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor.

Por mais que essa seja uma região de difícil entrada de ondas de alta energia, um evento de ressaca com ondas de SE e SSE podem atingir esses locais (Figura 23).

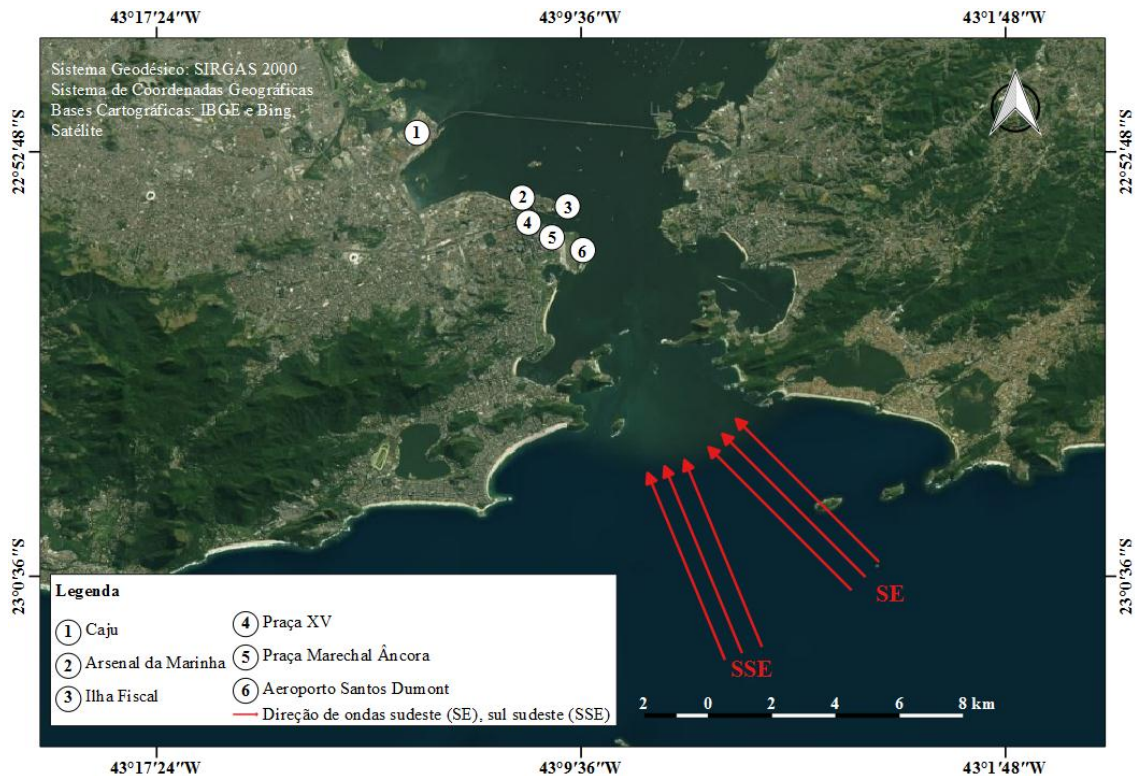


Figura 23: Distribuição espacial dos locais mais impactados por eventos de ressaca do mar no Centro e Zona Portuária da mesorregião Metropolitana do estado do Rio de Janeiro, no período de 1948 a 2008, segundo registros nos jornais pesquisados no Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor.

5.1.6.3 Mesorregião Metropolitana (Zona Norte)

A Zona Norte teve poucos registros relacionados a eventos de ressaca, sendo o mais significativo ocorrido em Ramos, com três registros. Os demais locais (Penha, Fundão, Paquetá, Bonsucesso e Praia do Zumbi) tiveram apenas um registro relacionado (Figura 24).

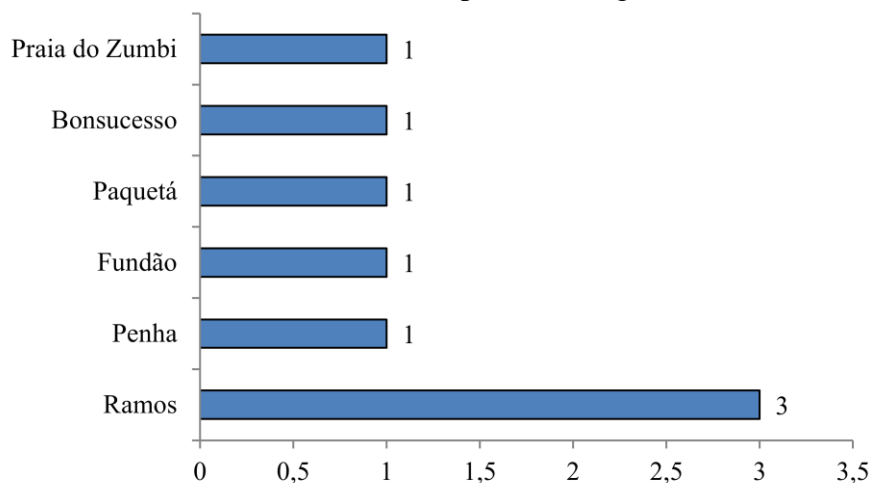


Figura 24: Locais mais impactados por eventos de ressaca do mar na Zona Norte da mesorregião Metropolitana do estado do Rio de Janeiro, no período de 1948 a 2008, segundo registros nos jornais pesquisados no Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor.

Da mesma forma que na Zona Portuária, as ressacas costumam alcançar estes locais com a entrada de ondas com alta energia, principalmente de direção SE.

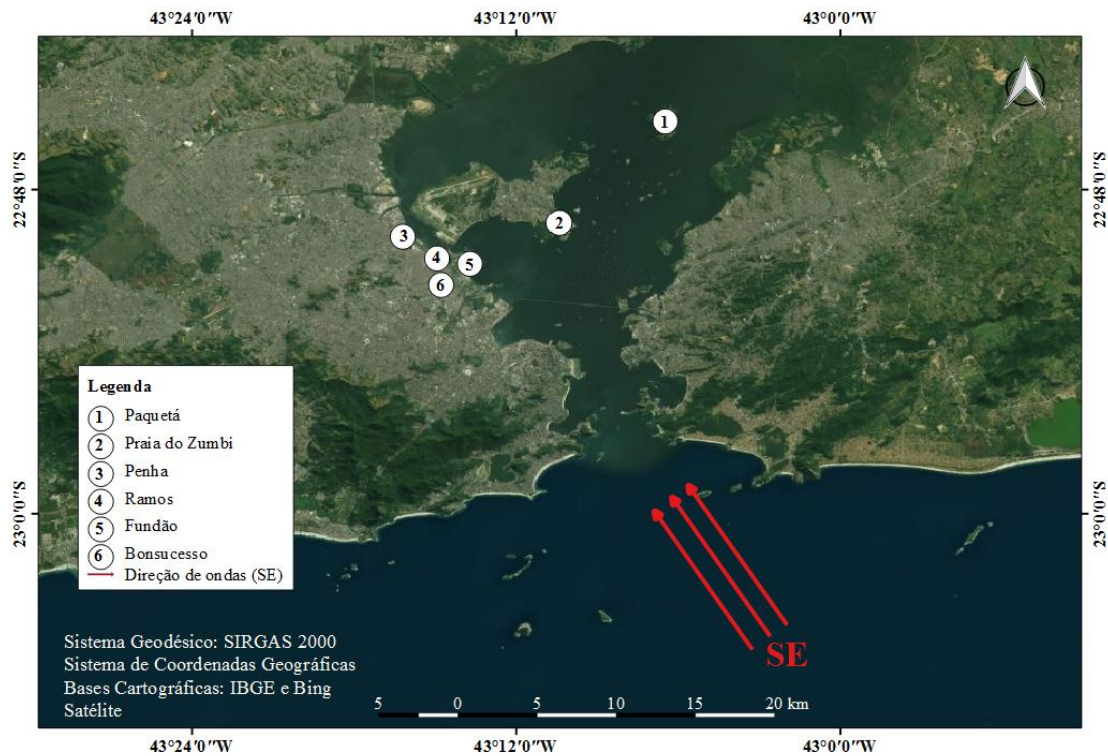


Figura 25: Distribuição espacial dos locais mais impactados por eventos de ressaca do mar na Zona Norte da mesorregião Metropolitana do estado do Rio de Janeiro, no período de 1948 a 2008, segundo registros nos jornais pesquisados no Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor.

Chama a atenção o fato das ondas terem alcançado lugares como a Penha, Ramos e Bonsucesso. Com poucos detalhes sobre este evento, a notícia com o título “Ressaca Devastadora na Zona Norte!” destacou que a ressaca manifestou-se de forma violenta na Zona Norte, impedindo as atividades nas praias de Ramos, Penha e Bonsucesso, trazendo prejuízos aos pescadores, com destruição de redes e barcos (RESSACA, 14/04/1956).

5.1.6.4 Mesorregião Metropolitana (Zona Oeste)

A Barra da Tijuca foi o local que teve a maior quantidade registros (19 registros) seguidos de Sepetiba com 10 registros e Pedra de Guaratiba, com 4 registros. O Recreio dos Bandeirantes teve uma menor quantidade de registros (4 registros), seguidos de Guaratiba (3 registros), Praia da Macumba, Praia de Grumari e Praia da Capela, em Pedra de Guaratiba, todas estas três últimas com apenas um registro (Figura 26).

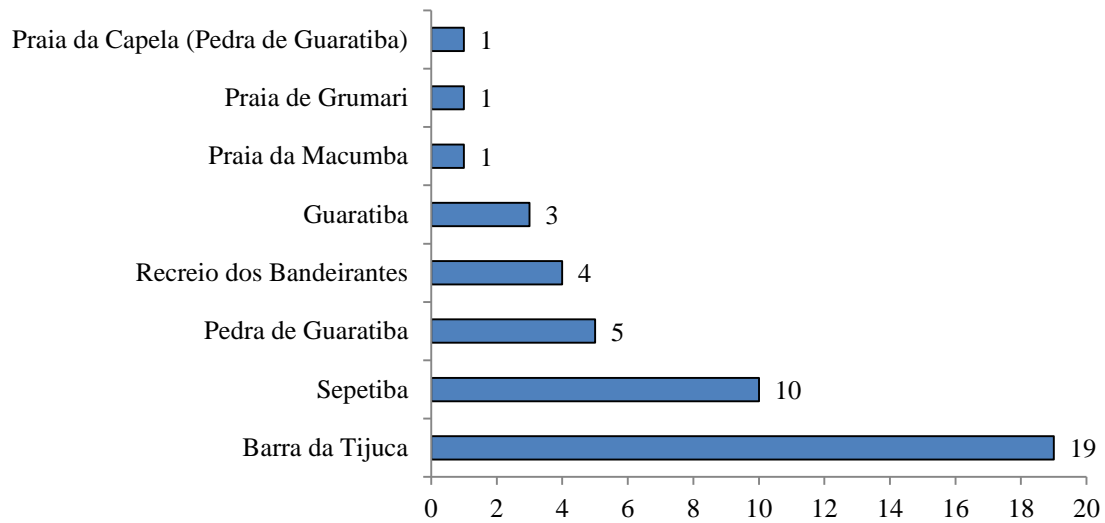


Figura 26: Locais mais impactados por eventos de ressaca do mar na Zona Oeste da mesorregião Metropolitana do estado do Rio de Janeiro, no período de 1948 a 2008, segundo registros nos jornais pesquisados no Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor.

Ainda que esteja protegida, Sepetiba tem o segundo maior registro. Uma das hipóteses é que, durante eventos de ressaca, ondas de S, SSO e SO alcance este local, uma vez que o Oeste da Baía de Sepetiba tem saída para o mar (Figura 27).

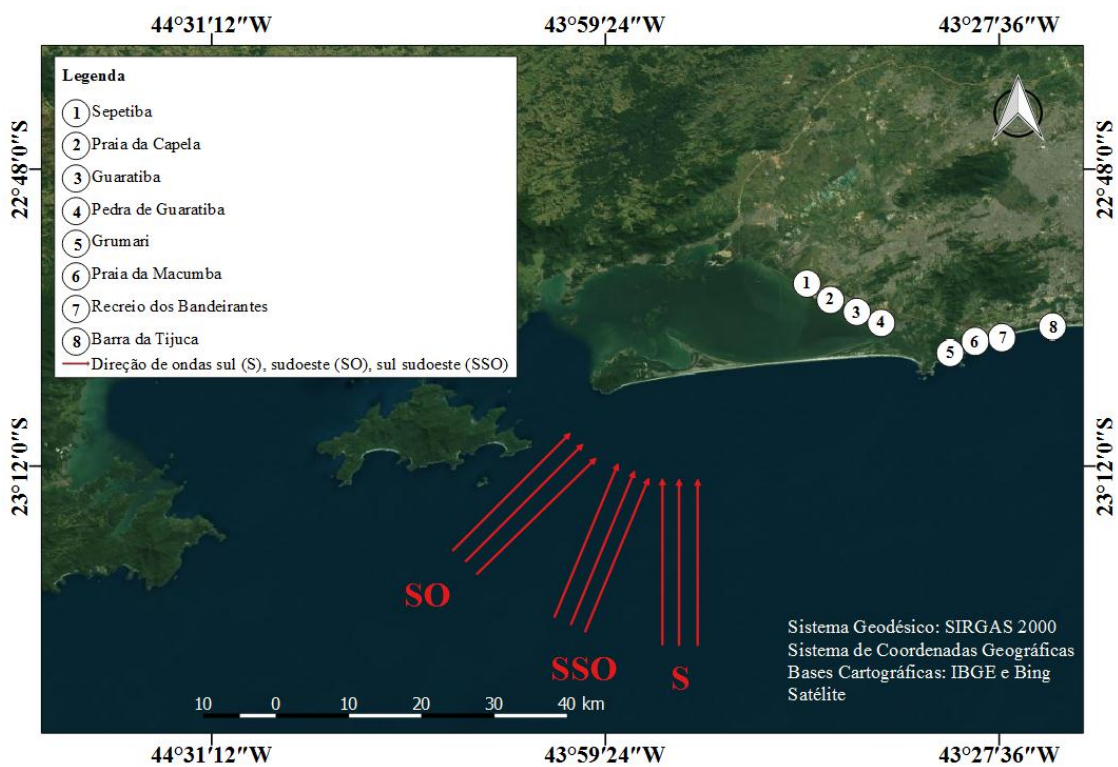


Figura 27: Distribuição espacial dos locais mais impactados por eventos de ressaca do mar na Zona Oeste da mesorregião Metropolitana do estado do Rio de Janeiro, no período de 1948 a 2008, segundo registros nos jornais pesquisados no Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor.

5.1.6.5 Mesorregião Metropolitana (Região Oceânica de Niterói)

A maiores quantidades de registros na região oceânica de Niterói ocorreram em Piratininga (8 registros), Icaraí e Itaipuaçu (7 registros para cada local) e Praia das Flechas (6 registros), seguidos de Itaipu (4 registros), Barra de Maricá e Maricá (3 registros par cada local) e Boa Viagem (2 registros). As localidades que tiveram apenas um registro foram Iate Clube Brasileiro, Av. Litorânea, Av. Carlos Ermelindo Marins, São Francisco, Praia da Eva, Praia do Adão, Praia de Samanguaí, Travessia Charitas-Rio, Charitas (Figura 28).

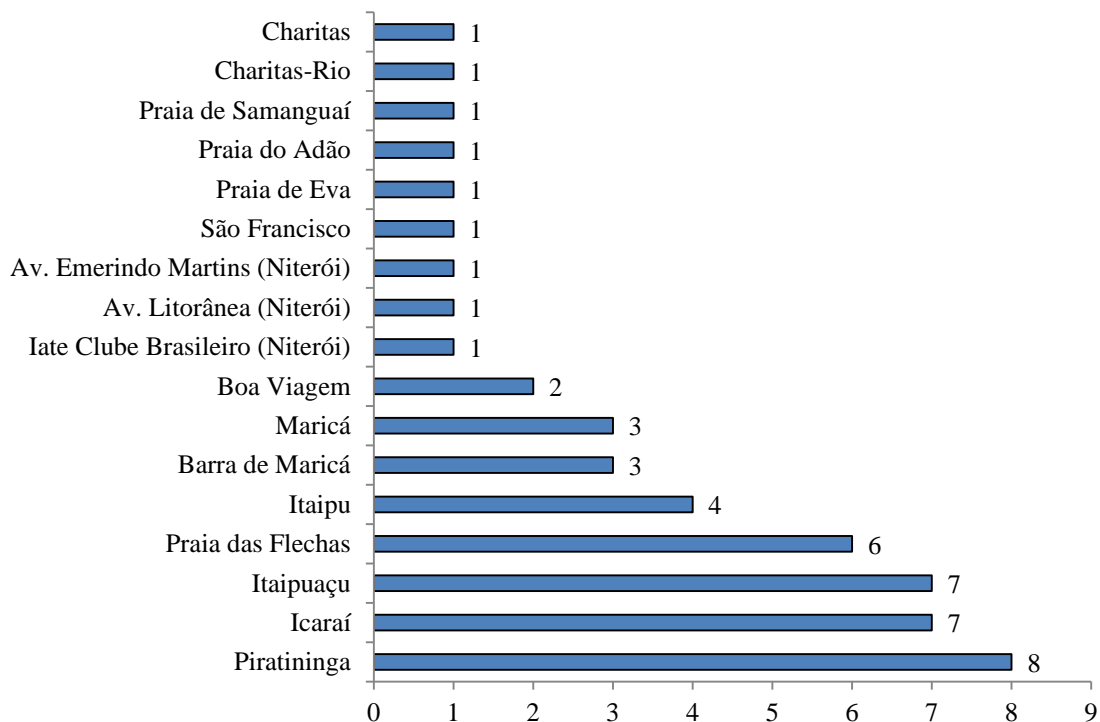


Figura 28: Locais mais impactados por eventos de ressaca do mar na região oceânica de Niterói, localizada na mesorregião Metropolitana do estado do Rio de Janeiro, no período de 1948 a 2008, segundo registros nos jornais pesquisados no Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor.

Há uma concentração de registros em locais mais abrigados no que diz respeito ao grau de exposição em relação às ondas de alta energia, como é o caso da Praia de Charitas, Travessia Charitas Rio, Iate Clube Brasileiro, Praia de Samanguaí, Praia de São Francisco e Praia de Icaraí. Ainda assim, em eventos de ressaca, é possível que ondas de direção S, SSO e SO alcance estes locais (Figura 29).

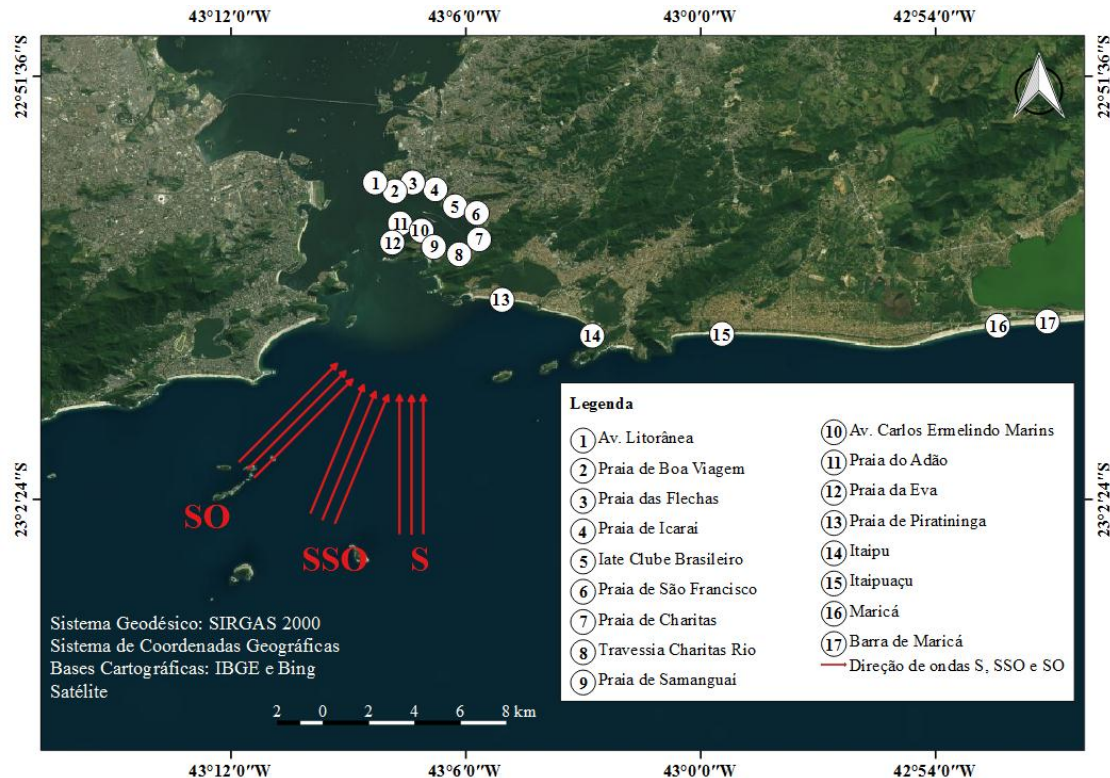


Figura 29: Distribuição espacial dos locais mais impactados por eventos de ressaca do mar na região oceânica de Niterói, localizada na mesorregião Metropolitana do estado do Rio de Janeiro, no período de 1948 a 2008, segundo registros nos jornais pesquisados no Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor.

5.1.6.6 Mesorregião Sul Fluminense e Costa Verde

A mesorregião Sul Fluminense apresentou apenas dois registros, sendo um evento de ressaca na Ilha Grande e outro em Itacuruçá. Como mencionado anteriormente, no litoral Sul Fluminense a presença de ilhas e promontórios rochosos protegem o litoral Sul Fluminense de ondas em condições de ressaca. Todavia, alguns locais como a linha de costa oceânica / praia (LCO)⁹ de Paraty, em Trindade e a LCO da Ilha Grande, estão mais expostos a eventos de ressaca, porém, assim como o restante do litoral sul fluminense, são áreas pouco ocupadas. Portanto, ainda que ocorram eventos de ressacas nestas LCOs, não há uma atenção das mídias sobre estes eventos nestes locais, haja vista que não há muitas ocupações e, não tendo ocupações, não há relatos sobre os dramas sociais decorrentes de eventos de ressaca nesta região (Figura 30).

⁹ Termo utilizado por Souza *et al.* (2019) em estudo sobre processo erosivo na enseada da Baleia, Parque estadual da Ilha do Cardoso (Cananéia/SP): exemplo de adaptação a riscos costeiros.

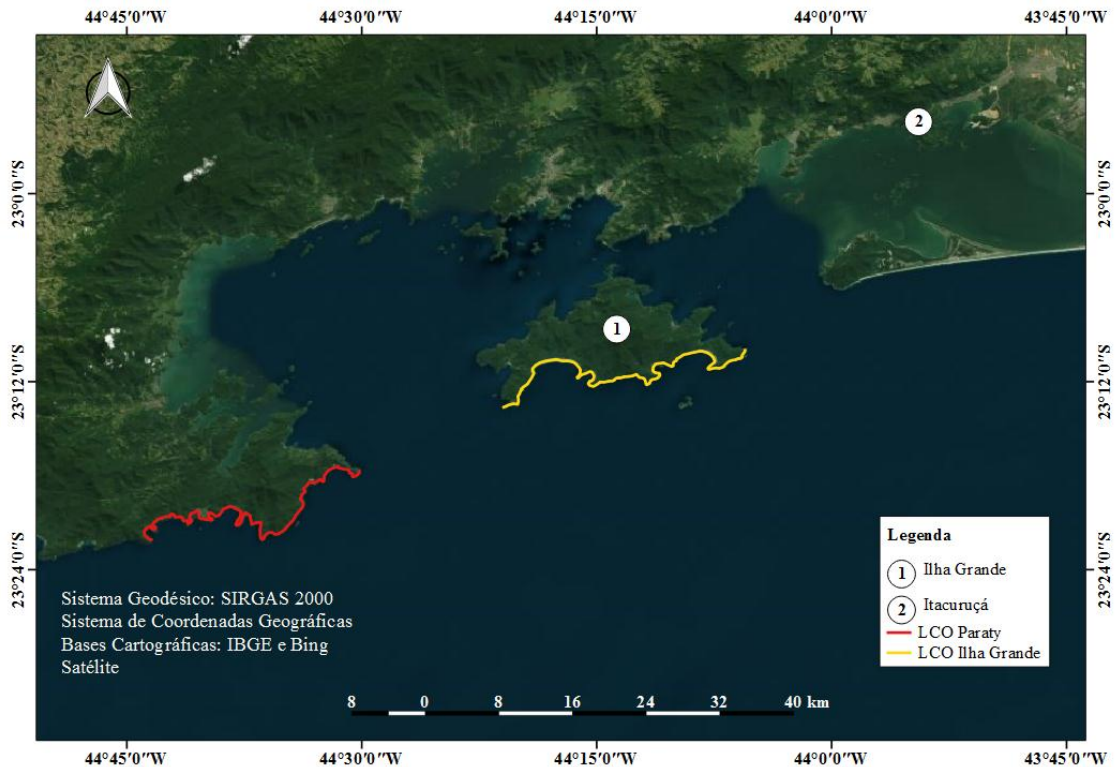


Figura 30: Distribuição espacial dos locais mais impactados por eventos de ressaca do mar na mesorregião Sul Fluminense e Costa Verde do estado do Rio de Janeiro, no período de 1948 a 2008, segundo registros nos jornais pesquisados no Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor.

5.1.6.7 Mesorregião das Baixadas Litorâneas

Na mesorregião das Baixadas Litorâneas, Saquarema e alguns locais deste município tiveram os maiores registros, com destaque para Saquarema (7 registros), Praça da Matriz e Itaúna (4 registros para cada local), Barra Nova (3 registros) e Praia da Vila (2 registros). Em seguida, o destaque vai para as localidades de Arraial do Cabo (2 registros) e Praia Seca, Avenida Salgado Filho (Saquarema), Praia Grande, Rio das Ostras, Ilha Comprida, Ilha dos Pargos, Cabo Frio e Orla Bardo (Búzios), todos com apenas um registro (Figura 31). Segue abaixo o mapa com a distribuição espacial dos locais mais impactados por eventos de ressaca do mar nesta mesorregião (Figura 32).

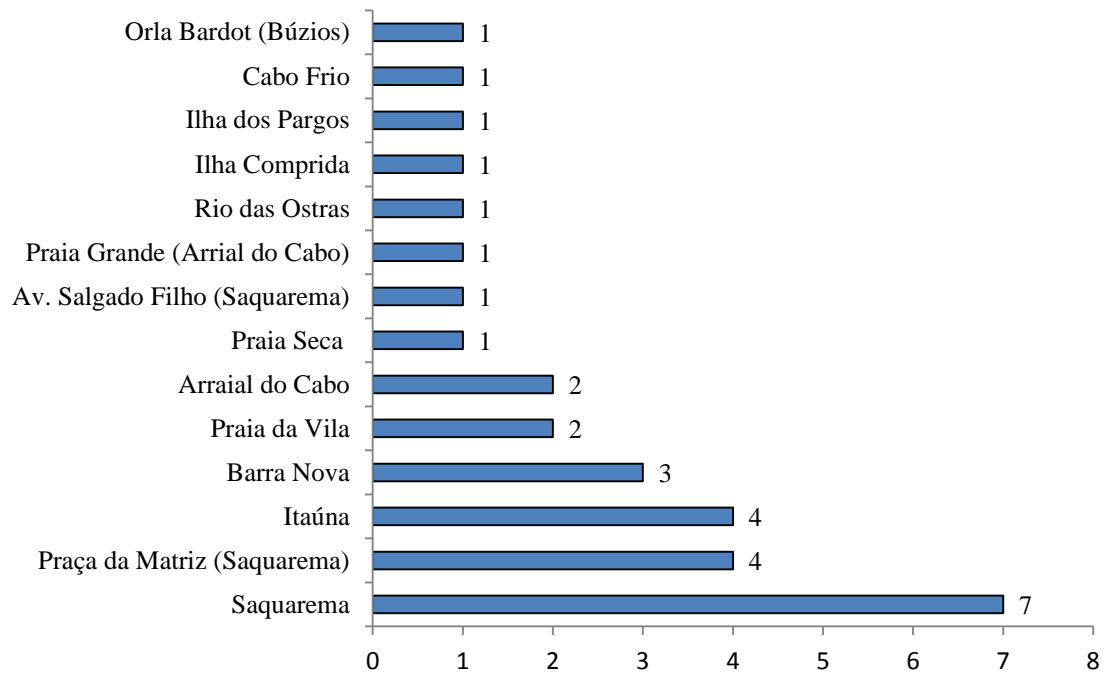


Figura 31: Locais mais impactados por eventos de ressaca do mar na mesorregião das Baixadas Litorâneas do estado do Rio de Janeiro, no período de 1948 a 2008, segundo registros nos jornais pesquisados no Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor.

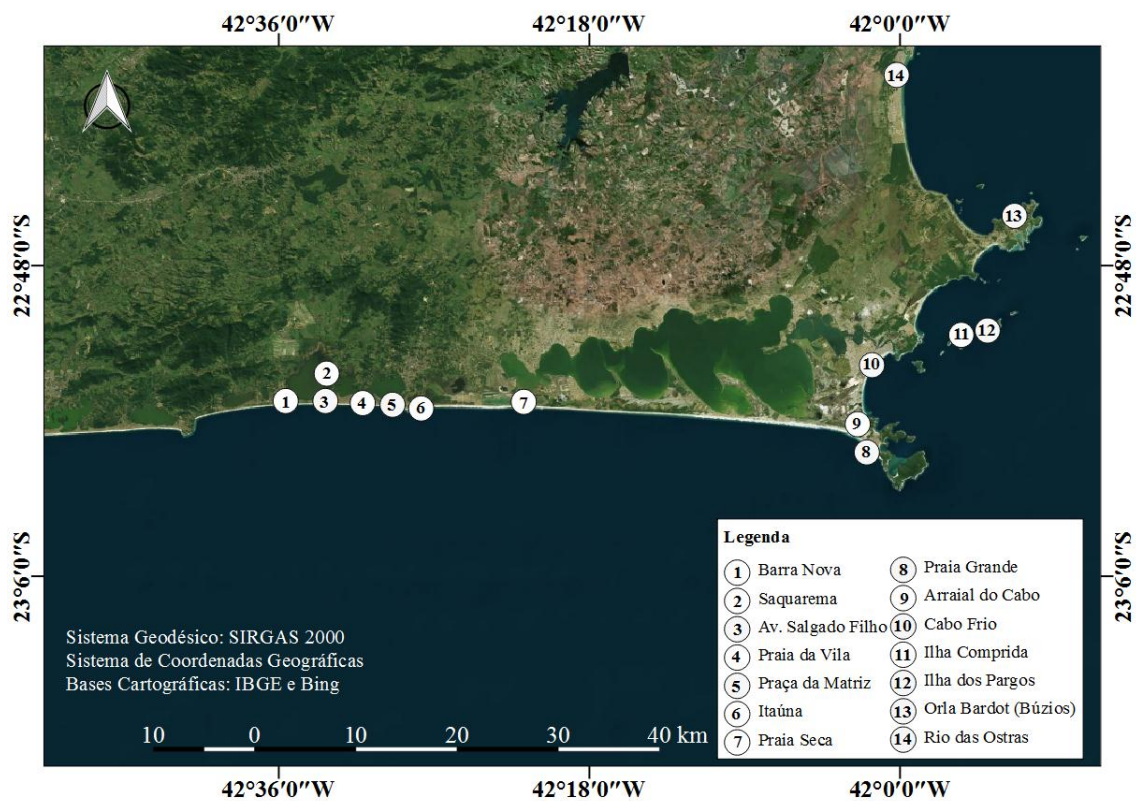


Figura 32: Distribuição espacial dos locais mais impactados por eventos de ressaca do mar na mesorregião das Baixadas Litorâneas do estado do Rio de Janeiro, no período de 1948 a 2008, segundo registros nos jornais pesquisados no Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor.

5.1.6.8 Mesorregião Norte Fluminense

Com poucas ocorrências, a mesorregião Norte Fluminense do estado apresentou as maiores ocorrências em Barra de Macaé (5 registros) e Atafona (3 registros). Com apenas um registro estão as localidades de Macaé, Farol de São Tomé e Bairro Fronteira (Figura 33). Segue abaixo o mapa com a distribuição espacial dos locais mais impactados por eventos de ressaca do mar nesta mesorregião (Figura 34).

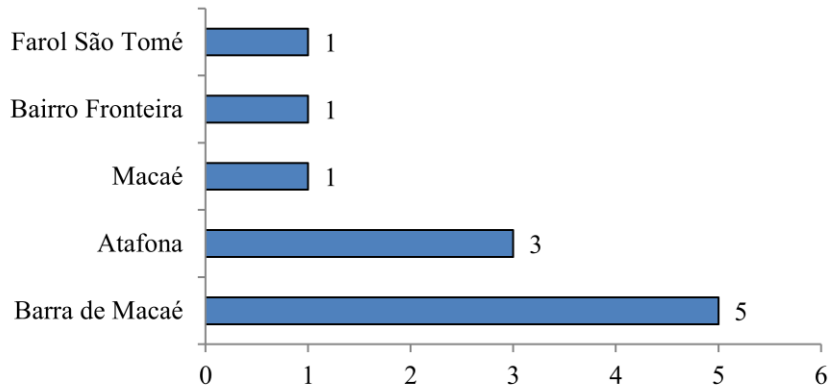


Figura 33: Locais mais impactados por eventos de ressaca do mar na mesorregião Norte Fluminense do estado do Rio de Janeiro, no período de 1948 a 2008, segundo registros nos jornais pesquisados no Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor.

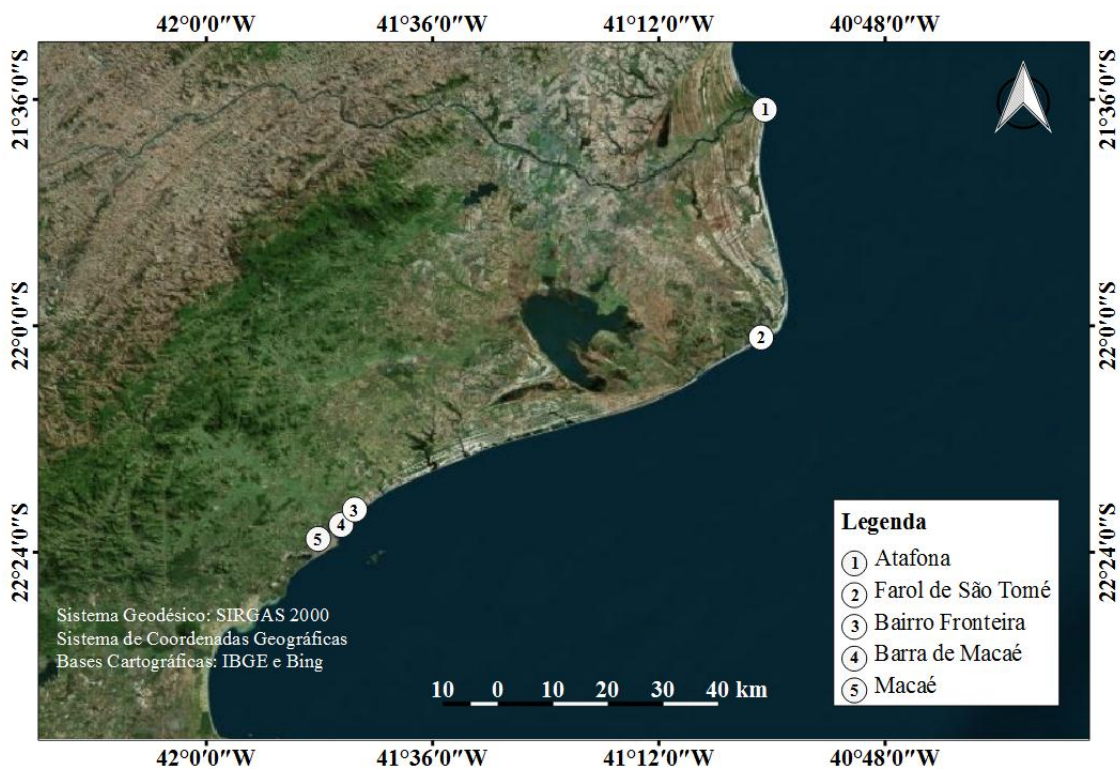


Figura 34: Distribuição espacial dos locais mais impactados por eventos de ressaca do mar na mesorregião Norte Fluminense do estado do Rio de Janeiro, no período de 1948 a 2008, segundo registros nos jornais pesquisados no Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor.

5.1.7 Tipologia dos danos e impactos decorrentes de eventos de ressaca do mar no litoral do estado do Rio de Janeiro

Dos impactos mais significativos sentidos no litoral, foram registradas inundações sobre a faixa de areia e na pista (150 registros), destruição de estabelecimentos (81 registros), areia do mar lançada sobre a pista (74 registros) e detritos e poluição na orla (61 registros). Há registros também de deslocamento de barcos (11 registros), recuo da faixa de areia (27 eventos), mortes (23 registros) e afogamentos (20 registros). Em menor quantidade, foram registradas notícias envolvendo o desaparecimento de pessoas (7 registros), rompimento de tubulação e naufrágio (cada um com 4 registros), pessoas feridas e tumultos (cada um com 2 registros), barcos emborcados, pessoas desabrigadas e problemas na rede de energia (cada um com um registro) (Figura 35).

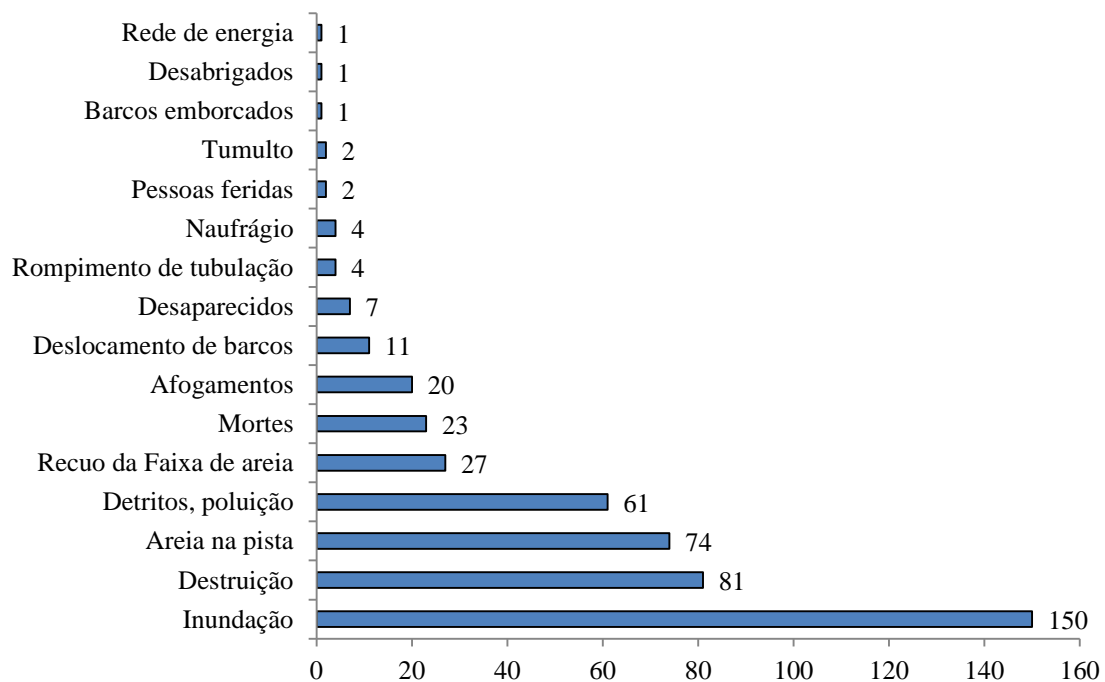


Figura 35: Danos e impactos mais frequentes no litoral do estado do Rio de Janeiro em eventos de ressaca, no período de 1948 a 2008, segundo registros nos jornais pesquisados no Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor.

Vale ressaltar que esses dados revelam a frequência de registros dos principais danos e impactos que foram noticiados pelo jornal e não a magnitude de cada um destes. Isto significa que eventos de baixa frequência pode ter uma alta magnitude. A título de exemplo, foi registrada apenas uma notícia com pessoas desabrigadas, porém este evento, que ocorreu na Praia da Barra, segundo distrito de Macaé, no Norte Fluminense, deixou mais de 100 pessoas

desabrigadas (EM MACAÉ, 9/10/1971). Ou seja, houve uma baixa frequência do registro, por outro lado este evento causou um impacto de alta magnitude naquela região, haja vista a quantidade de pessoas desabrigadas. Além disso, a notícia revela que, nem sempre, estes impactos atuam de forma isolada, atuando conjuntamente ou, até mesmo, sendo responsável pelo surgimento de outros impactos, como foi o caso desta notícia que registrou a inundação de 400 casas, motivo pelo qual deixaram as pessoas desabrigadas (Figura 36).



Figura 36: Notícia sobre os impactos de um evento de ressaca na praia da Barra, distrito de Macaé, no dia 9 de Outubro de 1971. Fonte: Acervo O Globo.

Houve também muitos registros de destruição de estruturas que beiram a orla, como casas, calçadas, postes de iluminação, tubulações do emissário submarino, ruas e quiosques. Na Avenida do Pontal, na praia da Macumba, um buraco foi aberto no calçadão decorrente do evento de ressaca do mar (CHUVA, 6/09/2006) (Figura 37).



Ricardo Leoni

Figura 37: Destruição de calçadão pela ressaca do mar, na Avenida do Pontal, praia da Macumba, no dia 6 de Setembro de 2006. Fonte: Acervo O Globo.

Houve também alguns casos de naufrágios decorrentes de eventos de ressacas do mar, como, por exemplo, um naufrágio que ocorreu entre o Pão de Açúcar e a Fortaleza da Laje, lugar hoje muito conhecido por praticantes de surf de ondas grandes. Este local, que a matéria do dia 25 de novembro do ano de 1968 noticiou com o nome de “boca da barra pequena”, teve um naufrágio de uma traineira por conta da ressaca do mar. Segundo a notícia, a traineira “Coimbra GC5-RJ”, vinha de Santos carregando sete toneladas de sardinhas e tinha 14 tripulantes, sendo que dois destes desapareceram com o naufrágio (LOCALIZADA, 25/11/1968) (Figura 38).

Localizada a traineira afundada pela ressaca

| | | | |
|--|---|---|--|
| <p>Foi localizada ontem à tarde, na “boca da barra pequena”, entre o Pão de Açúcar e a Fortaleza da Laje, na estrada da baía de Guanabara, no fundo do mar, a traineira “Coimbra”, que existiu na noite de sexta-feira, fragmentada pelas ondas de violenta ressaca irrompida naquele dia. Talves estejam presos em seu bojo os corpos dos dois tri-</p> | <p>pulantes desaparecidos na ocasião. Já que os corpos não se encontraram foram inferidos.</p> <p>O local onde se encontra o embarcação foi demarcado com uma tábua, e a ocorrência de incêndio estava marcada para o final do mês, se que infirma o Serviço de Salvamento, cuja pessoal encontrou a traineira. Para isso, tapo-</p> | <p>esse órgão quanto a Marinha de Guerra já tomaram todas as providências.</p> <p>A grande ressaca</p> <p>A ressaca, uma das maiores registradas nos últimos anos, causou muitos outros prejuízos e transtornos. Todas as praias sofreram interrupções; muita água invadiu as calça-</p> | <p>das da Avenida Atlântica, o trecho de barca e lanchas Rio-Niterói e Rio-Paqueia foi afetado a muitas embarcações ancoradas nas cascas da baía sofreram danos no naufrágio.</p> <p>O naufrágio</p> <p>Segundo o operador Soares, do Serviço Marítimo de Sal-</p> |
| <p>vamento, o acidente com a traineira “Coimbra-GC5-RJ”, vinda de Santos com 14 tripulantes e carregada com sete toneladas de sardinhas, do qual resultou o desaparecimento do capitão Almirante Pereira de Almeida e do coqueiro Ildefonso Marcos Barros, ocorreu por volta das 20 horas de sexta-feira. Os outros tripulantes foram socorridos e le-</p> | <p>vados para a Ilha de Ilhéus pela tripulação de outra traineira, a “Ilha do Vinco”. O naufrágio ocorreu nas imediações do local conhecido como “boca da barra pequena”, entre o Pão de Açúcar e a Fortaleza da Laje.</p> <p>Segundo os tripulantes da “Coimbra”, a embarcação foi tragada por duas grandes ondas que, em poucos segundos,</p> | <p>paralisaram sua obra de máquinas e se levantaram para o fundo.</p> <p>As buscas</p> <p>Nas horas que se seguiram ao afundamento da “Coimbra”, o Serviço Marítimo de Salvamento enviou as proximidades do local a barca L-10, que, todavia, não pôde chegar ao</p> | <p>ponto exato do naufrágio, devido às grandes ondas. Há, via, ainda, a esperança de que os peixes desbaratada liberem o corpo dos dois a ilha de Villegaignon, entre o mar e ao sul do farol de São João. As buscas, que se estenderam de Ilhéus para o Pão de Açúcar, não poderão ser realizadas. Com isto, as lanchas do Serviço Marítimo de Salvamento retornaram à ançada</p> |

Figura 38: Registro de naufrágio ocorrido entre o Pão de Açúcar e a Fortaleza da Laje no dia 25 de Novembro de 1968. Fonte: Acervo O Globo.

Além dos danos sobre as estruturas físicas, foram registrados também uma quantidade significativa de afogamentos e mortes. O corpo Marítimo registrou 26 casos de afogamentos, bem como duas mortes, uma em Ipanema e outra no Leme (MAR, 09/01/1974) (Figura 39).

Mar agitado nas praias do Rio: 26 afogados, 2 mortos

Apesar do sinal vermelho advertindo contra os perigos do banho de mar, o sol forte e o céu praticamente sem nuvens atraíram os banhistas ontem para a praia, mas movimentaram também o Corpo Marítimo de Salvamento, que registrou dois casos de morte por afogamento — um em Ipanema e outro no Leme —, em um total de 26 atendimentos.

Já por volta das 18h30m o Salvamar repelhia, no Leme, o corpo de Romualdo Monteiro da Silva Braga, casado, 60 anos, residente à Rua Zulmira, 112, casa 8, Maracanã.

Nas primeiras horas da tarde o Salvamar era requisitado novamente para retirar das águas o corpo de Sebastião Cardoso Filho, solteiro, 22 anos, morador no morro da Formiga, na Tijuca. O menor Carlos

Rogério Lima de Araújo conseguiu ser salvo e foi conduzido para o Hospital Miguel Couto, com fratura na perna esquerda.

Do Leme até o Leblon e nas praias de Fiamos e da Barra, o Corpo Marítimo de Salvamento colocou bandeiras vermelhas, para advertir os banhistas dos perigos da ressaca, causada pela atração mais acentuada do Sol e da Lua, que atingiram ontem seus pontos de maior aproximação do nosso planeta, fenômeno que deverá se repetir nos dias 6 e 7 de fevereiro e em julho e agosto próximos.

A temperatura da água atingiu 16,52, com o mar agitado por vagas altas, em direção Leste. A redobrada vigilância do Salvamar foi iniciada às 10 horas, quando se constatou a existência do mar de grandes e médias vagas ou vassilhões. A Capitania

dos Portos, porém, não movimentou o serviço de avisos às embarcações estacionadas na costa, pois o seu boletim indicava para hoje mar de pequenas vagas.

Desidratação

Das noventa e quatro crianças que a desidratação levou ontem aos hospitais da cidade, cinco ficaram internadas. O Hospital Getúlio Vargas liderou a estatística, com o atendimento de 36 casos leves, seguido do Hospital Carlos Chagas, onde foram atendidas 34 crianças. No Hospital Rocha Faria foram atendidas 16 crianças. O Hospital Miguel Couto registrou cinco atendimentos, sendo um de internação. No Hospital Salgado Filho foram registradas as outras quatro internações.

Figura 39: Registro de casos de afogamentos e mortes decorrentes do evento de ressaca do mar, no dia 9 de Janeiro de 1974. Fonte: Acervo O Globo.

5.1.7.1 Tipologia dos danos e impactos por mesorregiões no litoral do estado do Rio de Janeiro

É possível perceber que foram registrados em todas as mesorregiões (Figura 40), danos relacionados a inundações e destruições decorrentes de eventos de ressacas do mar, sendo que as inundações apresentaram os maiores percentuais para as mesorregiões Metropolitana (32%), Baixadas Litorâneas (33%) e Sul Fluminense (34%). Apenas o Norte Fluminense apresentou um percentual maior de danos relacionados à destruição (64%) (Figura 41).

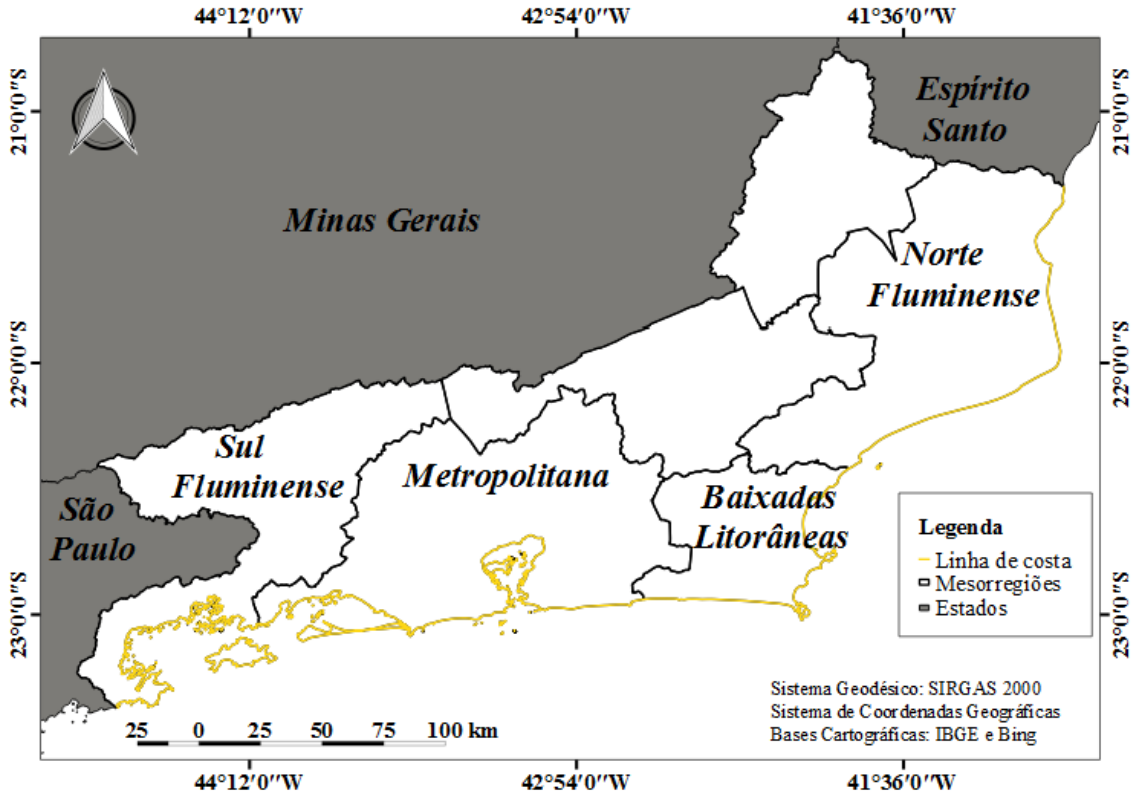


Figura 40: Localização das mesorregiões do estado do Rio de Janeiro. Elaborado pelo autor.

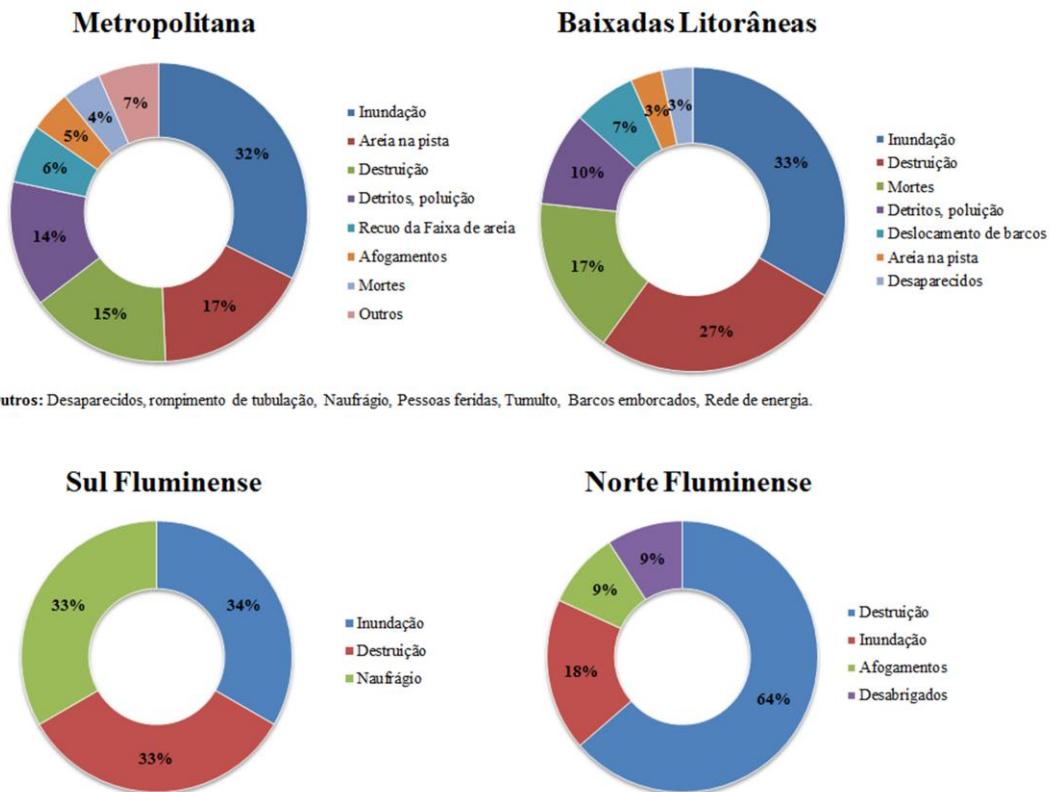


Figura 41: Percentual dos tipos de danos e impactos por mesorregiões no litoral do estado do Rio de Janeiro. Elaborado pelo autor com base registros do Portal Acervo O Globo.

5.1.8 Tipologia das respostas aos danos e impactos decorrentes de eventos de ressaca do mar no litoral do estado do Rio de Janeiro

Dentre as respostas mais significativas, há serviços relacionados à limpeza da pista e da praia após o evento de ressaca (65 registros), seguidos de salvamentos (40 registros), interdição da pista e da praia (34 registros), interrupção dos serviços (28 registros) e uso de sinalização de bandeira vermelha (23 registros), indicando perigo no local. Há também registros de proibição de banho no mar (9 registros), protesto dos moradores (8 registros), obras de reparo (8 registros), pedido de ajuda pelo próprio poder público (2 registros), evacuação de moradores e de barcos (1 registros), construção de muralha de areia (1 registro) e campanhas de esclarecimento (1 registro) (Figura 42).

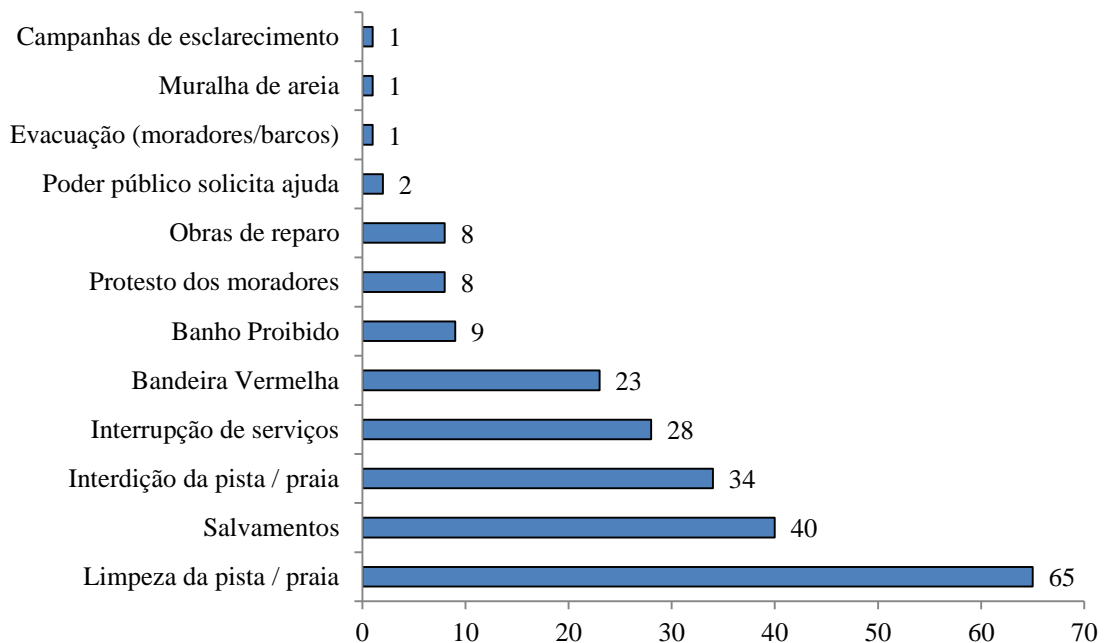


Figura 42: Tipos de respostas mais frequentes aos danos e impactos no litoral do estado do Rio de Janeiro em eventos de ressaca, no período de 1948 a 2008, segundo registros nos jornais pesquisados no Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor.

Os eventos de ressaca noticiaram, como mencionados anteriormente, muitos impactos relacionados à inundação, deixando, muitas vezes, a pista coberta de areia. Como resposta, o poder público agiu enviando funcionários para a limpeza da pista, como foi o caso da matéria do dia 27 de maio de 2003, do Jornal O Globo, onde o mar em ressaca invadiu a faixa de areia, a ciclovia e a Avenida Delfim Moreira, no Leblon (Figura 43). Além da limpeza, o

poder público atuou também interditando a avenida (17 registros) no sentido Centro para a limpeza.



Figura 43: Inundação na Avenida Delfim Moreira em um evento de ressaca no dia 27 de maio no ano de 2003.

Fonte: Portal Acervo O Globo.

Foram noticiados também o salvamento de banhistas pelo Grupamento Marítimo, sendo 13 no Recreio dos Bandeirantes, três na Praia Vermelha (Urca), três em Copacabana, e dois no Leblon (Figura 44) (RESSACA, 13/03/1984), bem como obras de reparo, como no caso do interceptor oceânico da praia de Icaraí que ficou desalinhada por conta da força das águas (Figura 45) (CEDAE, 21/08/1988).

Ressaca: 21 banhistas salvos e turista morre em Grumari

Figura 44: Título de uma notícia relatando o salvamento de 21 banhistas, além da morte de um turista em Grumari, registrado no dia 13 de março do ano de 1984. Fonte: Portal Acervo O Globo.



Figura 45: Notícia sobre obras de reparo do interceptor oceânico na Praia de Icaraí que ficou danificado em função da ressaca do mar, registrado no dia 21 de agosto do ano de 1988. Fonte: Portal Acervo O Globo.

5.1.8.1 Tipologia das respostas aos danos e impactos por mesorregiões no litoral do estado do Rio de Janeiro

Os resultados indicaram que houve uma maior concentração de respostas aos eventos de ressaca na mesorregião metropolitana e poucas respostas nas demais mesorregiões. Parte dos registros estão relacionados à limpeza, salvamentos, interdições e interrupção de serviços (Figura 47).

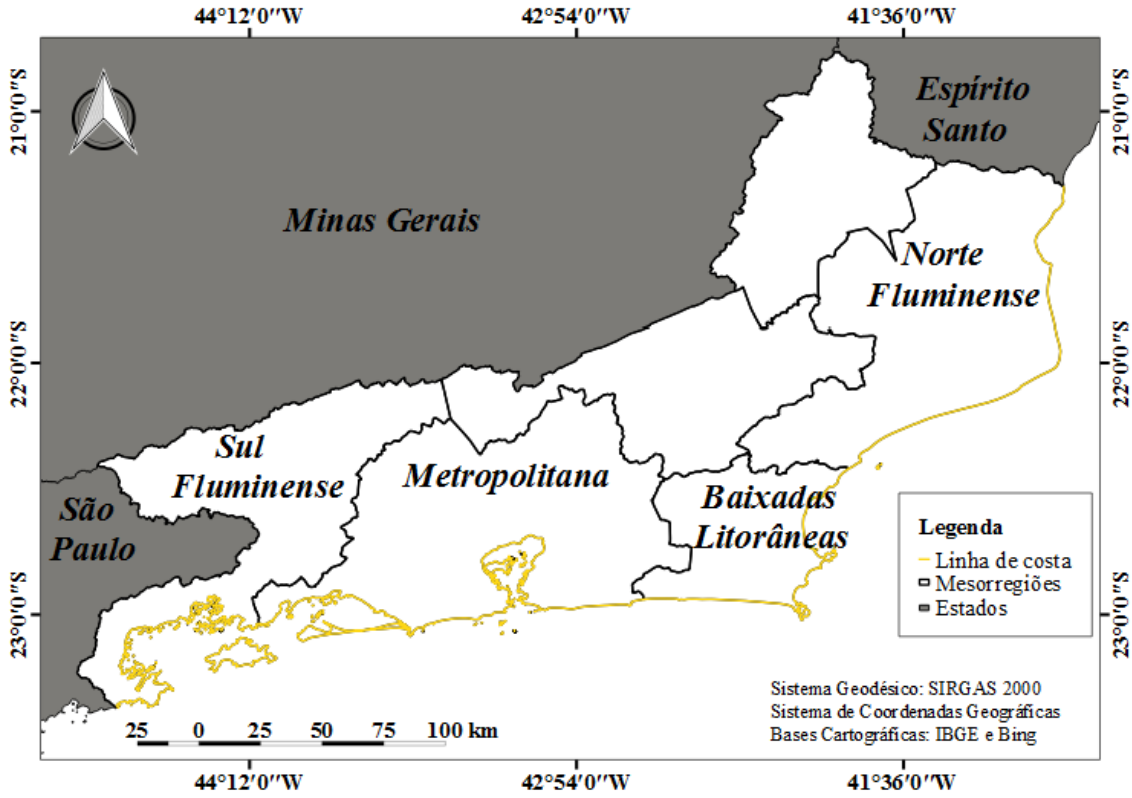


Figura 46: Localização das mesorregiões do estado do Rio de Janeiro. Elaborado pelo autor.

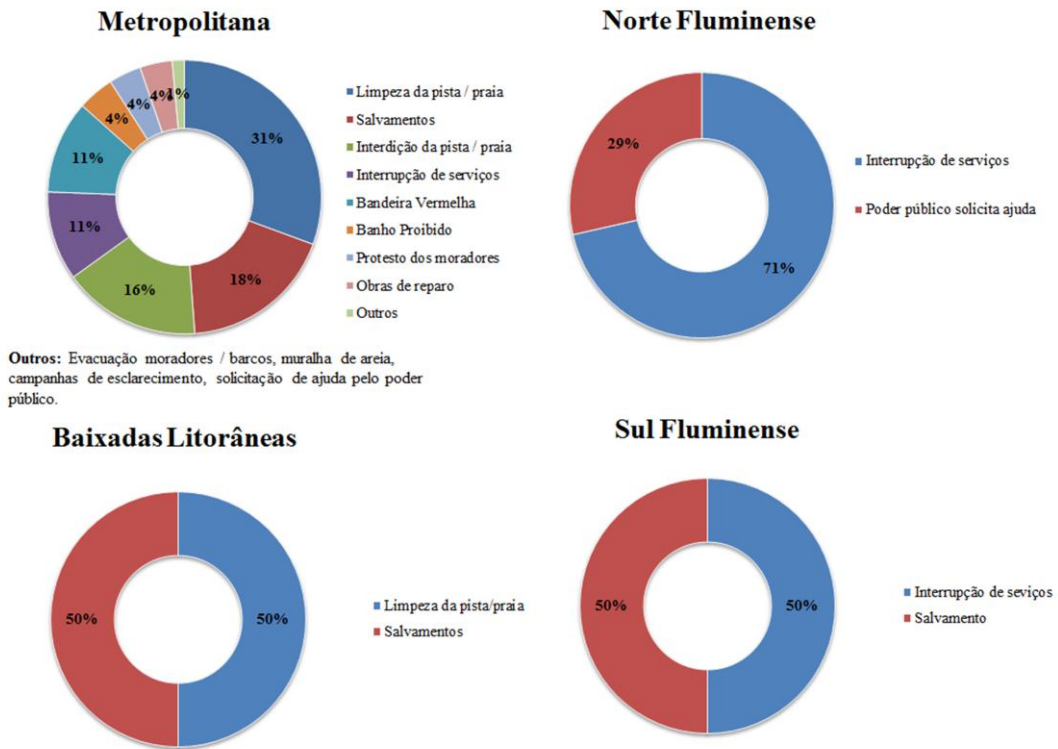


Figura 47: Percentual dos tipos de respostas aos danos e impactos por mesorregiões no litoral do estado do Rio de Janeiro. Elaborado pelo autor com base registros do Portal Acervo O Globo.

5.1.9 Série histórica da relação entre os danos e as respostas

Pode-se perceber na relação entre as respostas aos danos decorrentes dos eventos de ressaca do mar (Figura 48) que, em meados dos períodos de 1948 a 1958 até meados do período 1959 a 1968 houve crescimento dos registros de danos e impactos e também das respostas aos danos e impactos, todavia há um maior distanciamento da série de danos e impactos em relação às respostas, o que significa que houve aumento da vulnerabilidade do litoral do estado do Rio de Janeiro aos efeitos das ressacas do mar. A partir de meados do período de 1959/1968 até meados do período de 1969/1978, houve uma queda de registros de danos e impactos e um aumento no número de respostas aos danos e impactos, o que mostra que o estado, durante este período ficou menos vulnerável às ressacas do mar. Em meados do período de 1969/1978 até meados de 1979/1988, observa-se um grande aumento dos registros de danos e impactos em relação aos registros de respostas, embora este último tenha crescido em quantidade de registros, mas não na mesma proporção que o número de registros de danos e impactos. Isto revela que, durante este período, o litoral do estado do Rio de Janeiro esteve mais vulnerável aos efeitos dos eventos de ressaca do mar. Em meados de década de 1979/1988 até meados da década de 1989/1998, houve uma queda de registros de danos e impactos juntamente com os registros de respostas. Todavia, há um distanciamento entre o registro de danos e impactos em relação às respostas, o que mostra que, embora, ainda que tenha diminuído o número de registros, o estado do Rio de Janeiro esteve mais vulnerável aos eventos de ressaca do mar durante este período. Em meados da década de 1989/1998 até meados da década de 1999/2008, percebe-se um crescimento de registros de danos acompanhado também de crescimento dos registros das respostas aos danos e impactos. Porém, proporcionalmente, os registros de danos estão bem acima dos registros de respostas, revelando que, durante este período, o litoral do estado do Rio de Janeiro esteve mais vulnerável aos efeitos dos eventos de ressaca do mar.

De uma forma geral, os registros dos danos e impactos foram proporcionalmente maiores quando comparado ao registro de respostas, o que, num primeiro momento, revela que o estado do Rio de Janeiro, ao longo de toda série histórica esteve vulnerável aos eventos de ressacas do mar. Todavia, vale lembrar que o distanciamento dos registros de respostas em relação aos danos pode ter ocorrido porque as mídias podem ter noticiado mais os danos e impactos do que as respostas aos eventos. Como comentado ao longo da pesquisa, as mídias tem uma preocupação maior em registrar os dramas sociais, ou seja, quando não há drama

social não há notícias. Por conta disso, pode ser que as mídias tenham dado uma preocupação maior em noticiar os danos e impactos em detrimento das respostas a esses danos.

O único período em que o estado esteve menos vulnerável aos efeitos dos eventos de ressacas do mar ocorreu em meados de 1959/1968 até meados do período de 1969/1978, quando houve uma queda de registros de danos e impactos e um aumento no número de respostas aos danos e impactos. Nota-se também um grande crescimento de registros de danos e impactos em meados do período de 1969/1978 até meados de 1979/1988, onde os registros alcançaram o maior pico de toda série histórica. Esse crescimento pode ter relação com o aumento do processo de ocupação durante este período, mas também pode ter algum tipo de relação com as questões climáticas, neste caso, envolvendo o ENOS.

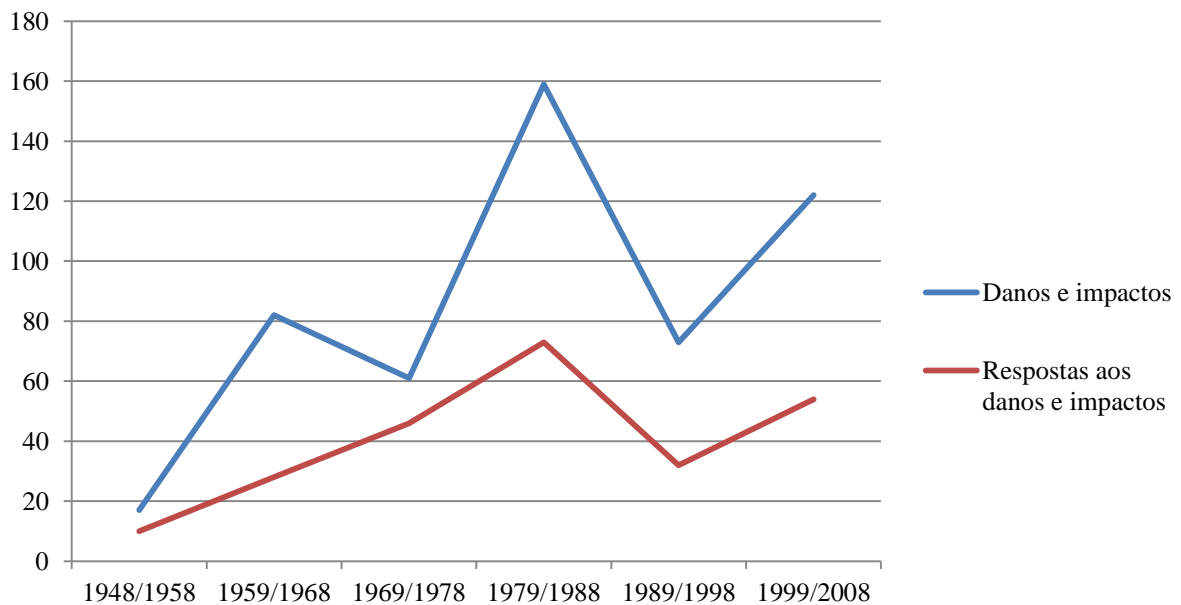


Figura 48: Relação entre as respostas aos danos e impactos decorrentes de ventos de ressaca do mar durante o período de 1949 a 2008. Elaborado pelo autor a partir de registros do Portal Acervo O Globo.

Analisando o gráfico do Índice de Oscilação Sul (IOS) para este período (Figura 49), percebe-se que houve duas grandes concentrações de IOS positivo, marcando a fase La Niña, e duas concentrações de IOS negativos, marcando a fase El Niño. Com base nessas grandes concentrações de IOS positivo (La Niña) e negativo (El Niño), há uma dificuldade de estabelecer uma hipótese de uma maior influência do El Niño ou da La Niña para este período. Por outro lado, pode-se levantar a hipótese de que tanto o El Niño quanto a La Niña possa ter exercido uma maior influência na quantidade de eventos de ressaca para este período. Todavia, além destas grandes concentrações de El Niño e La Niña, é possível

perceber que houve pequenas concentrações de IOS positivo, com cinco picos próximo de 1.0, marcando a fase La Niña e pequenas concentrações de IOS negativo, com dois picos próximos de -1.0, marcando a fase El Niño. Comparando essas pequenas concentrações de El Niño e La Niña, percebe-se que houve mais picos de concentrações de La Niña do que El Niño. Portanto, pode-se levantar a hipótese da fase La Niña ter influenciado os eventos de ressaca no litoral do estado do Rio de Janeiro no que diz respeito ao aumento do número de ocorrências durante este período bem como a magnitude, haja vista que este foi o período com as maiores ocorrências de danos e impactos registrados durante toda série.

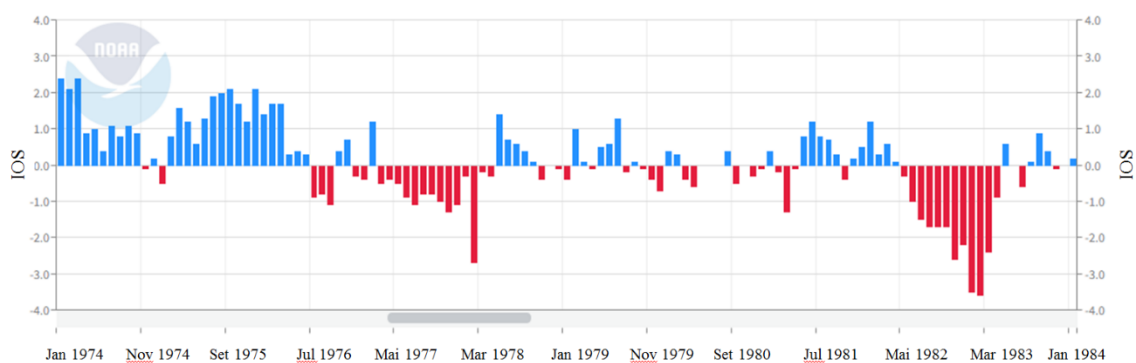


Figura 49: Monitoramento do Índice de Oscilação Sul meados do período de 1969/1978 (Janeiro 1974) até meados de 1979/1988 (Janeiro de 1984). Adaptado de NOAA (c2022).

5.1.10 Principais atores envolvidos durante os eventos de ressaca

Durante os eventos de ressaca, as ações de alguns atores se tornaram mais pronunciadas por desempenharem funções durante e após as ressacas, como a manutenção do local, salvamentos, previsões de chegada dos eventos, explicação da origem do evento, dentre outros. Os principais atores envolvidos foram:

Quadro 2: Principais atores envolvidos durante os eventos de ressaca e suas respectivas ações. Elaborado pelo autor com base em registros do Portal Acervo O Globo.

| Atores | Ações |
|--|---|
| Operários da prefeitura do município do RJ | Limpeza |
| SURSAN (governo do estado da Guanabara) | Obras de reparo, registros de prejuízos |
| Departamento de Limpeza Urbana | Limpeza |

| | |
|--|---|
| Serviço de Meteorologia | Previsão do tempo, explicam o fenômeno |
| Guarda-Vidas (Corpo de Bombeiros do estado do RJ) | Salvamentos, buscas, explicam o fenômeno |
| Serviço de salvamento do estado do RJ | Salvamentos, dobraram o efetivo para reforçar atendimentos, registro de afogamentos, buscas, avisos de perigo, instalação de bandeira vermelha, proibição de banho, relatam ocorrências, explicam o fenômeno, serviços de vigilância, serviços de travessia, instalação de boia, explicação de naufrágio, desvio de local de embarque / desembarque |
| Fuzileiros Navais (Marinha do Brasil) | Manter a ordem |
| Bombeiros (governo do estado do RJ) | Interdição |
| Astrônomo Luís Eduardo Machado (Pesquisador) | Explica o fenômeno |
| Engenheiro da Brigada Hidrográfica do Laboratório Nacional de Engenharia Civil de Lisboa | Estudo técnico |
| Geógrafo Orlando Valverde | Explica o fenômeno |
| Professor Lélío Gama do Observatório Nacional | Explica o fenômeno |
| Geógrafo Adalberto Serra | Explica o Fenômeno |
| Consórcio CBD-Ster | Obras de reparo |
| Laboratório Nacional de Engenharia Civil de Lisboa | Obra de alargamento da Praia de Copacabana |
| Forte de Macaé | Receberam pessoas desabrigadas |
| DER (governo do estado do RJ) | Receberam pessoas desabrigadas |
| DHN (Marinha do Brasil) | Explica o fenômeno, previsão |

| | |
|--|--|
| Escritório Nacional de Meteorologia (governo federal) | Monitorar marés e ventos |
| Serviço de Hidrografia do Ministério da Marinha | monitoram marés e ventos |
| ESAG (governo do estado da Guanabara) | Obras |
| Pescadores | Explicam o fenômeno, reparam barcos |
| COMLURB (Prefeitura do município do RJ) | Limpeza da faixa de areia e das vias |
| Colônia de pescadores | Relatam prejuízos |
| Catadores de objetos | Serviços |
| Serviço de previsão do Atlântico Sul (Ministério da Marinha) | Previsão do tempo |
| Prefeito de Niterói | Solicitação de ajuda ao DER |
| Segunda Brigada de Infantaria (governo federal) | Interdição de Avenida |
| Prefeitura | Informaram sobre interdição de passagem |
| Diretor de Pesca e Caça Submarina do Iate Clube Guanabara | Relata prejuízos com a destruição de embarcações |
| Polícia Militar (governo do estado do RJ) | Auxílio no trânsito e trabalhadores, interditou pista |
| CEDAE (governo do estado do RJ) | Aconselha não tomar banho nas praias, obras de desvio do fluxo de esgotos, Explica os riscos de estrutura de obra |
| Secretário Estadual de Meio Ambiente | Interdição de praia |
| FEEMA (governo do estado do RJ) | Análise da Qualidade da Água |

| | |
|--|--|
| Prefeito | Lamentou não poder realizar ações |
| Engenheiros Oceanógrafos da UFRJ | Estudos sobre o fenômeno |
| Capitania dos Portos | Estudos sobre o fenômeno |
| Prefeito | Fornecimento de equipamentos para ajudar moradores |
| Presidente da Associação dos moradores do Leblon | Advertência sobre recuo de faixa de areia |
| Departamento de Oceanografia da UERJ | Estudo de recuperação das praias |
| Iplam-Rio | Responsável pela implantação do Projeto Rio-Orla |
| Defesa Civil | Explica o fenômeno, interdição, emite estado de alerta |
| Moradores | Alertam sobre a ressaca |
| Secretaria de Obra | Limpeza |
| COPPE (governo federal) | Comenta sobre obra de alargamento da praia, professor explica o fenômeno |
| IEMAP (Marinha do Brasil) | Previsão de ondas |
| Secretário Municipal de Obra | Explica o fenômeno |

Nota-se que, durante toda a série histórica de eventos de ressaca do mar, há um conjunto de agentes que atuam sobre a linha de costa, exercendo funções de acordo com aquilo ao qual se propõem realizar. Isto revela que existe um processo de gestão e de gerenciamento atuante, principalmente, durante, após o evento e, em algumas situações, antes do evento, como no caso de instituições como o Serviço de Meteorologia e o IEMAP, que faz a previsão da chegada do evento, o Serviço de Hidrografia e Navegação do Ministério da Marinha que monitoram as marés e ventos, bem como Instituições que foram contratadas para

a realização de obras que tinham o objetivo de mitigar os efeitos das ressacas do mar, como é o caso do Laboratório Nacional de Engenharia Civil de Lisboa que foi responsável pelo projeto de engordamento da praia de Copacabana. Como exemplo, na ressaca do mar do dia 21 de maio do ano de 1999, o prefeito do município do Rio de Janeiro, Luiz Paulo Conde, ao tomar conhecimento da previsão de uma ressaca que estaria por chegar, determinou a todos os órgãos da prefeitura que atuam em situação de emergência que entrem em estado de alerta, neste caso a GeoRio, Defesa Civil, CET-Rio, Riourbe, Comlurb e as secretarias municipais de Obras, Meios Ambiente e Governo (ALERTA, 21/05/1999). Diante desta determinação, estes órgãos adotaram medidas contra as ressacas (QUADRO 3):

Quadro 3: Medidas adotadas contra os efeitos das ressacas do mar. Adaptado pelo autor a partir de registros da matéria do dia 21 de maio do ano de 1999. Fonte: Portal Acervo O Globo.

| |
|---|
| 1 - Instalação de quatro câmeras que controlam o trânsito na orla do Leblon, Ipanema e Copacabana pela CETRio voltadas para o mar. |
| 2 - Duas equipes da Defesa Civil iniciaram rondas à noite para acionar a CET-Rio para fechar a orla ao trânsito, à partir de meia noite, caso a ressaca venha a atingir as pistas; |
| 3 - Esquema de emergência montado pela montado pela secretaria de Obras. |
| 4 - Mobilização de 300 homens da Guarda Municipal, incluindo os grupos de Ações Especiais, Especial de Trânsito e Tático Móvel par agir em caso de emergência. |
| 5 - Retirada, no Posto 8, pela secretaria de Obras de máquinas que trabalhavam na reconstrução do calçadão, atingido pela ressaca de abril. |
| 6 - Grupo Marítimo de Salvamento (G-Mar) mobilizou 120 salva-vidas e mais 40. Além disso, bandeiras vermelhas foram instaladas em toda orla e ontem, nas praias de Grumari, Macumba e Prainha, uma guarnição percorreu estas praias. |

Somando-se a isso, deram conselhos para evitar os transtornos com a ressaca do mar (QUADRO 4):

Quadro 4: Conselhos para evitar a ressaca do mar. Adaptado do registro da matéria do dia 21 de maio do ano de 1999. Fonte: Portal Acervo O Globo.

| |
|--|
| 1 - Curiosos devem assistir as ressacs do mar em local alto e sugro, longe do mar. |
| 2 - Motoristas de vem evitar a orla de Ipanema e do Leblon, pois será fechada ao tráfego à partir de meia-noite. Apenas os moradores estarão autorizados a passar no local. E a abertura das pistas irá depender das condições de mar. |
| 3 - Embarcações, principalmente as de pequeno porte, devem esperar pelo fim da ressaca. |
| 4 - Bandeiras vermelhas foram colocadas por toda orla, indicando perigo. |
| 5 - Pescadores devem evitar locais como a Pedra do Leme, Pedra do Maracanã e do Roncador (Barra da Tijuca), Chapéu do pescador (Avenida Niemayer), Pedra do Arpoador, além do píer da Barra da Tijuca. |

Por outro lado, ao analisar a atuação da Administração Pública dentro de uma escala temporal de 60 anos, percebe-se a falta de governança destes diante do evento, principalmente por permitir a construção de casas e edifícios muito próximos da faixa de areia. São 60 anos de registros de eventos de ressaca e, até o momento, não foram executadas políticas públicas com o objetivo de limitar ou impedir a ocupação de áreas costeiras.

Para Muehe (2013), a dificuldade de aplicar medidas de precaução, como a não aprovação de construções próximas à orla está relacionada com as diferenças na escala de tempo da administração pública e da percepção dos riscos que se tornaram mais críticos em meados deste século, considerando as previsões disponíveis e ressaltando também a contribuição das mídias para a tomada de consciência do evento.

Uma das poucas medidas adotadas em relação ao processo de ocupação próximo da faixa de areia é o projeto Orla que propôs a não ocupação de um faixa de areia de 50 m a 200 m, tanto em áreas urbanizadas quanto não urbanizadas, medida da praia para o interior (MUEHE, 2013). Todavia, segundo o autor, o Decreto nº 5300, de 7 de dezembro de 2004, que regulamenta a Lei 7.661, de 16 de maio de 1988, que instituiu o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, não foi tão restritivo na adoção desses limites, adotando como referencial de medição o limite da preamar ou o final dos ecossistemas (MUEHE, 2013). Adotando o limite da preamar como o início da medida, o limite de 50 m fica localizado, em muitos casos, próximo da praia ou, até mesmo, na própria praia, deixando assim de exercer seu papel como uma faixa de segurança (MUEHE, 2013).

De qualquer forma, independente das diferenças apresentadas tanto no Projeto Orla quanto no Decreto citado, o estado e os municípios costeiros do Rio de Janeiro, de uma forma geral, não executaram nenhuma das propostas, haja vista que, com o passar dos anos, novas construções surgem próximas à faixa de areia.

5.1.11 Síntese dos resultados anteriores

De acordo com os resultados apresentados, o estado do Rio de Janeiro, durante o período de 1948 a 2008, contou com 141 eventos, onde a estação do Outono apresentou a maior quantidade de registros, contabilizando 63 eventos. Quanto aos parâmetros de ondas predominantes, o maior valor de altura significativa de ondas ficou no intervalo de 2,5 m a 4,0 m, direção SSO e período de pico no intervalo de 9 s a 11 s. Com relação ao nível do mar, predominaram marés meteorológicas no intervalo de 0 m a 0,3 m e astronômicas no intervalo entre 0,3 m a 0,6 m, enquanto que o efeito conjunto das marés meteorológica e astronômica predominou o intervalo de 0,6 m a 0,9 m. É importante destacar que a maioria dos eventos ocorreu em um período de transição entre as marés de sizígia e quadratura. Já em relação ao IOS, dos 141 eventos, a maioria ocorreu com valores de IOS acima de 0,5, indicando La Niña e abaixo de -0,5, indicando El Niño (Tabela 15).

Em conjunto com os parâmetros meteocanográficos, foi verificada uma frequência maior de impactos relacionados a inundações da faixa de areia, ruas e estabelecimentos na orla, destruição de estabelecimentos, como casas, edifícios, calçadões, ruas e avenidas; areia cobrindo as ruas e avenidas; e detritos e poluição cobrindo a faixa de areia e as ruas. Em resposta aos impactos sofridos, foram verificadas principalmente, ações relacionadas ao serviço de limpeza das ruas e da faixa de areia; salvamentos; interrupção dos serviços, interdições da pista e da praia; e uso de sinalização de bandeira vermelha, indicando o perigo no local.

Tabela 15: Caracterização regional dos eventos de ressaca no estado do Rio de Janeiro durante o período de 1948 a 2008 para a classe mais abundante em cada um dos parâmetros. Elaborado pelo autor.

| Parâmetros meteoceanográficos das ressacas no litoral do estado do Rio de Janeiro (1948 - 2008) | Valores médios frequentes para todo o estado |
|---|--|
| Sazonalidade | Outono |
| Maior valor de altura significativa de onda (m) | 2,5 – 4,0 |
| Direção de onda | SSW |
| Período de pico (s) | 9 - 11 |
| Maré meteorológica (m) | 0,0 – 0,3 |
| Maré astronômica (m) | 0,3 – 0,6 |
| Soma das marés astronômica e meteorológica (m) | 0,6 – 0,9 |
| Condição da maré astronômica | Transição |
| Índice de Oscilação Sul – IOS | <-0,5 ou > +0,5 |
| Fenômeno climático associado | El Niño ou La Niña |

5.2 Estudos de caso

Conforme detalhado na metodologia, a escolha dos eventos baseou-se na quantidade de locais impactados por um evento de ressaca, sendo escolhidos os três eventos com a maior quantidade de registro de danos e impactos, o primeiro no mês de agosto do ano de 1988 que causou danos em, aproximadamente, 20 locais, o segundo no mês de abril do ano de 1966 que causou danos em, aproximadamente, 17 locais, e o terceiro no mês de maio do ano de 2001 que causou danos em, aproximadamente, 16 locais.

5.2.1 Primeiro evento: agosto de 1988

Embora haja registros deste evento por quatro dias consecutivos, foram relacionados os parâmetros de ondas e marés do dia 11 de agosto com a notícia do dia 12 de agosto de 1988, uma vez que este dia possui o maior valor de altura significativa de ondas. Foram analisados dados do IOS do mês de abril, obedecendo ao período de defasagem de quatro meses em relação ao evento que ocorreu em agosto.

Os parâmetros (Tabela 16) de maior valor de altura significativa de ondas registrado nos dados de reanálise foram de 6,1 m, acima do intervalo de ondas de 2,5 m a 4,0 m que foi registrado com mais frequência para todo o estado. Analisando os parâmetros para este evento que afetou tantas praias e causou diversos danos, nota-se a maior altura de ondas registrada em todo o período de 60 anos analisado (6,1 m), o que revela a importância deste parâmetro

na intensidade dos efeitos na orla. A própria notícia relatou que, neste evento, as ondas ultrapassaram os 4 m de altura na orla de Copacabana: “Em toda a orla de Copacabana, o espetáculo das ondas de mais de quatro metros, provocadas pela ressaca, continuou atraindo centenas de curiosos” (GARIS, 12/08/1988). Vale lembrar que o valor de maior altura significativa de ondas de 6,1 m serve de referência em relação ao tipo de onda que atingiu o litoral do estado do Rio de Janeiro, pois se sabe que a altura significativa de ondas varia ao longo da costa.

A direção de ondas foi de SSO e o período de pico foi de 13 s, acima do esperado quando comparado com os valores do período de pico registrado para todo o estado. Somando-se a isso, este evento ocorreu em um período de maré de sizígia, condição esta que facilita a expansão das ondas sobre as zonas costeiras.

O efeito conjunto das marés astronômica, no valor de 0,4 m e meteorológica, no valor de 0,3 m, foi de 0,7 m, estando dentro do intervalo compreendido na caracterização geral para este parâmetro. No entanto, somando este valor com a altura de ondas de 6,1 m, há uma altura total de 6,8 m, indicando também uma elevação significativa do nível do mar durante este evento.

Embora o ano de 1988 e o mês de ocorrência deste evento foram marcados pela fase La Niña, ao considerar o período de defasagem de quatro meses entre os dados do IOS e o evento de ressaca, os dados indicaram um período de neutralidade, diferente da caracterização geral, onde a maioria dos eventos ocorreu em períodos de El Niño / La Niña. Portanto, não há hipótese sobre a influência do El Niño e La Niña durante este evento.

Tabela 16: Parâmetros meteoceanográficos das ressacas no litoral do estado do Rio de Janeiro – Agosto de 1988. Elaborado pelo autor.

| | |
|---|---------|
| Sazonalidade | Outono |
| Maior valor de altura significativa de onda (m) | 6,1 |
| Direção de onda | SSO |
| Período de pico (s) | 13 |
| Maré meteorológica (m) | 0,3 |
| Maré astronômica (m) | 0,4 |
| Soma das marés astronômica e meteorológica (m) | 0,7 |
| Condição da maré astronômica | Sizígia |
| Índice de Oscilação Sul – IOS | 0,1 |
| Fenômeno climático associado | Neutro |

Segundo o serviço de meteorologia, a ressaca foi causada por um ciclone que teve sua origem ligada à formação de sistemas de baixas pressões atmosféricas vindo do sul do país, acompanhado de ventos com velocidade média de 84 quilômetros por hora (RESSACA, 13/08/1988, p.15).

Neste evento, parte do litoral sul do estado do Rio de Janeiro foi impactada, com uma grande concentração de ocorrências na Baía de Guanabara, dentre outras ocorrências ao longo do litoral. Os locais registrados foram: Recreio dos Bandeirantes, Barra da Tijuca, São Conrado, Vidigal, Leblon, Ipanema, Arpoador, Copacabana, Leme, Iate Clube (Urca), Marina da Glória, Aeroporto Santos Dumont, Icaraí, Piratininga, Maricá, Barra Nova, Av. Salgado Filho (Saquarema), Praia Seca (Araruama), Ilha Comprida e Ilha dos Pargos (Figura 50).

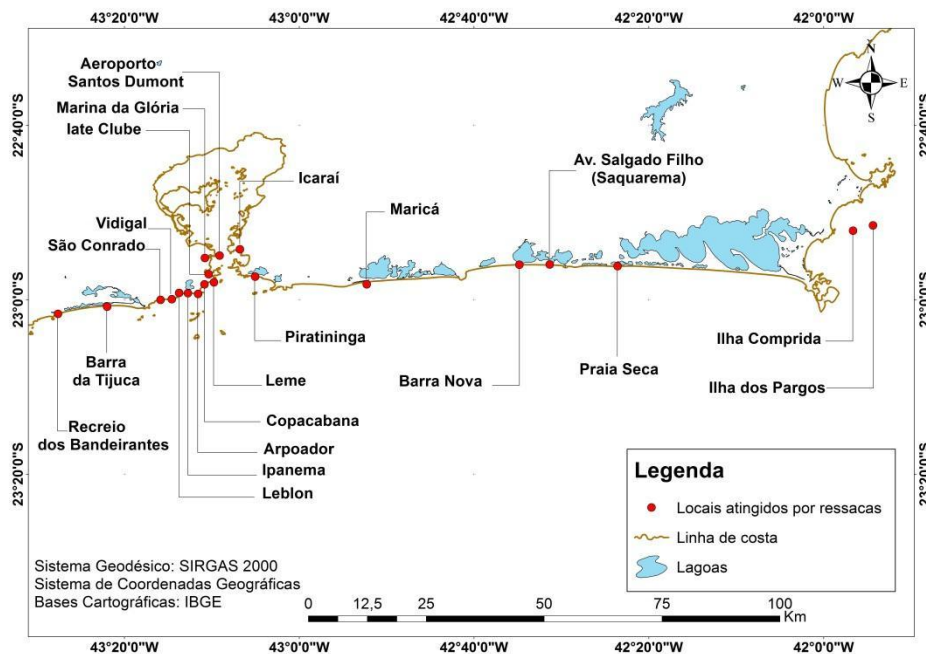


Figura 50: Locais atingidos pela ressaca do mar ocorrida em agosto de 1988 segundo registro dos jornais pesquisados no Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor.

Os principais danos e impactos estão relacionados à quantidade de detritos e poluição sobre as águas, a faixa de areia e as ruas e avenidas que beiram a orla, a destruição de barcos, calçadas e quiosques, inundação da faixa de areia e das ruas e avenidas, bem como outros impactos, tais como: areias sobre as ruas, deslocamento de Trailers, desaparecimentos e mortes (Figura 51).

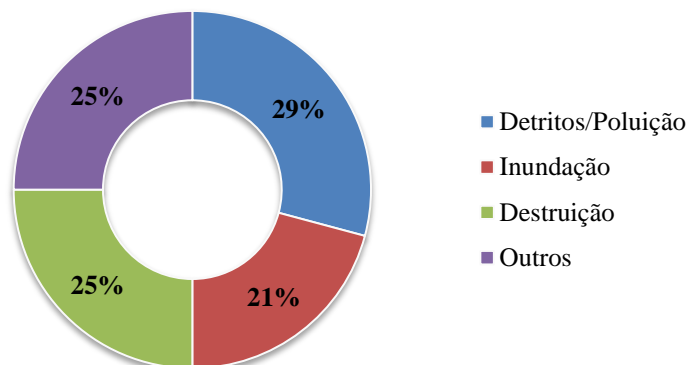


Figura 51: Percentual dos principais danos e impactos associados à ressaca do mês de agosto do ano de 1988 segundo registros do Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor.

A ressaca do dia 12 de agosto de 1988 registrou a inundação sobre a faixa de areia na Praia de Copacabana (INTERDIÇÃO, 12/08/1988) (Figura 52):



Figura 52: Invasão do mar sobre a faixa de areia em Copacabana, registrado no dia 12 de agosto de 1988. Fonte: Portal Acervo O Globo.

A matéria do dia 13 de agosto de 1988 registrou esta ressaca como uma das mais violentas dos últimos tempos, com ventos que chegaram a 100 Km/h (RESSACA, 13/08/1988, p.1). Na Marina da Glória, 150 barcos chocaram-se uns contra os outros (RESSACA, 13/08/1988, p.1). No Iate Clube do Rio de Janeiro, o mar invadiu a garagem e um barco foi arremessado pela força das ondas, destruindo uma parede (Figura 53). Chamada na matéria de “Cabeça d’água”, a ressaca trouxe lixo para as praias de Saquarema e Cabo Frio (CABEÇA D’ÁGUA, 11/8/1988).



Figura 53: Invasão do mar no Iate Clube do Rio de Janeiro, registrado no dia 13 de agosto de 1988. Fonte: Portal Acervo O Globo.

Além dos danos sobre bens materiais, a ressaca provocou desaparecimento e morte de pessoas, como foi o caso do marido da bailarina Ana Maria Botafogo, na praia do Leme, que foi arrastado pela força das ondas: “O bailarino inglês Grahman Bart, marido da bailarina Ana Maria Botafogo, foi tragado pelas ondas na praia do Leme e desapareceu (RESSACA, 13/08/1988, p.1)”. Além disso, foi registrada a morte de dois pescadores nas Ilhas Comprida e dos Pagos (MAR, 14/08/1988) dentre outros danos e impactos que foram noticiados.

As reações ao evento foram sentidas tanto pelos moradores quanto pelo poder público e pelos donos dos estabelecimentos que beiram a orla. Segundo a matéria, os moradores não ficaram surpresos com a ressaca ocorrida na praia do Leblon, na altura da Av. Delfim Moreira (MAR, 11/08/1988). Reação oposta foi sentida por Romildo Marinho Avelar, Diretor Comercial da Cadeia de Trailers Jonn’s, que não tinha visto nada parecido com o ocorrido, com a força das ondas arrastando um Trailer para o mar (MAR, 11/08/1988): “(...) a empresa vai começar a estudar uma maneira de fixar os trailers no chão sem ir contra a legislação que exige o uso de rodinhas (MAR, 11/08/1988)”. Também foram realizadas interdições, como no caso do Aeroporto Santos Dumont, onde uma das pistas foi interditada por conta da invasão das águas do mar (RESSACA, 13/08/1988, p.15). No Iate Clube, funcionários trabalharam durante toda a noite retirando alguns veleiros, com receio destes serem levados pela força das águas e das correntezas (RESSACA, 13/08/1988, p.15).

Com relação ao poder público, houve reações de desespero, como a do engenheiro Flavio Guedes, da Divisão de Manutenção de Adutoras e Troncos da Cedae, pois a ressaca

rompeu dez tubos da linha de recalque da elevatória do Leblon (MAR, 11/08/1988) (Figura 54).

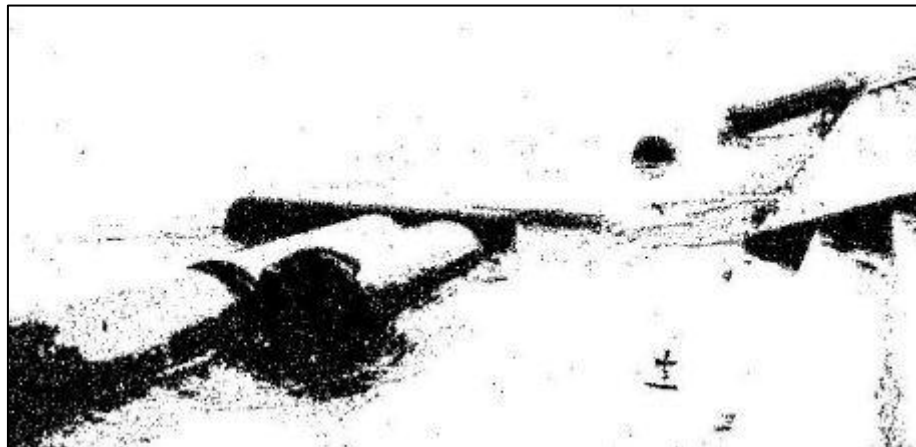


Figura 54: Rompimento de tubulação da elevatória do Leblon causado pela ressaca do mar, registrado no dia 11 de agosto de 1988 no Portal Acervo O Globo.

Alguns técnicos da Coordenação dos Programas de Pós Graduação em Engenharia (Coppe) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) enviaram um relatório preliminar ao Secretário municipal de Obras, Luís Edmundo Leite, sobre os frequentes rompimentos do interceptor submarino da Praia do Leblon. Segundo os técnicos, a solução seria a devolução da areia da praia que foi retirada: “— Até a ressaca de 1978, quando a praia perdeu grande quantidade de areia, nunca houve um acidente com um interceptor, pois, na época, ele ficava protegido por uma espessa camada de areia. Se restabelecermos esta camada protetora, não haverá necessidade de se transferir a tubulação para o canteiro central da Av. Delfim Moreira.— disse Luís Edmundo (TÉCNICOS, 11/08/1988).

O poder público também atuou durante e após o evento, como no caso da Companhia Municipal de Limpeza Urbana (COMLURB) que realizou ações de limpeza da pista nas Avenidas Delfim Moreira (Leblon) e Vieira Souto (Ipanema): “A Comlurb trabalhou mais de seis horas seguidas para liberar a pista com o auxílio de uma pá mecânica e dois caminhões basculantes e irá continuar com a limpeza no local até que o mar pare de jogar areia na pista. Segundo a previsão do Chefe de Serviço Especializado da Comlurb, Amauri Bitencourt, o trabalho deve durar até amanhã (MAR, 11/08/1988)”.

5.2.2 Segundo evento: abril de 1966

No segundo evento, os dados de ondas e marés foram relacionados com a notícia do evento no dia 6 de abril de 1966. Portanto, foram analisados os dados do dia 5 de Abril de 1966, anterior à data da publicação da notícia. Foram analisados os dados do Índice de Oscilação Sul do mês de Dezembro do ano de 1965, obedecendo ao período de defasagem de quatro meses em relação ao evento que ocorreu no mês de Abril.

Os resultados (Tabela 17) indicaram que, enquanto que na caracterização geral dos eventos de ressaca predominaram ondas de SSO, neste evento, predominaram ondas de SSE. Isso explica, em parte, o porquê das ondas deste evento impactar locais dentro da Baía de Guanabara, como na Ilha Fiscal, Fortaleza da Laje e Aeroporto Santos Dumont.

Este evento ocorreu no Outono e a condição de maré de sizígia pode ter contribuído para a magnitude do evento. Os valores de maré meteorológica e astronômica foram -0,04 m e 0,6 m, e o efeito conjunto das marés astronômica e meteorológica foi de 0,56 m, estando dentro do intervalo compreendido na caracterização geral para este parâmetro. Somando este valor com a altura de ondas de 2,9 m, houve uma elevação do nível do mar de 3,46 m. O mês de ocorrência dos dados do IOS indicou o valor 0,2, sendo este um período de neutralidade, diferente da caracterização geral, onde a maioria dos eventos ocorreu em períodos de El Niño / La Niña. Portanto, não há hipótese de influência do El Niño e La Niña durante este evento.

Tabela 17: Parâmetros meteoceanográficos das ressacas no litoral do estado do Rio de Janeiro – Abril de 1966. Elaborado pelo autor.

| | |
|---|---------|
| Sazonalidade | Outono |
| Maior valor de altura significativa de onda (m) | 2,9 |
| Direção de onda | SSE |
| Período de pico (s) | 9 |
| Maré meteorológica (m) | -0,04 |
| Maré astronômica (m) | 0,6 |
| Soma das marés astronômica e meteorológica (m) | 0,56 |
| Condição da maré astronômica | Sizígia |
| Índice de Oscilação do Sul – IOS | 0,2 |
| Fenômeno climático associado | Neutro |

Da mesma forma que os eventos anteriores, foram registradas ocorrências de danos e impactos no litoral sul, com concentração de ocorrências na Baía de Guanabara. Os locais registrados foram: Recreio dos Bandeirantes, Leblon, Ipanema, Copacabana, Urca, Fortaleza da Laje, Botafogo, Flamengo, Aeroporto Santos Dumont, Praça XV, Ilha Fiscal, Icaraí, Praia do Adão, Samanguiá, Piratininga, Itaipu, Praia da Eva, Saquarema (Figura 55).

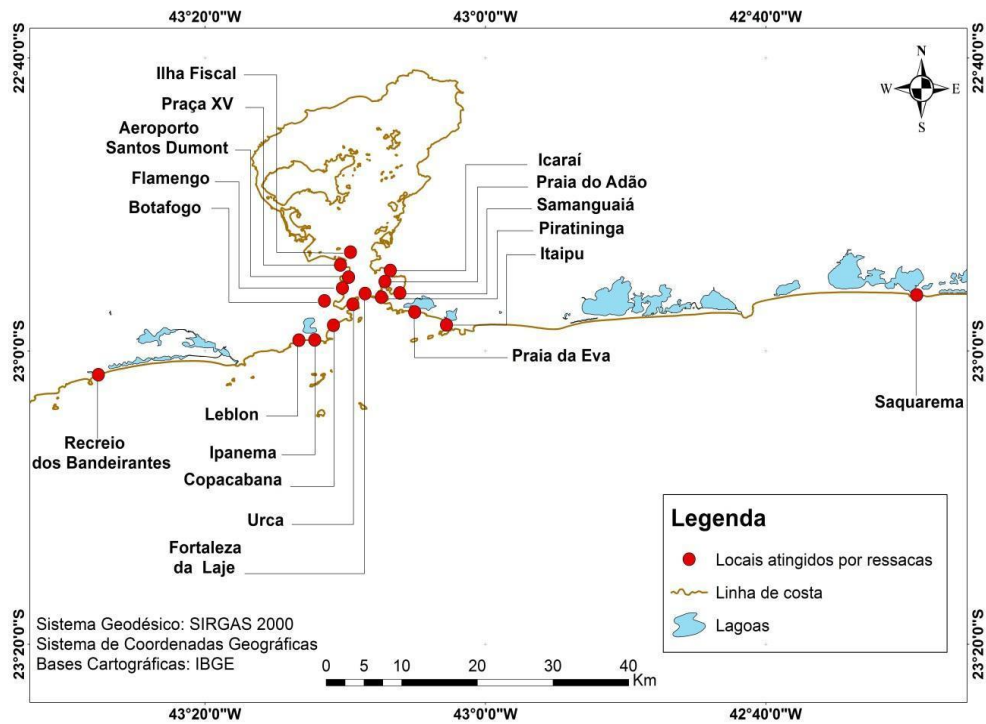


Figura 55: Locais atingidos pela ressaca do mar ocorrida em abril de 1966 segundo registro dos jornais pesquisados no Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor.

Os principais danos registrados estão relacionados a detritos e poluição sobre as águas, faixa de areia e ruas, recuo da faixa de areia, inundações sobre as ruas e estabelecimentos, dentre outros (Figura 56):

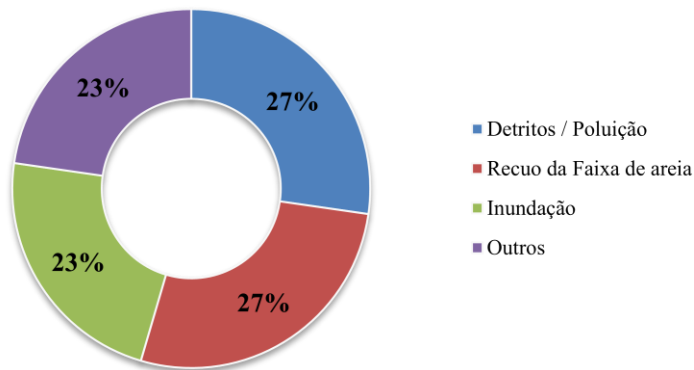


Figura 56: Percentual dos principais danos e impactos associados à ressaca do mês de abril do ano de 1966 segundo registros do Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor.

Como exemplo, as praias de Itaipu, Piratininga, Samangoáí, Adão, Eva e Itacoatiara ficaram cheios de detritos (NO ESTADO, 09/04/1966). As ondas lançaram pedras na pista que liga o restaurante Calabouço à Escola Naval (DANOS, 09/04/1966). No Leme e em Copacabana, as praias foram reduzidas a uma estreita faixa de areia (PROIBIDAS, 12/04/1966). A praia do Arpoador também teve a faixa de areia reduzida (AS PRAIAS, 13/04/1966) (Figura 57).

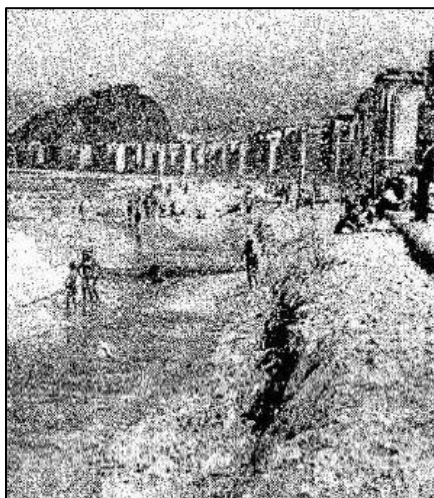


Figura 57: Recuo da faixa de areia na praia do Arpoador registrado no dia 13 de abril do ano de 1966. Fonte: Portal Acervo O Globo.

A Fortaleza da Laje e o prédio da Diretoria de Hidrografia e Navegação (Ilha Fiscal) foram inundados. Na Fortaleza da Laje, três soldados solicitaram auxílio do serviço de salvamento; as águas invadiram o prédio da Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha, chegando a virar um carro que estava na ponte que também foi derrubada (NA FORTALEZA, 07/04/1966).

As principais respostas ao evento foram a proibição de banhos, interrupção de serviços e salvamentos. Dois pescadores foram salvos no Recreio dos Bandeirantes; as praias foram interditadas aos banhistas, com o Serviço de Salvamento colocando bandeiras vermelhas e deixando 170 homens de prontidão (RESSACA, 07/04/1966, p.3); o tráfego das barcas entre Rio e Niterói foi interrompido na Praça XV por causa da violência das ondas, sendo transferido para a Praça Mauá (RESSACA, 07/04/1966, p.3).

Alguns especialistas buscaram responder questões sobre as causas das ressacas. A maioria foi de comum acordo que as ressacas estão ligadas à entrada de uma maré de sizígia, diferindo apenas em relação a outros fatores que, junto com a maré de sizígia, causam as ressacas. É o caso do Geógrafo Orlando Valverde, que atribuiu à chegada de uma maré alta e

lua cheia junto com uma massa polar (MASSA, 06/04/1966). Além das causas, Orlando Valverde considerou a forma e a orientação do litoral na intensidade do litoral:

“— A baía, acrescentou, por ter sua embocadura voltada para o sul, sobretudo próxima a Niterói, é bastante castigada pelo vento sudoeste, que provoca aquele fenômeno, comum nas mudanças de estação (MASSA, 06/04/1966).”

Para o professor Lélío Gama, do Observatório Nacional, as ressacas ocorrem com uma maré de sizígia, mas também com a entrada de temporais em alto mar, diferente de Orlando Valverde que atribuiu à entrada de uma massa polar. Já o Tenente Fernando Bruzzi, da Divisão de Meteorologia da Marinha, disse que a ressaca foi causada pela coincidência de uma maré de sizígia com a entrada de ventos soprando na costa. Da mesma forma que Orlando Valverde, Fernando Bruzzi destacou a relevância da configuração da linha de costa na intensidade das ressacas:

“A ressaca está afetando a faixa litorânea desde o Cabo Santa Marta até o Cabo Frio, com a maior ou menor intensidade, a depender da configuração do trecho (RESSACA, 07/04/1966, p.3).”

No entanto, um grupo dos técnicos¹⁰ disseram que as marés de sizígia agravam as ressacas, ou seja, eles não atribuíram a maré de sizígia como uma das causas da ressaca, diferente dos demais especialistas:

“A ressaca, segundo alguns técnicos, tem como causa imediata a passagem de ventos que se dirigem de sudeste para leste, à velocidade de 20 nós, a 200 milhas da costa, e é agravada pela ocorrência da maré de sizígia, a mais alta do período (RESSACA, 07/04/1966, p.3).”

5.2.3 Terceiro evento: maio de 2001

No terceiro evento os dados de onda e marés foram relacionados com o evento registrado no dia 7 de maio de 2001, embora tenha registros também no dia 8 de Maio de 2001. Foram analisados os dados do Índice de Oscilação Sul do mês de Janeiro do ano de 2001, obedecendo ao período de defasagem de quatro meses em relação ao evento que ocorreu no mês de Maio.

Este evento ocorreu no Outono e os resultados (Tabela 18) indicaram o maior valor de altura significativa de ondas de 5,8 m, direção SO e período de pico de 12 s. Percebe-se que o

¹⁰ Não foi informado na matéria a instituição da qual trabalham.

maior valor de altura significativa de 5,8 m e o período de pico de 12 s está acima dos valores médios mais frequentes de eventos de ressaca do mar para todo o estado, indicando uma situação não muito comum para este tipo de evento. Lima *et al.* (2020), em estudo sobre a caracterização meteoceanográfica de eventos de ressaca no litoral do estado do Rio de Janeiro, observaram uma maior frequência de eventos de ressaca de ondas com o maior valor de altura significativa entre 2,5 m a 4,0 m. Somando-se a isso, o evento ocorreu em condição de maré de sizígia, sendo este mais um fator que contribuiu para um maior alcance das ondas sobre as zonas costeiras. Além disso, o efeito conjunto dos valores de maré astronômica de 0,5 m e meteorológica de 0,6 m foi de 1,1 m; somando esse valor com o maior valor de altura significativa de ondas, o nível do mar elevou a uma altura de 6,9 m, tratando-se de um evento extremo. O valor do Índice de Oscilação Sul foi 1, indicando período de La Niña alguns meses antes da ressaca, o que levanta a hipótese da influência deste fenômeno sobre o evento, principalmente no que diz respeito ao valor de altura significativa de ondas. Por exemplo, Pereira & Klumb-Oliveira (2015) destacaram, em estudo sobre a influência do El Niño – Oscilação Sul no clima de ondas na porção central da zona costeira do estado do Rio de Janeiro, que a altura significativa de ondas foi maior durante o fenômeno La Niña do que em épocas de El Niño. Carvalho *et al.* (2019), também identificou eventos de tempestades com mais energia em períodos de La Niña.

Tabela 18: Parâmetros meteoceanográficos das ressacas no litoral do estado do Rio de Janeiro – maio de 2001. Elaborado pelo autor.

| | |
|---|---------|
| Sazonalidade | Outono |
| Maior valor de altura significativa de onda (m) | 5,8 |
| Direção de onda | SO |
| Período de pico (s) | 12 |
| Maré meteorológica (m) | 0,6 |
| Maré astronômica (m) | 0,5 |
| Soma das marés astronômica e meteorológica (m) | 1,1 |
| Condição da maré astronômica | Sizígia |
| Índice de Oscilação Sul – IOS | 1 |
| Fenômeno climático associado | La Niña |

Entre os fatores responsáveis pela formação da ressaca, a matéria destacou a entrada de um ciclone extratropical no Oceano Atlântico combinado com uma maré de sizígia; a presença de ventos sudoeste, que, ao soprar em direção à praia, empurrou as ondas para o

litoral¹¹; e o fato desta ter sido a primeira ressaca do ano, pois as praias não estavam preparadas para força das ondas (ONDAS, 07/05/2001). A matéria do dia 8 de maio fez uma importante observação, em que, normalmente, os ciclones extratropicais que estão associados à presença de frentes frias, formam-se no Uruguai e vão perdendo força a partir que a massa polar se desloca de Sul para Sudeste; todavia, este ciclone chegou ao litoral do estado do Rio de Janeiro com mais energia, pois se formou em Santa Catarina (SAIBA, 08/05/2001).

O evento atingiu aproximadamente, 16 locais na linha de costa, com registros de danos e impactos, principalmente, em locais dentro da Baía de Guanabara, como: Paquetá, Ilha do Fundão, Ramos, Praia da Urca, Praia Vermelha, Flamengo, Botafogo, Leblon, Praia das Flechas, assim como na entrada da Baía, em locais como Copacabana, Leme e Arpoador. Houve também registros de danos na Barra da Tijuca e em alguns municípios como Maricá, Saquarema e Rio das Ostras (Figura 58).

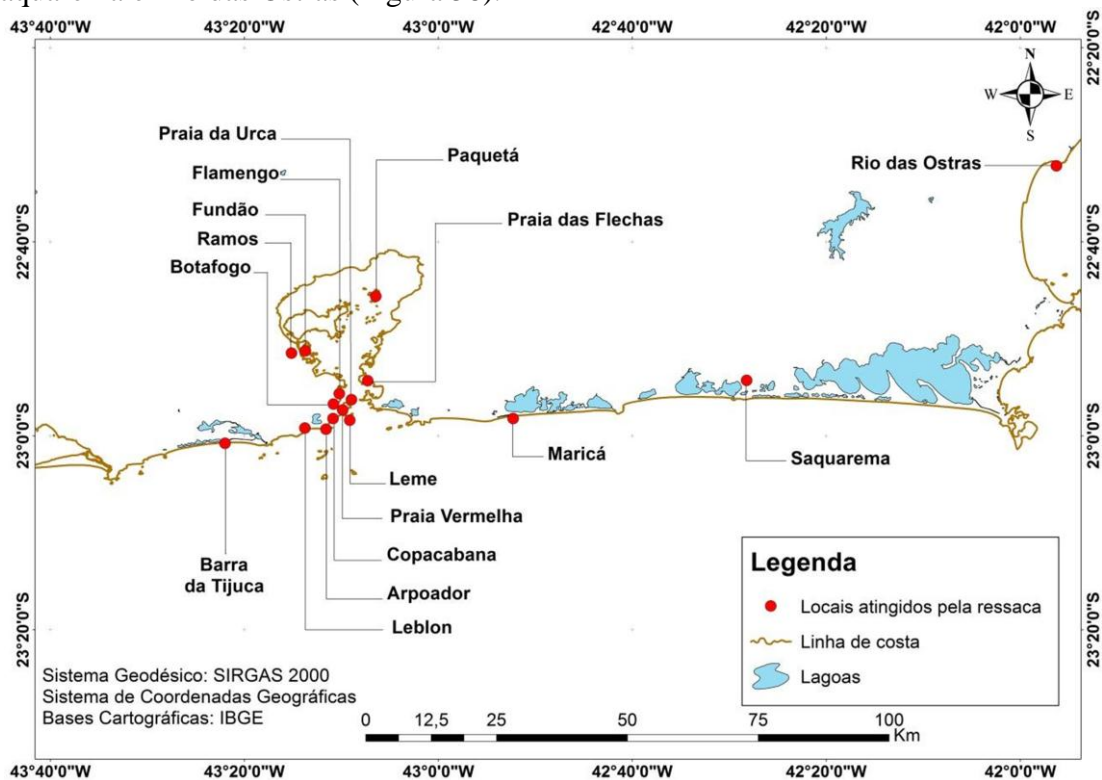


Figura 58: Locais atingidos pela ressaca do mar ocorrida em maio de 2001 segundo registro dos jornais pesquisados no Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor.

Os principais danos e impactos relatados foram inundações sobre a faixa de areia e avenidas que beiram a orla, destruição de estabelecimentos e afogamentos (Figura 59).

¹¹ A afirmação da matéria sobre ventos de sudoeste empurrando água para o litoral condiz com os dados de reanálise de direção de ondas que também foi de sudoeste.

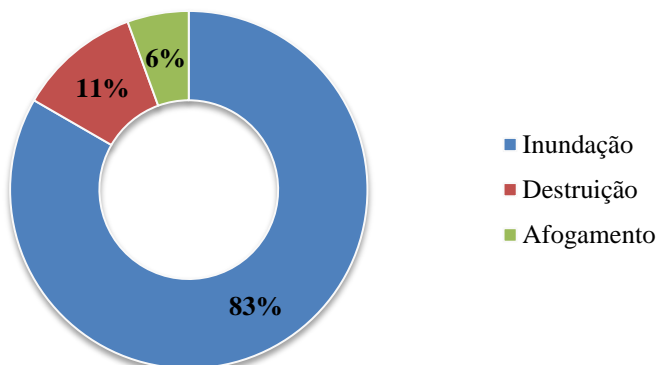


Figura 59: Percentual dos principais danos e impactos associados à ressaca do mês de maio do ano de 2001 segundo registros do Portal Acervo O Globo. Elaborado pelo autor.

Há registros de inundações que chegaram na entrada de edifícios, como na Praia das Flechas, em Niterói (O QUE PROVOCOU, 07/05/2001). No Leblon, as águas invadiram a Av. Delfim Moreira, levando areia para pista e causando transtornos, pois o trânsito foi interditado para limpeza da pista (RESSACA, 07/05/2001) (Figura 60); além disso, a ressaca trouxe lixo para o Aterro (ENCHENTE, 08/05/2001) (Figura 61).



Figura 60: Mar invade a pista da Av. Delfim Moreira, no Leblon, na ressaca registrada no dia 7 de maio do ano de 2001. Fonte: Portal Acervo O Globo.



Figura 61: Lixo acumulado pela ressaca no Aterro registrado no dia 8 de maio do ano de 2001. Fonte: Portal Acervo O Globo.

Foi registrado também a destruição de quiosques em Rio das Ostras, casas em Maricá e muros de casas em Saquarema (FENÔMENO, 07/05/2001).

Além dos danos, a ressaca represou canais e lagoas por força das ondas (Figura 62), causando o transbordamento destes e inundando casas na Barra da Tijuca (Figura 63a) e na Ilha do Fundão (Figura 63b). Foram registrados perdas de redes e barcos de pescadores:

“— O mar virou de repente e fomos pegos de surpresa — contou o presidente da Colônia Z-13, Ricardo Mantovani (ENCHENTE, 08/05/2001).”



Figura 62: Esquema ilustrativo demonstrando o represamento das águas dos rios por ação das ressacas do mar. Portal Acervo O Globo 8 de Maio de 2001.



Figura 63: Canais e lagoas ficaram represados pela força das ondas de ressaca, levando-os a transbordarem, causando inundações de casas na Barra da Tijuca (a) e Ilha do Fundão (b). Portal Acervo O Globo 8 de maio de 2001.

Dentre as respostas adotadas frente às consequências deste evento foram registradas a limpeza da pista, o salvamento de pescadores que ficaram presos nas Ilhas Cagarras e a interdição da Defesa Civil em vários pontos da orla, indicando o perigo do evento.

Alguns pesquisadores, como Davi Zee, alertaram quanto à retirada de vegetação que havia nas praias e a não reposição, pela Comlurb, das areias lançadas pelo mar como fatores capazes de acentuar os impactos das ressacas na linha de costa. Já para Paulo Rosman, professor e pesquisador do Departamento de Engenharia Oceânica da UFRJ, a falta de areia também pode ser um problema no caso de haver uma sequência de ressacas, embora não considere grave o que ocorreu (ONDAS, 07/05/2001).

5.3 Comparação entre os parâmetros considerados mais frequentes para todo o estado e para os três eventos de ressaca analisados.

Ao analisar os parâmetros meteoceanográficos dos três eventos de ressaca (Tabela 19), percebe-se que alguns dados convergem e divergem dos valores considerados mais frequentes para todo o estado. O primeiro evento destacou-se por apresentar quatro parâmetros com valores que divergem dos valores considerados mais frequentes para todo o estado, a saber:

- maior valor de altura significativa, condição de maré astronômica, IOS e fenômeno climático.

O segundo evento apresenta cinco parâmetros com valores que divergem dos valores considerados mais frequentes para todo o estado, a saber:

- direção de ondas, maré meteorológica, condição de maré astronômica, IOS e fenômeno climático.

O terceiro evento apresenta cinco parâmetros com valores que divergem dos valores considerados mais frequentes para todo o estado, a saber:

- maior valor de altura significativa de ondas, direção de ondas, maré meteorológica, soma dos valores de maré astronômica e meteorológica e condição de maré astronômica.

Vale ressaltar também que a condição de maré astronômica de sizígia foi o único dentre os parâmetros que ocorreu durante os três eventos e que divergiu da condição de maré astronômica de transição, considerada a mais frequente para todo o estado.

Analisando apenas os três eventos, percebe-se que os eventos de agosto de 1988 e maio de 2001 são os que apresentaram os parâmetros com os maiores valores.

O evento de maio de 2001 apresentou os maiores valores de:

- maré meteorológica;
- soma dos valores de maré meteorológica e astronômica;
- elevação do nível do mar, marcada pela soma do maior valor de altura significativa de ondas com o resultado da soma dos valores de maré meteorológica e astronômica.

Além disso, apresentou o segundo maior valor de:

- altura significativa de ondas,
- período de pico;
- maré astronômica.

Acrescenta-se que este evento ocorreu em um período de La Niña, fenômeno este que pode ter influenciado a intensidade do evento.

Já o evento de agosto de 1988, apresentou os maiores valores de:

- altura significativa de ondas;
- período de pico.

Além disso, apresentou o segundo maior valor de:

- maré meteorológica;
- soma dos valores de maré meteorológica e astronômica;
- elevação do nível do mar, marcada pela soma do maior valor de altura significativa de ondas com o resultado da soma dos valores de maré meteorológica e astronômica.

O evento de abril de 1966 apresentou apenas a maré astronômica com o maior valor quando comparado com o valor dos demais eventos. Portanto, dentre os três, o evento do mês de maio de 2001 foi o mais intenso considerando apenas os parâmetros físicos. No entanto, dos três eventos, este foi o que apresentou a menor quantidade de locais com registro de danos e impactos, com 16 locais, enquanto que o evento de agosto de 1988 tem registro de 20 locais e o evento de abril de 1966 tem registro de 18 locais. Logo, considerando que o evento de agosto de 1988 foi o segundo mais intenso em termos de parâmetros físicos e que este apresentou a maior quantidade de registros, conclui-se que este evento foi o mais intenso dentre os três.

Tabela 19: Comparação entre os parâmetros de valores médios mais frequentes para todo o estado com os dois eventos analisados. Elaborado pelo autor.

| Parâmetros meteoceanográficos das ressacas no litoral do estado do Rio de Janeiro (1948 - 2008) | Valores médios frequentes para o estado | Valores do evento de agosto de 1988 | Valores do evento de abril de 1966 | Valores do evento de maio de 2001 |
|---|---|-------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| Sazonalidade | Outono | Outono | Outono | Outono |
| Maior valor de altura significativa de onda (m) | 2,5 – 4,0 | 6,1 | 2,9 | 5,8 |
| Direção de onda (°) | SSO | SSO | SSE | SO |
| Período de pico (s) | 9 – 11 | 13 | 9 | 12 |
| Maré meteorológica (m) | 0,0 – 0,3 | 0,3 | -0,04 | 0,6 |
| Maré astronômica (m) | 0,3 – 0,6 | 0,4 | 0,6 | 0,5 |
| Soma da maré astronômica e meteorológica (m) | 0,6 – 0,9 | 0,7 | 0,56 | 1,1 |
| Condição da maré astronômica | Transição | Sizígia | Sizígia | Sizígia |
| Índice de Oscilação Sul – IOS | <-0,5 ou > +0,5 | 0,1 | 0,2 | 1 |
| Fenômeno climático | El Niño ou La Niña | Neutro | Neutro | La Niña |

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa analisou as condições meteoceanográficas durante as ressacas do mar ocorridas no estado do Rio de Janeiro, no período de 1948 a 2008, bem como os impactos associados a estes eventos. A identificação pelos jornais permitiu quantificar este fenômeno, revelando que, ao longo dos anos, houve um aumento do número de registros de ressacas do mar, principalmente a partir da década de 1970, com um pico máximo de registros no final de década de 1980 e início de 1990. Tal fato pode estar relacionado ao processo de urbanização das áreas costeiras em locais onde, possivelmente, já era comum a ocorrência destes eventos.

A ocupação das áreas permitiu que as ressacas causassem danos e impactos que chamaram a atenção dos jornais por conta dos dramas sociais ocorridos, tornando os locais vulneráveis às ressacas. Os jornais permitiram identificar que as ressacas no estado do Rio de Janeiro ocorreram, principalmente, no Outono e Inverno, uma vez que, nesta época, a entrada de frentes frias e o posicionamento dos sistemas de baixa pressão no Atlântico Sul são mais intensos.

A relação dos dados de ondas com as datas dos jornais que noticiaram as ressacas indicou que grande parte dos eventos ocorreu dentro do intervalo de maior valor de altura significativa de ondas de 2,5 m a 4,0 m. As ondas do quadrante sul são predominantes em eventos de ressaca, estando associado, como dito anteriormente, à passagem de frentes frias com a atuação de sistemas de baixa pressão no Atlântico Sul, impactando tanto a região sul quanto a região sudeste do Brasil. As ressacas não tiveram grande influência das marés de sizígia e quadratura, uma vez que a maioria dos eventos ocorreu em um período de transição entre as marés, embora nos estudos de caso, a maré de sizígia possa ter colaborado para a intensificação dos eventos. Em relação ao IOS, os resultados indicaram quase a mesma quantidade de ressacas em períodos com a ocorrência de El Niño / La Niña, com 72 eventos, e em períodos de neutralidade, com 68 eventos. Comparando os fenômenos El Niño e La Niña, os resultados indicaram que 44 eventos ocorreram no período de La Niña, enquanto 28 ocorreram no período de El Niño. Nota-se os maiores registros de danos e impactos em meados de década de 1969/1978 até meados de 1979/1988, onde os registros alcançaram o maior pico de toda série histórica. Tal fato pode estar relacionado ao processo de ocupação no litoral, expondo a população aos riscos dos eventos de ressaca do mar, mas também ao La Niña, uma vez que, predominou durante este período o fenômeno La Niña.

Durante toda série histórica, os principais danos e impactos registrados estão associados a inundações, destruições, areia sobre a pista, detritos e poluição sobre a faixa de areia e ruas que beiram a orla, sendo mais frequentes na mesorregião metropolitana do estado. Uma das hipóteses levantadas é que o processo de ocupação e valorização que este local experimentou, ao longo dos anos, contribuiu para a maior concentração de registros de ressaca em detrimento de outras mesorregiões que não possuem um litoral tão ocupado e que não são tão valorizados quanto o litoral desta mesorregião.

Por outro lado, as condições físicas da linha de costa também contribuíram para a distribuição espacial dos registros: a configuração da mesorregião Sul Fluminense, que, embora possua uma orientação da linha de costa que facilita a entrada de ondas do quadrante sul, possui ilhas e promontórios rochosos que dificultam a entrada de ondas de ressaca. O trecho mais exposto à ação de ondas localiza-se na porção externa da Baía da Ilha Grande, na porção do litoral de Paraty e da Ilha Grande que estão expostos de frente para o mar e sem nenhum tipo de barreira física capaz de protegê-las das ressacas. Contudo, o baixo processo de ocupação destes locais pode ter influenciado na baixa demanda de registros de eventos de ressaca; a mesorregião metropolitana tem uma orientação da linha de costa que favorece a entrada de ondas de ressaca vindas do quadrante sul. Além disso, a dinâmica de transportes de sedimentos no arco Leblon Arpoador pode ter contribuído para as frequentes notícias sobre eventos de ressaca no Leblon, sendo este o local com a maior quantidade de registros de ressaca noticiados; a mesorregião das Baixadas Litorâneas possui dois tipos de orientação da linha de costa, o primeiro de aspecto retilíneo e orientado para sul que facilita a entrada de ondas de ressaca do quadrante sul, indo dos municípios de Saquarema a Arraial do Cabo, e um segundo trecho de linha de costa de orientação NNO - SSO, indo de Arraial do Cabo à Rio das Ostras, que possui promontórios rochosos que protegem algumas praias de enseada da entrada de ondas de ressaca. Por fim, a orientação NNO - SSO do Norte Fluminense expõe o litoral às ondas de SE, SSE, ESE e S em eventos de ressaca.

As principais respostas aos eventos referem-se a ações de limpeza das avenidas que beiram a orla, salvamentos, interrupção de serviços e interdições das avenidas e praias. As ações foram executadas por vários agentes, como a Comlurb que realizou serviços de limpeza, o Serviço de Meteorologia que trabalhou na previsão das condições atmosféricas, o Serviço de Salvamento que realizou operações de salvamento, bem como profissionais especialistas de instituições de ensino e pesquisa que explicaram o evento, dentre outros.

Com relação aos estudos de caso, os três eventos ocorreram sob a influência das marés de sizígia, e, destes, os eventos de maio de 2001 e agosto de 1988 foram os que mais se destacaram por apresentar os maiores valores dentre os parâmetros analisados. O evento de maio de 2001 foi o que apresentou os maiores valores dentre os parâmetros meteorocinográficos, todavia foi o que apresentou a menor quantidade de registros de danos e impactos dentre os três. Considerando que o evento de agosto de 1988 apresentou a maior quantidade de danos e impactos registrados, além de ser o segundo evento, dentre os três, que apresentam os maiores valores dos parâmetros meteorocinográficos, conclui-se que este evento foi o mais intenso registrado.

Nota-se que, durante toda série histórica, as notícias registraram diversas ações executadas de agentes sobre os espaços costeiros, principalmente, durante e após estes eventos. Isto revela que há um gerenciamento por parte do estado e dos municípios, ainda que de forma implícita, pois, poucas notícias registraram questões relacionadas ao planejamento e estratégias específicas para eventos de ressaca. Medidas de gestão para este evento são relevantes no sentido de nortear as ações dos diversos órgãos que atuam no litoral, como as secretarias de Obras, Meio Ambiente, Serviço Público, Defesa Civil, dentre outras. Além disso, como as ressacas costumam ocorrer todos os anos, causando uma série de danos e impactos dos mais diversos, propõe-se aos municípios costeiros, como parte do processo de gestão e gerenciamento, a elaboração de Planos de Contingência específicos para eventos de ressaca do mar. Um Plano de Contingência, além de definir e tornar pública as ações e responsabilidades de cada órgão durante um evento de ressaca insere este evento na pauta das políticas públicas dos municípios. A própria prefeitura do Rio de Janeiro admitiu em acidente com a ciclovia Tim Maia, que não tinha um Plano de Contingência para ressacas do mar (LINCOLN JR. 23/04/2016). Segundo o prefeito da época, Eduardo Paes:

“Em caso de ressaca, de mar alto, devia-se botar um aviso indicando que a ciclovia não deveria ser utilizada. A prefeitura que deveria ter feito isso. Me sinto totalmente responsável. Hoje parece meio óbvio ter um plano de contingência no caso de ressaca, disse (LINCOLN JR. 23/04/2016)”.

Como exemplo, o município de Santos, no estado de São Paulo, por meio do Decreto nº 7.804 de 6 de julho de 2017, dispôs sobre a vigência e organização de um Plano de

Contingência específico para ressacas do mar e inundações¹². Os gestores municipais devem estar atentos aos perigos de um evento de ressaca, cabendo a estes criar políticas públicas com o objetivo de estabelecer normas de uso dos espaços costeiros, realizando o zoneamento do espaço, como é o caso dos Planos de Manejo, mediante a criação de Unidades de Conservação bem como o Zoneamento Ecológico Econômico que é um dos instrumentos do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro. A execução dessas medidas é relevante no sentido de evitar a ocupação destas áreas que, durante um evento de ressaca, costumam ser inundadas pelas ressacas do mar, causando danos e impactos, bem como prejuízos econômicos e sociais para a população que ocupa estes espaços e para o governo que, diante de uma situação de eventos como este, se vê, muitas vezes, sem recursos para resolver todos os problemas que surgem como consequência de um evento extremo.

¹² <https://leismunicipais.com.br/a/sp/s/santos/decreto/2017/781/7804/decreto-n-7804-2017-dispoe-sobre-a-vigencia-e-a-organizacao-do-plano-municipal-de-contingencia-para-ressacas-e-inundacoes-e-da-outras-providencias>.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABTEW, W. (2019). Hurricanes: Wind, rain, and storm surge, Editor (s): Assefa M. Melesse, Wossenu Abteu, Gabriel Senay, Extreme Hydrology and Climate Variability, Elsevier, p. 367-378. <<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815998-9.00028-2>>.

AMARAL, R.; & GUTJAHR, M.R. (2012). Desastres Naturais. São Paulo: IG/SMA 2ª ed. Série Cadernos de Educação Ambiental, p. 100.

BIRD, E. (2008). Coastal Geomorphology: an introduction. John Wiley & Sons.

BITENCOURT, D.P., QUADRO, M.F.L., CALBETE, N.O. (2002). Análise de dois casos de ressaca no litoral da região Sul no verão de 2002. XII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Foz de Iguaçu – PR, p. 3910-3917. Disponível em: <http://mtc-m16b.sid.inpe.br/col/cptec.inpe.br/walmeida/2003/06.06.16.30/doc/Bitencourt_Analise%20de%20dois%20casos.pdf>. Acesso em: 20 de Junho de 2019.

BRANDÃO, K.; BULHÕES, E.M.R. (2017). Classificação das formas de praias no litoral Sul Fluminense. XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. I Congresso Nacional de Geografia Física. Os desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento. Instituto de Geociências Unicamp, Campinas - SP, 28 de Junho a 2 de Julho de 2017. Disponível em: <<https://ocs.ige.unicamp.br/ojs/sbgfa/article/view/2176>>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2019.

BRASIL (2018a). Ministério do Meio Ambiente (MMA). Sistema de Modelagem Costeira, SMC: Documento temático – Ondas. Brasília: MMA. Disponível em: <<https://smcbrasil.ufsc.br/manuais-documentos-tematicos/documentos-tematicos/>>. Acesso em: 30 de janeiro de 2022.

BRASIL (2018b). Ministério do Meio Ambiente (MMA). Sistema de Modelagem Costeira, SMC: Documento temático – Níveis e Cota de Inundação. Brasília: MMA. Disponível em: <<https://smcbrasil.ufsc.br/manuais-documentos-tematicos/documentos-tematicos/>>. Acesso em: 30 de janeiro de 2022.

BULHÕES, E.M.R. (2007). Propagação de ondas para águas rasas como ferramenta em estudos de Geomorfologia Costeira no estado do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.abequa.org.br/trabalhos/2007_eduardo_bulhoes_quatcost.pdf>. Acesso em: 13 de Janeiro de 2019, p. 1-3.

BULHÕES, E.M.R., FERNANDEZ, G.B., FILHO, S.R.O., PEREIRA, T.G. & ROCHA, T.B. 2014, 'Impactos costeiros induzidos por ondas de tempestade entre o Cabo Frio e o Cabo Búzios, Rio de Janeiro, Brasil', *Quaternary and Environmental Geosciences*, vol. 5, no. 2, pp. 155-65. <http://dx.doi.org/10.5380/abequa.v5i2.36460>. Acesso em: 20 de Novembro de 2020.

CAMPOS, R.M. (2009). Análise dos extremos de onda no Rio de Janeiro associados a ciclones extratropicais no Atlântico Sul. Dissertação (Mestrado em Engenharia Oceânica) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Oceânica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro/ COPPE, p. 241. Disponível em: <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp103377.pdf>>. Acesso em: 7 de Abril de 2019.

CAMPOS, R.M.; CAMARGO, R.; HARARI, J. (2010). Caracterização de eventos extremos do nível do mar em Santos e sua correspondência com as reanálises do modelo do NCEP no sudoeste do Atlântico Sul. *Revista Brasileira de Meteorologia*. 25. 175-184. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/271909092_CHARACTERIZACAO_DE_EVENTOS_EXTREMOS_DO_NIVEL_DO_MAR_EM_SANTOS_E_SUA_CORRESPONDENCIA_COM_AS_REANALISES_DO_MODELO_DO_NCEP_NO_SUDOESTE_DO_ATLANTICO_SUL>. Acesso em: 26 de Fevereiro de 2019.

CANE, M.A. (1986). El Niño. *In: Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, Vol. 14. p. 43 - 70. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev.ea.14.050186.000355>>. Acesso em: 19 de Janeiro de 2022.

CARVALHO, B.C., ARAUJO, T.A.A.; GUERRA, J.V. 2019. Comparação entre dois métodos de identificação de eventos de tempestade e impactos associados nas praias oceânicas entre a Ilha Grande e o Cabo Frio (1986 a 2018). XIII Simpósio sobre Ondas, Marés, Engenharia Oceânica e Oceanografia por Satélite. Disponível em: http://numa.lamce.coppe.ufrj.br/DATA/producao/2019/Anais_XIII_OMARSAT.pdf>. Acesso em: 8 de Abril de 2020.

CARUZZO, A.; CAMARGO, R. (1998). Influências sinóticas no Atlântico sudoeste: levantamento preliminar das situações de interesse. X Congresso Brasileiro de Meteorologia e VIII Congresso da Federação Latino-Americana e Ibérica de Sociedades de Meteorologia, Anais Digitais. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/266675462_Influencias_Sinoticas_no_Atlantico_S

[udoeste Levantamento Preliminar de Situacoes de Interesse](#)>. Acesso em: 21 de Junho de 2019.

CHRISTOFOLETTI, A. (1980). Geomorfologia. São Paulo: Blucher. 2ª edição - 14ª reimpressão - 2015. P. 188.

CIMÓ, D.H. & HORN FILHO, N.O. (2004). Caracterização e distribuição espacial das ressacas e áreas de risco na ilha de Santa Catarina, SC, Brasil. *In: Gravel - Outubro - nº 2, Porto Alegre - RJ, p. 93-103. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/gravel/portugues/publica.htm>>. Acesso em: 13 de Janeiro de 2019.*

DALINGHAUS, C.; SCHUWEITZER, A.; HERNANDEZ, A.O.H.; SILVA, G.V.; OLIVEIRA, J.G.; SILVA, P.G.; RIBEIRO, P.J.C.; ARAUJO, R.S.; KLEIN, A.H.F. (2015). Diferentes abordagens metodológicas para análise das consequências de marés de tempestade: ambientes praias antropizados e naturais. *In: Davis Pereira de Paula & J. Alverinho Dias (orgs). Ressacas do mar/ Temporais e Gestão Costeira. Editora Premium, Fortaleza, CE, Brasil. p. 21 - 64.*

DANTAS, M.E. (2002). Geomorfologia do estado do Rio de Janeiro. Estudo Geoambiental do estado do Rio de Janeiro. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Minas e Metalurgia. Brasília. Dezembro de 2000. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geologia%2C-Meio-Ambiente-e-Saude/Projeto-Rio-de-Janeiro-3498.html>>. Acesso em: 10 de Fevereiro de 2019.

DUTRA, F.R.L.S.; CIRANO, M.; BITENCOURT, A.C.S.P.; TANAJURA, C.A.S.; LIMA, M. (2014) Meteorological Tides and episodes of severe coastal erosion on the coast of Salvador, Bahia State, Brazil. *Revista Brasileira de Geofísica* (2014) 32(4): 615-636. Disponível em: <https://sbgf.org.br/revista/index.php/rbgf/article/view/551/224>>. Acesso em: 10 de Janeiro de 2020.

FREITAS, J. G., & DIAS, J. A. (2015). O caso de Espinho (Portugal): um exemplo das consequências das acções antrópicas nas zonas costeiras. *O Homem e as Zonas Costeiras/Tomo IV da Rede BrasPor, 4. Disponível em: <<https://run.unl.pt/handle/10362/19256>>. Acesso em: 20 de Janeiro de 2022.*

FREITAS, J.G.; DIAS, J.A. (2015). “Enterrar os mortos e cuidar dos vivos”. *Desastres Naturais, respostas culturais: Sesimbra e o ciclone de 1941. In: Davis Pereira de Paula & J.*

Alverinho Dias (orgs), Ressacas do mar/ Temporais e Gestão Costeira, p. 173-201, Editora Premius, Fortaleza, CE, Brasil.

HEWITT, K. (1997). Regions of Risk. A Geographical Introduction to Disasters. Themes in Resource Management. Produced by Longman Singapore Publishers (Pte) LTD. Printed in Singapore. p. 389.

KLUMB-OLIVEIRA, L.A. (2015). Variabilidade interanual do clima de ondas e tempestades e seus impactos sobre a morfodinâmica de praias do litoral sudeste do estado do Rio de Janeiro. Tese de doutorado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, como requisito para a obtenção do título de doutor em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. p. 105.

KOBIYAMA, M.; MENDONÇA, M.; MORENO, D.A.; MARCELINO, I.P.V.O.; MARCELINO, E.V.; GONÇALVES, E.F.; BRAZETTI, L.L.P.; GOERL, R.F.; MOLLERI, G.S.F.; RUDORFF, F.M. (2006). Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos. Curitiba: Ed. Organic Trading. p.109. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/proclima/wpcontent/uploads/sites/36/2014/05/prevencaodedesastresnaturaisconceitosbasicos.pdf>>. Acesso em: 5 de Maio de 2019.

KOMAR, P.D. (1976). Beach processes and sedimentation. New Jersey: Prentice Hall.

KRUEGER, J. (2011). Análise dos Parâmetros Meteorológicos e Oceanográficos dos Eventos de Ressaca, ocorridos entre Janeiro de 2001 a Dezembro de 2010, no Estado de Santa Catarina. *Monografia*. Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar (CTTMar), Universidade do Vale do Itajaí. Disponível em: <<http://siaibib01.univali.br/pdf/Jaqueline%20Krueger.pdf>>. Acesso em: 8 de fevereiro de 2020.

KRYVASHEYEU *et al.* (2015). Nowcasting Disaster Damage. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/275588321_Nowcasting_Disaster_Damage>. Acesso em: 26 Nov. 2021.

LIMA, G.B.B; ZEE, D.M.W; BARRETO, A.C; TOUCEIRA, M, C.C; MENEZES, N.S. (2016). Caracterização e análise da ocorrência de ressacas significativas no período de 1991 a 2015 no litoral do município do Rio de Janeiro. *In: 7º Congresso Brasileiro de Oceanografia*, Salvador - BA. p. 357.

LIMA, R.F; OLIVEIRA, L.A.K; BARROS.F.M.L (2017). Condições de mar associada a eventos de ressaca no litoral Sul e Norte-Fluminense do estado do Rio de Janeiro entre os períodos de 1979 a 2009. *In: Anais do X Encontro Nacional de Gerenciamento Costeiro - X ENCOGERCO CIDEC Sul - FURG. Rio Grande - RS. p. 55 - 56. Disponível em: <http://www.encogercoco.com.br/theme/images/Anais%20ENCOGERCO%202017_final.pdf>.* Acesso em: 7 de Abril de 2018.

LIMA, R.F; LINS-DE-BARROS, F. (2017). Análise espaço-temporal dos eventos de ressaca no litoral do estado do Rio de Janeiro. *In: II Congresso Brasileiro de Redução de Riscos e Desastres. Rio de Janeiro, RJ, Brasil - 11 a 14 de Outubro de 2017.*

LIMA, R.F; LINS-DE-BARROS, F. (2018). Análise dos danos e impactos causados por eventos de ressaca no estado do Rio de Janeiro no período de 1979 a 2012. *In: Anais do I Simpósio de Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.*

LINS-DE-BARROS, F. (2005). Risco, Vulnerabilidade física à erosão costeira e impactos sócio-econômicos na orla urbanizada do município de Maricá, Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Geomorfologia - Ano 6, nº 2.*

LINS-DE-BARROS, F; KLUMB-OLIVEIRA, L; LIMA, R.F. (2018). Avaliação histórica da ocorrência de ressacas marinhas e danos associados entre os anos de 1979 e 2013 no litoral do estado do Rio de Janeiro (Brasil). *Revista de Gestão Costeira Revista de Gestão Costeira Integrada. Disponível em: https://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-n146_Barros.pdf. Acesso em: 10 de Outubro de 2019. DOI: [10.5894/rgci-n146](https://doi.org/10.5894/rgci-n146).*

MCPHADEN, M. J., TIMMERMANN, A., WIDLANSKY, M. J., BALMASEDA, M. A., & STOCKDALE, T. N. (2015). The curious case of the El Niño that never happened: A perspective from 40 years of progress in climate research and forecasting. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 96(10), 1647-1665. DOI: <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-14-00089.1> . Disponível em: <https://journals.ametsoc.org/view/journals/bams/96/10/bams-d-14-00089.1.xml>>. Acesso em: 14 de Dezembro de 2021.

MCLINNES, K. L; O'GRADY, J. G; WALSH, K. J. E; & COLBERG, F. (2011). Progress Towards Quantifying Storm Surge Risk in Fiji due to Climate Variability and Change. *Journal*

of Coastal Research, 1121–1124. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/26482348>>. Acesso em: 1 fev. 2022.

MARONE, E.; CAMARGO, R. (1994). Marés meteorológicas no litoral do estado do Paraná: o evento de 18 de Agosto de 1993. Nerítica, Curitiba, v.8 (1-2), p. 73-85. Editora da UFPR. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/271908994_Mares_meteorologicas_no_litoral_do_Estado_do_Parana_O_evento_de_18_de_agosto_de_1993>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2019.

MATOS, M.F.A. (2013). Modelagem do clima de ondas e seus efeitos sobre as feições geomorfológicas costeiras no litoral setentrional do Rio Grande do Norte. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica - PPGG, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN como requisito à obtenção do título de Doutor (a) em Geodinâmica e Geofísica, com área de concentração em Geodinâmica. p.196.

MATTEDI, M.A. & BUTSKE, I.C. (2016). A relação entre o social e o natural nas abordagens de hazards e de desastres. Ambiente e Sociedade, vol. 4, n. 9, p. 1-23. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/asoc/a/x66QG3tgHBsqYjPvNtTpTQm/?lang=pt>>. Acesso em: 26 Nov. 2021.

MENDES, D., MOURA, R. G. D., & MENDES, M. C. D. (2009). Estudo de caso de ciclone extratropical sobre a América do Sul: sensibilidade das análises. Revista Brasileira de Meteorologia, 24, 399-406. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-77862009000400003>. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbmet/a/GHXJJK5kJnnHhrdRNMN6PD/?lang=pt>>. Acesso em: 6 de outubro de 2021.

MELO, E. (2017). Maré Meteorológica na Costa Brasileira. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/318710781_Mare_Meteorologica_na_Costa_Brasileira> Acesso em: 10 de fevereiro de 2019. DOI: 10.13140/RG.2.2.25966.31040. p.328.

MENDONÇA, F.; OLIVEIRA, I.M.D. (2007). Climatologia: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos. p.208.

MORAES, A.C.R.; (2007). Contribuições para a gestão costeira no Brasil: elementos para uma Geografia do litoral brasileiro. - São Paulo: Annablume. p.232.

MUEHE, D (1994). Geomorfologia Costeira. *In*: GUERRA A.J.T; CUNHA S.B (org). Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.

MUEHE, D. (1998). O litoral brasileiro e sua compartimentação. *In*: CUNHA, S.B. & GUERRA, A.J.T. (orgs), Geomorfologia do Brasil. – 3ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. p.273-349.

MUEHE, D.; LIMA, C.F.; BARROS, F.M.L. (2006). Rio de Janeiro. *In*: Muehe, D. (orgs), Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro. MMA, 2006. p.267-296. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/317332731_Rio_de_Janeiro>. Acesso em: 20 de Novembro de 2018.

MUEHE, D. (2011). Erosão Costeira - Tendência ou Eventos Extremos? O Litoral entre Rio de Janeiro e Cabo Frio, Brasil. *Revista da Gestão Costeira Integrada*. 11. 315-325. 10.5894/rgci282. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/258079351_Erosao_Costeira_-_Tendencia_ou_Eventos_Extremos_O_Litoral_entre_Rio_de_Janeiro_e_Cabo_Frio_Brasil>. Acesso em: 26 de Novembro de 2019.

MUEHE, D. (2013). Erosão costeira, mudança do clima e vulnerabilidade. *In*: Antonio José Teixeira Guerra & Maria do Carmo Oliveira Jorge (orgs), Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas. pp. 160-188, Editora Oficina de textos, São Paulo, SP, Brasil.

MUEHE, D.; LIMA, C.F.; BARROS, F.M.L. (2018). Rio de Janeiro. *In*: Muehe, D. (orgs), Panorama da Erosão Costeira no Brasil. MMA, 2018. p.478- 545. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/328902617_Panorama_da_Erosao_Costeira_no_Brasil_Capitulo_Rio_de_Janeiro>. Acesso em: 4 de agosto de 2019.

NEEDHAM, H.; KEIM, B.D. (2011). Storm Surge: Physical Processes and an Impact Scale. *In*: Anthony Lupo (org), Recent Hurricane - Climate, dynamics and societal impacts. Publisher: Intech, Chapters Published, April 19, 2011 under CC BY-NC-SA 3.0 License. p.385-405. Disponível em: <<https://www.intechopen.com/chapters/15338>>. Acesso em: 15 de maio de 2019.

NEVES, C.F.; MUEHE, D. (2008). Vulnerabilidade, impactos e adaptação a mudanças do clima: a zona costeira. *Parcerias Estratégicas*, Vol. 13, no 27. Disponível em:

<http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/325/319>. Acesso em: 28 de Julho de 2019.

PAULA, D.P.; MORAIS, J.O; FERREIRA, O.; DIAS, J.A. (2015). Análise histórica das ressacas do mar no litoral de Fortaleza (Ceará, Brasil): origem, características e impactos. *In*: Davis Pereira de Paula & J. Alverinho Dias (orgs), *Ressacas do mar/ Temporais e Gestão Costeira*, pp. 173-201, Editora Premium, Fortaleza, CE, Brasil.

PARENTE, C.E., NOGUEIRA, I.C.M., MARTINS, R.P., RIBEIRO, E.O. (2015). Climatologia de ondas. *In*: Martins, R.P., Grossmann-Matheson, G.S., editores. *Meteorologia e oceanografia*. Rio de Janeiro: Elsevier. *Habitats*, v. 2. p. 55-96. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/book/9788535262087/meteorologia-e-oceanografia>>. Acesso em: 12 de Junho de 2019.

PEREIRA, N. (2013). Impactos dos ciclones extratropicais em eventos extremos de precipitação na Bacia do Rio da Prata. Dissertação apresentada ao instituto de Astronomia Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de mestre em Ciências Atmosféricas. p.90. Disponível em: <<https://www.iag.usp.br/pos/meteorologia/portugues/dissertacoestestes/impactos-dos-ciclones-extratropicais-em-eventos-extremos-d>>. Acesso em: 20 de março de 2019.

PEREIRA, N.E.S. & KLUMB-OLIVEIRA, L.A (2015). Analysis of the influence of ENSO phenomena on wave climate on the central coastal zone of Rio de Janeiro (Brazil). *Revista de Gestão Costeira Revista de Gestão Costeira Integrada*. vol. 15, nº 3, pp. 353-70. <http://dx.doi.org/10.5894/rgci570>. Acesso em: 6 de Janeiro de 2019.

PINHO (2003). U.F. (2003). Caracterização dos estados de mar na Bacia de Campos. Tese submetida ao corpo docente da Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de mestre em Ciências em Engenharia Oceânica. p.123.

PONTES, N.Z; ZEE, D.M.W. (2010). Mudanças climáticas globais e seus reflexos nas praias oceânicas do município do Rio de Janeiro. *In*: 4º Congresso Brasileiro de Oceanografia, Rio Grande - RS. p. 3.

PUGH, D.T. (1987). Tides, surges, and mean sea level. Jhon Wiley & Sons. Chichester, U. K. p.472. Disponível em: <<https://eprints.soton.ac.uk/19157/1/sea-level.pdf>>. Acesso em 20 de Junho de 2019.

REBOITA, M.S. (2008). Ciclones extratropicais no Atlântico Sul: Simulação climática e experimentos de sensibilidade. Tese apresentada ao Departamento de Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Doutora em Meteorologia. p.294. Disponível em: <https://www.iag.usp.br/pos/sites/default/files/d_michelle_s_reboita_0.pdf>. Acesso em: 3 de maio de 2019.

REBOITA, M. S.; MARRAFON, V. H. (2021). Ciclones extratropicais: o que são, climatologia e impactos no Brasil. *Terrae Didatica*, Campinas, SP, v. 17, n. 00, p. e021032. DOI: [10.20396/td.v17i00.8666028](https://doi.org/10.20396/td.v17i00.8666028). Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/td/article/view/8666028>>. Acesso em: 10 de Janeiro de 2022.

SAMPAIO, W.N. (2014). Reflexões sobre fontes hemerográficas na produção do saber histórico. *Bilros, Fortaleza*, v.2, n. 2, jan-jun. Seção artigos.p.149-165. Disponível em: <<file:///C:/Users/Robson/Downloads/960-3227-1-PB.pdf>>. Acesso em: 24 de Julho de 2019.

SANTOS, C.L., SILVA, M.A.M., SALVADOR, M.V.S. (2004). Dinâmica sazonal e os efeitos das ressacas nas praias de Niterói/RJ. *Revista Brasileira de Geociências*, volume 34, 2004. p.355-360. Disponível em: <<http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/viewFile/9758/9119>>. Acesso em: 10 de Fevereiro de 2020.

SEIBEL, J.E. (2007). Pesquisa Hemerográfica. Florianópolis: UFSC (Mimeo). Disponível em: <<https://nipp.ufsc.br/pesquisas/tecnicas-de-pesquisa-nipp/pesquisa-hemerografica/>>. Acesso em: 5 de Dezembro de 2019.

SILVA, Q. K., PATCHINEELAM, M. S., NETO, B. A. J., PONZI A. R. V. (2004). Ambiente de sedimentação costeira e processos morfodinâmicos atuantes na linha de costa. *In*: NETO, B. A. J., PONZI, A. B. V., SICHEL, E. S. (Org). *Introdução à Geologia Marinha*. Rio de Janeiro: Interciência. p. 175 - 218; 2004.

SILVA, A. D., FAÇANHA, P., BEZERRA, C., ARAUJO, A., PITOMBEIRAS, E. (2011). Características das ondas "Sea" e "Swell" observadas no litoral do Ceará-Brasil: variabilidade

anual e inter-anual. *Tropical Oceanography*, 39(2), 123-132. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/TROPICALOCEANOGRAPHY/article/viewFile/5182/4442>>. Acesso em: 2 de agosto de 2019.

SIMÓ, D.H. & HORN FILHO, N.O. (2004). Caracterização e distribuição espacial das “ressacas” e áreas de risco na ilha de Santa Catarina, SC, Brasil. *GRAVEL*, nº. 2, pp. 93-103. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/gravel/2/Gravel_2_09.pdf>. Acesso em: 17 de Outubro de 2019.

SOUZA, T.A; BULHÕES, E; AMORIM, I.B.S (2015). Ondas de tempestade na costa Norte Fluminense. *In: Quaternary and Environmental Geosciences*, p.10-17. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/abequa/issue/view/2134>>. Acesso em: 13 de Janeiro de 2019.

SOUZA, C.R.G; SOUZA, A.P; HARARI, J (2018). Long term analysis od meteorological-oceanographic extreme events for the Baixada Santista Region. *In: Luci Hidalgo Nunes, Roberto Greco & José A. Marengo (orgs), Climate Change in Santos Brazil: Projections, Impacts and Adaptation Options. Publisher: Springer. pp. 97-134.* <https://doi.org/10.1007/978-3-319-96535-2_6>.

SOUZA, C.R.D.G., CHELIZ, P.M., COSTA, R.P., NASCIMENTO, E.R.D., PISCIOTTA, K., & SOUZA, M. J. (2019). O processo erosivo na Enseada da Baleia, Parque Estadual da Ilha do Cardoso (Cananéia/SP): exemplo de adaptação a riscos costeiros. *Planejando o futuro hoje: ODS*, 13, 129-134. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/339240081_O_PROCESSO_EROSIVO_NA_ENSEADA_DA_BALEIA_PARQUE_ESTADUAL_DA_ILHA_DO_CARDOSO_CANANEIASP_EXEMPLO_DE_ADAPTACAO_A_RISCOS_COSTEIROS. Acesso em: 10 de Janeiro de 2022.

SOUZA, C. A., & REBOITA, M. S. (2021). Ferramenta para o monitoramento dos padrões de teleconexão na América do Sul. *Terra Didática*, 17, e02109-e02109. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/td/article/view/8663474>>. Acesso em: 2 de Novembro de 2021.

TABORDA, R; DIAS, J.M.A. (1992). Análise da sobrelevação do mar de origem meteorológica durante os temporais de fevereiro/março de 1978 e dezembro de 1981. *Geonovas* (ISSN: 0870-7375), Nº Especial 1 “A Geologia e o Ambiente”, p. 89-97, Lisboa,

Portugal. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/282946824_Analise_da_Sobreelevacao_do_Mar_d_e_Origem_Meteorologica_durante_os_Temporais_de_FevereiroMarco_de_1978_e_Dezembro_de_1981>. Acesso em: 2 de setembro de 2019.

TOUCEIRA, M, C.C; ZEE, D.M.W; BARRETO, A.C; MENEZES, N.S; LIMA, G.B.B. (2016). Evolução e risco de impactos causados por ressacas na orla da cidade do Rio de Janeiro. *In: 7º Congresso Brasileiro de Oceanografia, Salvador - BA.* p. 357.

VANZ, A. & FERNANDEZ, L.G. (2012). Ressacas, afogamentos e acidentes em embarcações no sul do Brasil nos anos de 2009 e 2010. *Gravel*, vol. 10, nº 1, pp.47-57. Disponível em: https://www.ufrgs.br/gravel/10/1/Gravel_10_V1_05.pdf>. Acesso em: 18 de outubro de 2019.

VASCONCELLOS, F.C.; REBOITA, M.S. (2021). Clima da Região Sudeste. *In: Iracema Fonseca de Albuquerque Cavalcanti & Nelson Jusuz Ferreira (orgs). Clima das regiões brasileiras e variabilidade climática.* Editora Oficina de textos, Fortaleza, SP, Brasil. p. 43 - 60.

WU, W.; LEONARD, M. (2019). Impact of ENSO on dependence between extreme rainfall and storm surge. *Environmental Research Letters*. v. 14, nº 12. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ab59c2/meta>>. Acesso em: 31 jan. 2022.

YNOUE, R. Y., REBOITA, M. S., AMBRIZZI, T., & da SILVA, G. A. (2017). *Meteorologia: noções básicas.* Oficina de Textos. São Paulo. SP.

Fontes históricas:

ALTAS ondas. **Jornal O Globo**, 28 jun. 1996. Disponível em: <https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=relevancia&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1990&anoSelecionado=1996&mesSelecionado=6&diaSelecionado=28>>. Acesso em: 10 Jan. 2022.

ALERTA geral em toda orla. **Jornal O Globo**, 21 mai. 1999. Disponível em: <https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=relevancia&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1990&anoSelecionado=1999&mesSelecionado=5&diaSelecionado=21>>. Acesso em: 5 Jan. 2022.

A PREVISÃO dos pescadores para a forte ressaca e as medidas de prontidão tomadas pela prefeitura. **Jornal O Globo**, 21 mai. 1999. Disponível em: <<https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1990&anoSelecionado=1999&mesSelecionado=5&diaSelecionado=21>>. Acesso em: 18 Jan. 2022.

A RESSACA abrandou as barcas para Niterói já estão saindo da Praça XV. **Jornal O Globo**, 6 abr. 1966. Disponível em: <<https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1960&anoSelecionado=1966&mesSelecionado=4>>. Acesso em: 18 Jan. 2022.

BENEFICIAM-SE os Aterros, de certo modo, com as ressacas. **Jornal O Globo**, 11 mar. 1958. Disponível em: <<https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1950&anoSelecionado=1958&mesSelecionado=3>>. Acesso em: 12 nov. 2021.

CABEÇA D'ÁGUA na região dos lagos. **Jornal O Globo**, 11 ago. 1988. Disponível em: <<https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1980&anoSelecionado=1988&mesSelecionado=8>>. Acesso em: 17 nov. 2021.

CHUVA, ressaca e vento no dia mais frio do ano. **Jornal O Globo**, 6 set. 2006. Disponível em: <<https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=2000&anoSelecionado=2006&mesSelecionado=9>>. Acesso em: 15 jan. 2022.

CEDAE faz reparo no interceptor oceânico. **Jornal O Globo**, 21 ago. 1988. Disponível em: <<https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&pagina=2&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1980&anoSelecionado=1988&mesSelecionado=8>>. Acesso em: 17 nov. 1988.

DANOS no Aterro. **Jornal O Globo**, 9 abr. 1966. Disponível em: <https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1960&anoSelecionado=1966&mesSelecionado=4>>. Acesso em: 17 nov. 2021.

DE MADRUGADA. **Jornal O Globo**, 4 ago. 1982. Disponível em: <https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=relevancia&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1980&anoSelecionado=1983&mesSelecionado=8>>. Acesso em: 1 jun. 2021.

ENFURECIDO pelos ventos e mar ameaçou toda orla marítima. **Jornal O Globo**, 11 mai. 1956. Disponível em: <https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1950&anoSelecionado=1956&mesSelecionado=5>>. Acesso em: 12 nov. 2021.

EM MACAÉ muitas casas inundadas. **Jornal O Globo**, 9 out. 1971. Disponível em: <https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1970&anoSelecionado=1971&mesSelecionado=10>>. Acesso em: 10 de Jun. 2021.

ENCHENTE sem chuva. **Jornal O Globo**, 8 mai. 2001. Disponível em: <https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=2000&anoSelecionado=2001&mesSelecionado=5>>. Acesso em: 18 nov. 2021.

FENÔMENO também atinge a Região dos Lagos. **Jornal O Globo**, 7 mai. 2001. Disponível em: <https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=2000&anoSelecionado=2001&mesSelecionado=5>>. Acesso em: 18 nov. 2021.

FRENTE fria no Rio: mar agitado e ressaca. **Jornal O Globo**, 11 ago. 1976. Disponível em: <https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1970&anoSelecionado=1976&mesSelecionado=8>>. Acesso em: 12 nov. 2021.

FÚRIA do mar é o espetáculo no Leblon. **Jornal O Globo**, 12 mai. 1987. Disponível em: <https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1980&anoSelecionado=1987&mesSelecionado=5>>. Acesso em: 5 jan. 2021.

GARIS fazem a limpeza : 253 toneladas de areia. **Jornal O Globo**, 12 ago. 1988. Disponível em: <https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1980&anoSelecionado=1988&mesSelecionado=8>>. Acesso em: 17 nov. 1988.

GUARDA-VIDAS morre no Leme tentando salvar um banhista. **Jornal O Globo**, 23 mai. 1975. Disponível em: <https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=relevancia&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1970&anoSelecionado=1975&mesSelecionado=5>>. Acesso em: 14 fev. 2021.

INÍCIO de ressaca faz ondas cobrirem areia e calçadas. **Jornal O Globo**, 16 jul. 1982. Disponível em: <https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1980&anoSelecionado=1982&mesSelecionado=7>>. Acesso em: 17 nov. 2021.

INTERDIÇÃO nas praias continuará até dezembro. **Jornal O Globo**, 13 ago. 1988. Disponível em: <https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=relevancia&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1980&anoSelecionado=1988&mesSelecionado=8&diaSelecionado=12>>. Acesso em: 15 Jan. 2022.

LINCOLN JR. Prefeitura do Rio admite que não tinha plano de contingência para ressacas. **Folha de São Paulo**, 23 abr. 2016. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2016/04/1764072-prefeitura-diz-que-vai-indenizar-vitimas-do-desabamento-de-ciclovias.shtml>>. Acesso em: 5 fev. 2022.

LOCALIZADA a traineira afundada pela ressaca. **Jornal O Globo**, 25 nov. 1968. Disponível em:

<<https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1960&anoSelecionado=1968&mesSelecionado=11>>. Acesso em: 25 ago. 2021.

MAR revolto arrasta ‘trailers’ no Leblon. **Jornal O Globo**, 11 ago. 1988. Disponível em: <<https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1980&anoSelecionado=1988&mesSelecionado=8>>. Acesso em: 17 nov. 2021.

MAR violento mata dois pescadores. **Jornal O Globo**, 14 ago. 1988. Disponível em: <https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1980&anoSelecionado=1988&mesSelecionado=8>. Acesso em: 17 nov. 2021.

MAR poluído no Leblon. **Jornal O Globo**, 27 jul. 1988. Disponível em: <<https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1980&anoSelecionado=1988&mesSelecionado=7>>. Acesso em: 15 de mar. 2021.

MAR em ressaca provoca mais uma morte nas pedras do Leme. **Jornal O Globo**, 8 mai. 1989. Disponível em: <<https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1980&anoSelecionado=1989&mesSelecionado=5>>. Acesso em: 12 Dez. 2020.

MAR de ressaca invade toda a faixa de areia no Leblon. **Jornal O Globo**, 2 mar. 1992. Disponível em: <<https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1990&anoSelecionado=1992&mesSelecionado=3>>. Acesso em: 12 nov. 2021.

MAR invade pistas da orla e Zona Sul tem manhã de trânsito. **Jornal O Globo**, 1 jun. 1999. Disponível em: <<https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1990&anoSelecionado=1999&mesSelecionado=6>>. Acesso em: 2 ago. 2021.

MAR agitado nas praias do Rio: 26 afogados, 2 mortos. **Jornal O Globo**, 9 jan. 1974. Disponível em:

<<https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1970&anoSelecionado=1974&mesSelecionado=1>>. Acesso em: 10 jan. 2022.

MAR rouba a cena e a areia de Copacabana. **Jornal O Globo**, 4 fev. 2005. Disponível em:

<<https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=relevancia&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=2000&anoSelecionado=2005&mesSelecionado=2>>. Acesso em: 17 de Março de 2019.

MAR de ressaca ameaça casas na orla de Macaé. **Jornal O Globo**, 10 ago. 2006. Disponível em:

<https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=2000&anoSelecionado=2006&mesSelecionado=8&diaSelecionado=10>. Acesso em: 17 nov. 2021.

MARÉ forte. **Jornal O Globo**, 27 ago. 1984. Disponível em:

<<https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1980&anoSelecionado=1984&mesSelecionado=8>>. Acesso em: 5 set. 2020.

MASSA fria e maré de lua cheia a causa da ressaca. **Jornal O Globo**, 6 abr. 1966. Disponível em:

<<https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1960&anoSelecionado=1966&mesSelecionado=4>>. Acesso em: 18 nov. 2021.

NA FORTALEZA. **Jornal O Globo**, 7 abr. 1966. Disponível em:

<<https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1960&anoSelecionado=1966&mesSelecionado=4>>. Acesso em: 18 nov. 2021.

NO ESTADO do Rio. **Jornal O Globo**, 9 abr. 1966. Disponível em:

<<https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1960&anoSelecionado=1966&mesSelecionado=4>>. Acesso em: 18 nov. 2021.

[ente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1960&anoSelecionado=1966&mesSelecionado=4](https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1960&anoSelecionado=1966&mesSelecionado=4)>. Acesso em: 17 nov. 2021.

NO LEBLON, a maior ressaca em 5 anos. **Jornal O Globo**, 30 nov. 1990. Disponível em: <<https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1990&anoSelecionado=1990&mesSelecionado=11>>. Acesso em: 12 nov. 1990.

ONDAS fortes embaladas pelo vento. **Jornal O Globo**, 7 mai. 2001. Disponível em: <<https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=2000&anoSelecionado=2001&mesSelecionado=5>>. Acesso em: 18 nov. 2021.

O QUE PROVOCOU o fenômeno. **Jornal O Globo**, 7 mai. 2001. Disponível em: <<https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=2000&anoSelecionado=2001&mesSelecionado=5>>. Acesso em: 18 nov. 2021.

PROIBIDAS as praias. **Jornal O Globo**, 12 abr. 1966. Disponível em: <<https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1960&anoSelecionado=1966&mesSelecionado=4>>. Acesso em: 17 nov. 2021.

RESSACA devastadora na Zona Norte. **Jornal O Globo**, 14 abr. 1956. Disponível em: <<https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=relevancia&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1950&anoSelecionado=1956&mesSelecionado=4&diaSelecionado=14>>. Acesso em: 18 jan. 2022.

RESSACA assola o Rio. **Jornal O Globo**, 7 abr. 1966, p.1. Disponível em: <<https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1960&anoSelecionado=1966&mesSelecionado=4>>. Acesso em: 12 nov. 2021.

RESSACA ilhou pescadores e jogou barco nas areias de Copacabana. **Jornal O Globo**, 7 abr. 1966, p.3. Disponível em: <<https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente>

[ente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1960&anoSelecionado=1966&mesSelecionado=4](https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1960&anoSelecionado=1966&mesSelecionado=4)>. Acesso em: 18 nov. 2021.

RESSACA e tumulto: **Jornal O Globo**, 21 fev. 1969. Disponível em: <<https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1960&anoSelecionado=1969&mesSelecionado=2>>. Acesso em: 6 de nov. 2020.

RESSACA em Sepetiba: somem quatro pescadores. **Jornal O Globo**, 11 jul. 1976. Disponível em: <<https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1970&anoSelecionado=1976&mesSelecionado=7>>. Acesso em: 13 de Abril 2021.

RESSACA com ondas de até 15 metros. **Jornal O Globo**, 21 fev. 1978. Disponível em: <<https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1970&anoSelecionado=1978&mesSelecionado=2>>. Acesso em: 2 de ago. 2021.

RESSACA: 21 banhistas salvos e turista morre em Grumari. **Jornal O Globo**, 13 mar. 1984. Disponível em: <<https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1980&anoSelecionado=1984&mesSelecionado=3>>. Acesso em: 2 de ago. 2021.

RESSACA: espetáculo do mar. **Jornal O Globo**, 10 abr. 1988. Disponível em: <<https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1980&anoSelecionado=1988&mesSelecionado=4>>. Acesso em: 17 nov. 2021.

RESSACA e ventos fortes danificam barcos na baía. **Jornal O Globo**, 13 ago. 1988, p.1. Disponível em: <<https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1980&anoSelecionado=1988&mesSelecionado=8>>. Acesso em: 17 nov. 2021.

RESSACA danifica barcos ancorados. **Jornal O Globo**, 13 ago. 1988, p.15. Disponível em: <<https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1980&anoSelecionado=1988&mesSelecionado=8>>. Acesso em: 17 nov. 2021.

RESSACA e vento destroem 40 barcos de pesca em Guaratiba. **Jornal O Globo**, 4 ago. 1992. Disponível em: <<https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1990&anoSelecionado=1992&mesSelecionado=8>>. Acesso em: 11 fev. 2021.

RESSACA afunda um barco de pescadores. **Jornal O Globo**, 28 mar. 1998. Disponível em: <<https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1990&anoSelecionado=1998&mesSelecionado=3>>. Acesso em: 27 mar. 2021.

RESSACA destrói ciclovias no Flamengo. **Jornal O Globo**, 26 set. 1999. Disponível em: <<https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1990&anoSelecionado=1999&mesSelecionado=9>>. Acesso em: 30 fev. 2019.

RESSACA provoca estragos na orla de Macaé e alaga quiosque. **Acervo O Globo**, 1 ago. 2007. Disponível em: <<https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=2000&anoSelecionado=2007&mesSelecionado=8>>. Acesso em: 12 nov. 2021.

RESSACA quase afunda catamarã. **Jornal O Globo**, 25 abr. 2008. Disponível em: <<https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=2000&anoSelecionado=2008&mesSelecionado=4>>. Acesso em: 20 Jan. 2021.

RESSACA causa transtornos na Zona Sul. **Jornal O Globo**, 7 mai. 2001. Disponível em: <<https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=2000&anoSelecionado=2001&mesSelecionado=5>>. Acesso em: 18 nov. 2021.

SAIBA mais sobre a origem da ressaca. *Jornal O Globo*, 8 mai. 2001. Disponível em: <<https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=2000&anoSelecionado=2001&mesSelecionado=5>>. Acesso em: 18 nov. 2021.

TÉCNICOS querem areia de volta. *Jornal O Globo*, 11 ago. 1988. Disponível em: <<https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?tipoConteudo=pagina&ordenacaoData=dataAscendente&allwords=mar+em+ressaca&anyword=&noword=&exactword=&decadaSelecionada=1980&anoSelecionado=1988&mesSelecionado=8>>. Acesso em; 17 no. 2021.

Sites:

AFP. **Twitter**. Disponível em: <<https://twitter.com/afp/status/1306139968213889024>>. Acesso em: 20 Jan. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=351110&search=sao-paulo>> Acesso em: 11 set. de 2021.

CALLENDAR. **Callendar Brasil**, 2021. Disponível em: <<https://www.calendarr.com/brasil/estacoes-do-ano/>>. Acesso em: 20 jul 2021.

CEPERJ. **Regiões**, [s.d]. Disponível em: <https://www.ceperj.rj.gov.br/?page_id=262>. Acesso em: 11 de jan. 2022.

GRAMÁTICA.NET.BR. **GRAMÁTICA.NET.BR.**, [s.d.]. Disponível em: <<https://www.gramatica.net.br/?s=ressaca>>. Acesso em: 23 de jun. de 2019.

DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO DA MARINHA DO BRASIL. **NORMAS/LEGISLAÇÕES** [s.d]. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/dhn/normas-legislacoes>>. Acesso em: 15 jan.2022.

LUCENA, F. Conheça a história da maior ressaca da história do Rio de Janeiro. **Diário do Rio**. 2021. Disponível em: <<https://diariodorio.com/conheca-a-historia-da-maior-ressaca-do-rio-de-janeiro-2>>. Acesso em: 5 mar. de 2021.

MARINHA DO BRASIL. **Centro de Hidrografia da Marinha**, [s.d.]. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/sites/www.marinha.mil.br.chm/files/u2035/estado_do_mar.pdf>. Acesso em: 5 mar. 2019.

MCPHADEN, M. Predicting El Niño Then and Now. **NOAA Climate.gov Science & Information for a Climate Smart Nation**. 2015. Disponível em: <<http://climate.gov/news-features/blogs/enso/predicting-el-niño-then-and-now>>. Acesso em: 15 Jan de 2020.

NCAR CLIMATE DATA GUIDE. **Climate Data**, [s.d.]. Disponível em: <<https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/nino-sst-indices-nino-12-3-34-4-oni-and-tni>>. Acesso em: 31 jan. 2022.

NOAA. El Niño / Southern Oscillation (ENSO), **Technical Discussion**, 2022. Disponível em: <<https://www.ncdc.noaa.gov/teleconnections/enso/technical-discussion>>. Acesso em: 8 fev. 2022.

NOAA. El Niño / Southern Oscillation (ENSO). **Southern Oscillation Index (SOI)**, c2022. Disponível em: <<https://www.ncdc.noaa.gov/teleconnections/enso/soi>>. Acesso em 4 de fev. 2022.

REVISTA DE GESTÃO COSTEIRA INTEGRADA. **Glossary**. Disponível em: <<https://www.aprh.pt/rgci/glossario/m.html>>. Acesso em: 20 ago. 2019.