INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA

MARCELO MANOEL DOMINGOS

ANÁLISE DA EXPOSIÇÃO HUMANA A ÁGUAS-VIVAS DURANTE AS TEMPORADAS DE VERÃO NO MUNICÍPIO DE GAROPABA, SANTA CATARINA.

GAROPABA

2023

MARCELO MANOEL DOMINGOS

ANÁLISE DA EXPOSIÇÃO HUMANA A ÁGUAS-VIVAS DURANTE AS TEMPORADAS DE VERÃO NO MUNICÍPIO DE GAROPABA, SANTA CATARINA.

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

Orientador: Juliano da Cunha.
Coorientador: Jorge Luiz Rodrigues Filho.

GAROPABA

2023

CDD 578.77
D671a

Domingos, Marcelo Manoel
Análise da exposição humana a águas-vivas durante as temporadas de verão no município de Garopaba, Santa Catarina [DIS] / Marcelo Manoel Domingos; orientação de Juliano da Cunha; coorientação de Jorge Luiz Rodrigues Filho – Garopaba, 2023.

1 v.: il.

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

Inclui referências.

1. Praias. 2. Águas-vivas. 3. Modelagem. I. Cunha, Juliano da. II. Rodrigues Filho, Jorge Luiz. III. Título.

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

MARCELO MANOEL DOMINGOS

ANÁLISE DA EXPOSIÇÃO HUMANA A ÁGUAS-VIVAS DURANTE AS TEMPORADAS DE VERÃO NO MUNICÍPIO DE GAROPABA, SANTA CATARINA.

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título de Mestre em Clima e Ambiente, pelo Instituto Federal de Santa Catarina, e aprovado na sua forma final pela comissão avaliadora abaixo indicada.

Garopaba, 26 de Setembro de 2023.

Documento assinado digitalmente
JULIANO DA CUNHA GOMES
Data: 02/10/2023 12:32:19-0300
CPF: 004.214.469-86
Verifique as assinaturas em https://v.ifsc.edu.br

Prof. Juliano da Cunha Gomes, Dr
Orientador – IFSC

Documento assinado digitalmente
EDUARDO CARGNIN FERREIRA
Data: 17/10/2023 14:35:24-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Eduardo Cargnin Ferreira, Dr.
Membro interno - IFSC

Documento assinado digitalmente
MATHIAS ALBERTO SCHRAMM
Data: 18/10/2023 09:16:35-0300
CPF: 590.611.629-04
Verifique as assinaturas em https://v.ifsc.edu.br

Prof. Mathias Alberto Schramm, Dr.
Membro interno – IFSC

Documento assinado digitalmente
Fabio Goncalves Daura Jorge
Data: 17/10/2023 11:47:48-0300
CPF: ***.254.799-**
Verifique as assinaturas em https://v.ufsc.br

Prof. Fábio G. Daura-Jorge, Dr.
Membro externo - UFSC

Dedico esse trabalho aos meus antepassados.
Que tanto sofreram e lutaram.
Para que hoje possamos ocupar esses espaços.
Antes renegados a nós.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu amigo colega de trabalho e coorientador Jorge Luiz Rodrigues Filho pôr em meio as suas muitas atribuições dedicar parte do seu tempo livre para me alicerçar e apoiar neste trabalho.

Ao meu orientador Juliano da Cunha, por aceitar a ajudar neste trabalho, pelas contribuições feitas, pela flexibilidade e disponibilidade.

A Doutora Júlia Fernandes Perroca pela disponibilidade e apoio nas análises.

Aos Guarda-Vidas de Garopaba e seus coordenadores pelo registro e cadastramento das ocorrências.

Ao Instituto Federal de Santa Catarina, por meio do Programa de Mestrado Profissional em Clima e Ambiente (PCAM) e ao corpo docente do PCAM.

Ao Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, (CBMSC) por disponibilizar os dados de ocorrências envolvendo águas-vivas e Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (CIRAM) dor disponibilizar os dados meteorológicos.

Aos Bombeiro militares e comunitários do Pelotão de Bombeiros Militar de Garopaba pela compreensão e apoio.

A Arquiteta e Amiga Gisele Dal – Bo Alexandre, pela confecção da arte do modelo conceitual.

Quando as fragatas plainam baixo,
Em direção ao norte,
Contra o vento.
É sinal que o tempo vai mudar.

(Mestre pescador Berto Querino Contaste, 1987)

RESUMO

As praias arenosas são um destino comum da população para acesso ao mar e atividades sociais, no entanto, existem alguns riscos aos seus usuários, sendo as exposições humanas a águas-vivas (EHAV) uma ameaça crescente em nível mundial. Desta maneira, buscou-se, neste esforço, analisar as ocorrências de EHAV durante a temporada de verão no município de Garopaba, registradas pelo Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. Especificamente, analisou-se a relação de EHAV com as condições ambientais e climáticas por meio de modelos estatísticos. A partir do modelo que melhor justou-se aos dados evidenciou-se que as EHAV são influenciadas pelas variáveis altura da maré, temperatura da água e intensidade do vento. Conclui-se que esse esforço é capaz de inferir sobre quais variáveis influenciam nos registros de ocorrências envolvendo águas-vivas nas praias do município de Garopaba durante as temporadas de verão. Tais dados fornecem subsídios importantes para a gestão dos riscos de acidentes nas praias de Garopaba, bem como do litoral catarinense. No entanto, é importante salientar que a falta de dados que indicavam a quantidade de pessoas nas praias é um ponto importante. Desta maneira, as estratégias de gestão advindas a partir destes resultados devem ser cautelosas. Por fim, argumenta-se que é importante manter o monitoramento de praias, complementando o conjunto de dados com estimativas de banhistas por área praial.

Palavras-Chave: Praias. Águas-vivas. Modelagem.

.

ABSTRACT

Sandy beaches are a common destination for the population to access the sea and social activities, however, there are some risks to their users, with human exposure to jellyfish (EHAV) being a growing threat worldwide. Thus, in this effort, we sought to analyze the occurrences of EHAV during the summer season in the municipality of Garopaba, recorded by the Military Fire Department of Santa Catarina. Specifically, the relationship between EHAV and environmental and climatic conditions was analyzed using statistical models. From the model that best fitted the data, it was evident that the EHAV are influenced by the variables tide height, water temperature and wind intensity. It is concluded that this effort is capable of inferring which variables influence the records of occurrences involving jellyfish on the beaches of the municipality of Garopaba during the summer seasons. Such data provide important support for managing the risk of accidents on the beaches of Garopaba, as well as on the coast of Santa Catarina. However, it is important to highlight that the lack of data indicating the number of people on the beaches is an important point. Therefore, management strategies arising from these results must be cautious. Finally, it is argued that it is important to maintain beach monitoring, complementing the data set with estimates of bathers per beach area.

Keywords: Beaches. Jellyfish. Modeling.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1"Esquema" filogenético simplificado do filo Cnidária. 16
Figura 2. Local do trabalho, em destaque o Município de Garopaba 22
Figura 3. Gráficos de dispersão com curvas suavizadas entre as ocorrências de EHAV e variáveis oceanográficas e climáticas 26
Figura 4. Box plot (esquerda) e Cleveland plot (direita) de ocorrências EHAV. 27
Figura 5. Box plots condicionais de meses (esquerda), dias da semana(centro) e praias (direita) de ocorrências EHAV. 28
Figura 6. Histograma (acima) e Q-Q plots (abaixo) de ocorrências EHAV 29
Figura 7. Coplot dos dados de ocorrências de EHAV versus dias da semana e praias 31
Figura 8. Função autocorrelação (ACF) e a função autocorrelação parcial (PACF) versus lag tempo para ocorrências EHAV. 32
Figura 9. Variação das exposições humanas a águas-vivas (OEAV) e sua relação com a variável aleatória Praia (A) e as fixas Altura da maré (cm) [B], Temperatura da água (°C) [C] e Velocidade do vento (m/s) [D]. 33
Figura 10. Exemplo de como os quartis dos valores preditos no modelo foram utilizados para se definir categorias de intensidade de acidentes e de valores das variáveis explicativas no município de Garopaba. 35
Figura 11. O modelo conceitual de previsão de cenários possíveis para exposições humanas a águas-vivas . 36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Lesões provocadas por águas-vivas no município de Garopaba registradas durante a temporada de verão 2022/2023 19
Tabela 2 : Conjunto de modelos NB entre variável EHAV e variaveis explicativas espaciais, temporais e ambientais referentes a paisagem costeira do município de Garopaba……...31

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CBMSC Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina.

CIRAM Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina.

EHAV Exposição humana a águas-vivas.

EH Exposição humana.

CBMG Corpo de Bombeiros Militar de Garopaba.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	15
2.1.1	OBJETIVO GERAL	15
2.1.2	OBJETIVO(S) ESPECÍFICO(S)	15
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
4	METODOLOGIA	21
4.1.1	LOCAL DO TRABALHO	21
4.1.2	DADOS	21
4.1.3	MODELAGEM	22
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5.1.1	EXPLORAÇÃO DOS DADOS	25
5.1.2	MODELAGEM	30
6	PRODUTO DESENVOLVIDO	34
7	CONSIDERACÕES FINAIS	36
8	REFERÊNCIAS	39

1 INTRODUÇÃO

Praias são ecossistemas que provêm uma série de serviços, como material bruto (p. ex: areia), proteção costeira, filtragem de água, sequestro de carbono e possibilidades de turismo e lazer (BARBIER et al*.,* 2011). No Brasil, país notadamente conhecido pela elevada quantidade e beleza de praias arenosas, tais ecossistemas são um destino comum da população, para acesso ao mar e atividades sociais (SCHERER, 2013). Por outro lado, mesmo que as praias sejam uma fonte comum e acessível de lazer, existem alguns perigos aos seus usuários, sendo a interação com águas-vivas uma ameaça crescente em nível mundial (HADDAD JUNIOR et al., 2017).

A presença de águas-vivas pode interferir negativamente no turismo de praias tendo em vista que exposição humana (EH) a sua toxina pode resultar desconforto e, por vezes, complicações a saúde das vítimas. (LUCAS; GELCICH; UYE, 2013). Tal cenário pode ser discutido como questão de saúde pública, gerando demandas que tenham como ação primaria a prevenção da exposição humana a águas-vivas por mecanismos que possam evitar ou diminuir o risco desta interação não intencional.

De acordo com Oliveira et al. (2016), a presença de águas-vivas no litoral da América do Sul é significante, sendo registradas mais de 800 espécies na costa da região. Ainda segundo o autor, as classes Hydrozoa, Scyphozoa e Cubozoa são as mais representativas. Um exemplo notório é a espécie *Physalia physalis* comumente associada a exposição humana nas regiões norte e nordeste do Brasil, que juntamente com as Cubozoas (*Chiropsalmus quadrumanus* e *Tamoya haplonema*), representam os casos mais graves de exposições humanas a águas-vivas no país (HADDAD JUNIOR; SILVEIRA; MIGOTTO, 2010). Acredita-se que fatores decorrentes de ações antrópicas, como aquecimento dos oceanos, alavancaram as populações de águas-vivas e redistribuíram as espécies ao redor do mundo (RICHARDSON et al., 2009). No sul do Brasil, mais especificamente na região costeira de Santa Catarina, foram registrados 6.000 exposições humanas a toxina

de águas-vivas somente nos trinta primeiros dias da temporada de verão 2016/2017, tendo as águas – vivas *Chrysaora láctea* (Scyphozoa) e *Olindias sambaquiensis* (Hydrozoa) como as principais espécies envolvidas (SOBRASA, 2017).

De fato, vem sendo notado um exponencial incremento dos números de exposições humanas a águas-vivas nas praias de Santa Catarina (RESGALLA JUNIOR; ROSSETO; HADDAD JUNIOR, 2011). Essa condição levou o Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (CBMSC) a adotar em seus postos de Guarda-vidas a sinalização indicadora da presença de águas-vivas, realizadas através de uma bandeira de cor lilás hasteada nos postos conforme observações feitas pelos Guarda-vidas (SANTA CATARINA, 2017).

Buscando analisar os padrões das exposições humanas a águas-vivas (EHAV) em Santa Catarina, o presente trabalho explorou a hipotética relação entre as EHAV com variáveis ambientais e climáticas a partir de modelos estatísticos. Os dados utilizados neste trabalho são de exposições humanas a águas-vivas registradas pelo CBMSC durante as temporadas de verão nas praias de Garopaba, bem como dados meteorológicos disponibilizados pelo Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (CIRAM). Busca-se neste esforço evidenciar as condições ambientais que influenciam no aumento dos registros de EHAV durante a temporada de verão no município de Garopaba.

Modelos estatísticos já foram empregados em outras praias para análise de exposições humanas a águas-vivas. (PONTIN; WORNER; WATTS, 2009); AOUITITEN et al., 2019), fornecendo um valioso subsídio para a gestão da problemática. Um exemplo contundente são os modelos utilizados para análise das EH a *Cubozoa rukandji* na costa da Austrália (GERSHWIN et al., 2014), os quais trazem resultados satisfatórios e oferecem alicerce teórico e prático para aplicação do método exposto.

2 OBJETIVOS

2.1.1 Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo geral analisar através de modelos estatísticos a exposição Humana a águas-vivas nas praias do município de Garopaba durante as temporadas de verão.

2.1.2 Objetivo(s) específico(s)

Avaliar os padrões sazonais e espaciais das exposições humanas a águas-vivas nas praias de Garopaba.

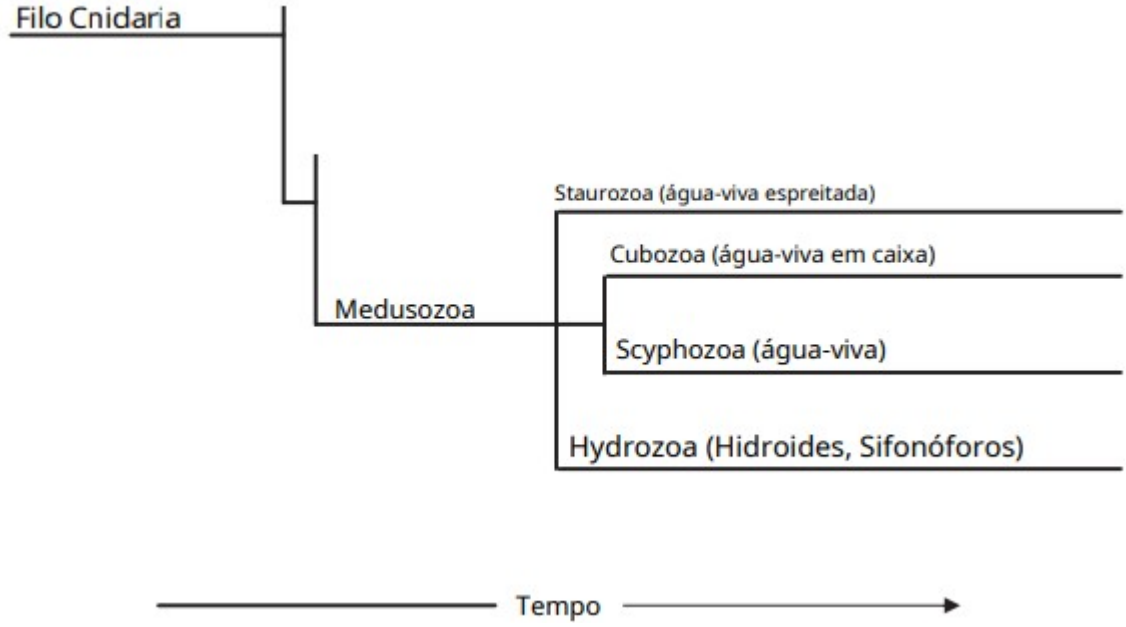
Investigar as variáveis ambientais determinantes para exposições humanas a águas-vivas no município de Garopaba.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os integrantes do filo cnidária (figura 1) são animais simétricos, constituídos de três camadas: duas celulares (ectoderma e endoderma) e uma camada entre elas (Mesogléia) formada por uma matriz não celular (TURK; KEM, 2009). A origem do termo cnidários vem do grego *kinide*, que significa urtiga ou aquilo que provoca ardência Este nome é relacionado ao fato que os representantes do filo possuem células exclusivas, denominadas cnidócitos, que abrigam organelas denominadas nematocistos que contêm toxinas capazes de provocar sensação de ardência (SILVA, et al 2021).

O grupo dos antozoários, onde estão incluídos os corais e anêmonas (figura 1), são pólipos com reprodução sexuada e assexuada e nos seus estágios iniciais de vida são livres nadantes até se fixarem no substrato marinho se tornando sesseis. Os Medusozoa também podem apresentar estágio de pólipo, porém, em sua vida adulta, têm formas nadantes com reprodução sexuada. Nesse grupo estão incluídas as classes Cubozoa, Scyphozoa e Hydrozoa, que são àqueles que contém toxinas (TURK; KEM, 2009).

Figura 1“Esquema” filogenético simplificado do filo Cnidária.



Fonte: (TURK; KEM, 2009)

O filo cnidário é composto por animais exclusivamente aquáticos, com maioria habitando ambientes marinhos. Possuem grande importância ecológica, sustentando elevada diversidade de traços funcionais, desde formas sésseis, como corais e anêmonas **(**MCFADDEN et al., 2021) a livres nadantes (águas-vivas), as quais contribuem consideravelmente no balanço energético do ecossistema marinho (HAYS; DOYLE; HOUGHTON, 2018). Águas-vivas são componentes da biota de estuários, mares e oceanos em todo o mundo, sendo notória a capacidade destes organismos em lidar com variada gama de condições ambientais (TINTA; KLUN; HERNDL, 2021).

Cnidários possuem ciclo de vida complexo e adaptável, regido por condições ambientais e teias tróficas (BOERO et al., 2008). Muitas populações de cnidários, como àquelas de táxons livres natantes, podem ser beneficiadas por consequências diretas e indiretas de ações antropogênicas no ambiente (e.g aumento da concentração de nutrientes e da temperatura de mares) aumentando consideravelmente sua abundância em pouco tempo (PURCELL; UYE; LO, 2007). Tais aumentos de abundância do grupo causa consequências negativas e preocupações em vários setores da sociedade. Na atividade pesqueira, as perdas são significantes, conforme BOSCH-BELMAR et al., 2020 descreveram. No Japão existem registros de perdas econômicas de cerca de US$ 270 milhões em um ano, enquanto na Coréia do Sul são estimados danos em artes de pesca em cerca de 204,6 milhões de dólares anualmente. Ainda segundo os autores supracitados, em um único pico de abundância de águas-vivas com duração de quatro meses durante a temporada do ano de 2012 da pesca de salmão e camarão rosa do Oregon, acumulou-se perdas de US$ 650.000, sendo que na pesca de cerco peruana um único porto acumulou perdas econômicas de 200.000 dólares em pouco mais de um mês.

A aquicultura (PURCELL; BAXTER; FUENTES, 2013) e o turismo (RUIZ-FRAU, 2022) também vivenciam perdas econômicas à medida que se registram *blooms* de águas-vivas. O turismo costeiro representa grande parte das movimentações bilionárias do setor turístico. Segundo RUIZ-FRAU, 2022, a exposição humana a águas-vivas é um problema, sendo que 40% dos turistas

relataram não voltar a lugares onde sofreram experiências negativas atribuídas a águas-vivas. No entanto, segundo a mesma pesquisa, mais de 80% dessas pessoas afetadas retornariam caso houvesse alguma medida que amenizasse as consequências da presença de medusas, como sinais de alerta e serviço de saúde.

As crescentes exposições humanas a águas-vivas são um assunto global (Duarte et al. 2013). De maneira geral, busca-se evitar as exposições e gerar protocolos para se tratar com eficácia suas consequências . (Cergole et al. 2013), que podem ser simples ou nos casos mais graves a morte (FENNER; LIPPMANN; GERSHWIN, 2010).

No Brasil, os registros sobre exposições humanas a águas-vivas são variados. Dentre as espécies, *Chrysaora lacteae e Olindias sambaquiensis* se destacam, por serem comumente associadas a milhares de EHAV no Brasil, principalmente nos estados do Paraná e Santa Catarina (HADDAD JUNIOR; COSTA; NAGATA, 2019). Tais táxons possuem uma toxina que raramente traz complicações a saúde, mas provoca dor intensa e que, nos últimos anos, vem gerando surtos epidemiológicos. Mais ao sul do estado SC, cerca de 60% dos atendimentos realizados pelo CBMSC a usuários de praia são de exposições a águas-vivas (RESGALLA et al., 2019).

Em Garopaba, local do presente estudo, na temporada de verão 2022/2023 que abrangeu os meses de dezembro, janeiro e fevereiro ocorreram um total de 735 exposições humanas a águas-vivas. (Tabela 01).

Tabela 1. Exposições humanas a águas-vivas no município de Garopaba registradas durante a temporada de verão 2022/2023

PRAIAS	LESÕES PROVOCADAS POR ÁGUAS – VIVAS
Central	177
Barra	90
Ferrugem	245
Gamboa	50
Ouvidor	106
Silveira	24
Siriu	43
Total	**735**

Fonte: sistema E-193 CBMSC em 13/06/2023

Ao que tudo indica a problemática causada pela interação acidental entre águas-vivas e as variadas atividades humanas tendem a aumentar com o incremento na abundância de águas-vivas. (BROTZ et al., 2012). Notoriamente a temperatura da água do mar a direção e intensidade dos ventos possuem influência direta nas exposições humanas a águas-vivas nas praias. (RESGALLA JUNIOR; ROSSETO; HADDAD JUNIOR, 2011). De posse de tais informações sobre a ecologia e a biologia dos organismos, é possível buscar alternativas com intuito de prever "florações" de águas-vivas (AZNAR; PUJOl; RIZO, 2017) e minimizar As exposições humanas

Algumas águas-vivas beneficiam diretamente o homem, principalmente como alimento (RAPOSO et al., 2022). Em Santa Catarina, por exemplo, estudos já foram realizados no sentido de se promover um protocolo de processamento e consumo de água-viva (*Rhacostoma atlanticum, Chiropsalmus quadrumanus e Lychnorhiza lucerna*) como alimento para pessoas (BAZI; PESSATTI; RESGALLA JUNIOR, 2019).

A comunidade acadêmica vem aumentando as discussões acerca do grupo globalmente, em eventos que discutem a distribuição e agregações de águas-vivas, bem como medidas e ações que buscam amenizar a a exposição humana a águas-vivas (CONDON et al., 2014). Alguns exemplos de produtos gerados dessas discussões são as redes de proteção instaladas nas praias a fim de barrar a entrada de águas-vivas (VASSLIDES; SASSANO; HALES, 2018), roupas de proteção utilizadas por pessoas durante seu lazer ou trabalho no mar (GERSHWIN; DABINETT, 2009), sinalizações que avisam sobre a presença de águas-vivas nas praias (SANTA CATARINA, 2017) e observações aéreas dos locais de banho **(**HOUGHTON et al., 2006).

Neste sentido, a análise através de modelos estatísticos surge como uma ferramenta que possibilita predizer condições e locais de maior probabilidade abundância de águas-vivas, fornecendo subsídios para tomada de ações que visem diminuir As exposições humadas ao grupo. Nos Estados Unidos da América (EUA), Decker et al. 2007 obtiveram bons resultados de previsão utilizando regressão logística para desenvolver dois modelos para a baia de Chesapeake nos Estados Unidos, um que buscava prever a presença e outro a abundância da água-viva *Chrysaora quinquecirrha* em relação as variáveis preditivas salinidade e temperatura

da água. Na Nova Zelândia, Pontin, Worner e Watts (2009) utilizaram dados de exposições humanas a águas-vivas obtido da Surf *Lifesaving New Zealand* (SLSNZ) e os confrontaram com dados oceanográficos fornecidos pelo Instituto Nacional de Água e Atmosfera (NIWA), obtendo resultados satisfatórios na previsão do gênero *Physalia*.

Na região do mar Mediterrâneo, distintos autores elaboram modelos com variáveis ambientais como explicativas e dados coletados de encalhe, *blooms* ou exposições humanas a águas-vivas como variável resposta. Eizagirre et al. (2011) Extraíram dados ambientais de sensoriamento remoto e elaboraram um modelo com o emprego de inteligência computacional, buscando prever “florações” na costa noroeste do mar mediterrâneo; Aznar, Pujol e Rizo (2017) obtiveram dados de abundância de águas-vivas por meio de veículos aéreos não tripulados (VANT) para criar modelos preditivos para águas-vivas. Também extraindo informações de abundância de águas-vivas através do uso de VANT, McIlwaine e Casado (2021) produziram modelos que atingiram mais de 90% de precisão para detecção de “floração” de águas-vivas. Rahi, Weeber e Serafy (2020) incorporaram dados biológicos, como comportamento e fase de desenvolvimento específico das águas-vivas, e ajustaram, a partir de conceitos de partículas lagrangiana, um modelo mais eficaz para prever encalhes.

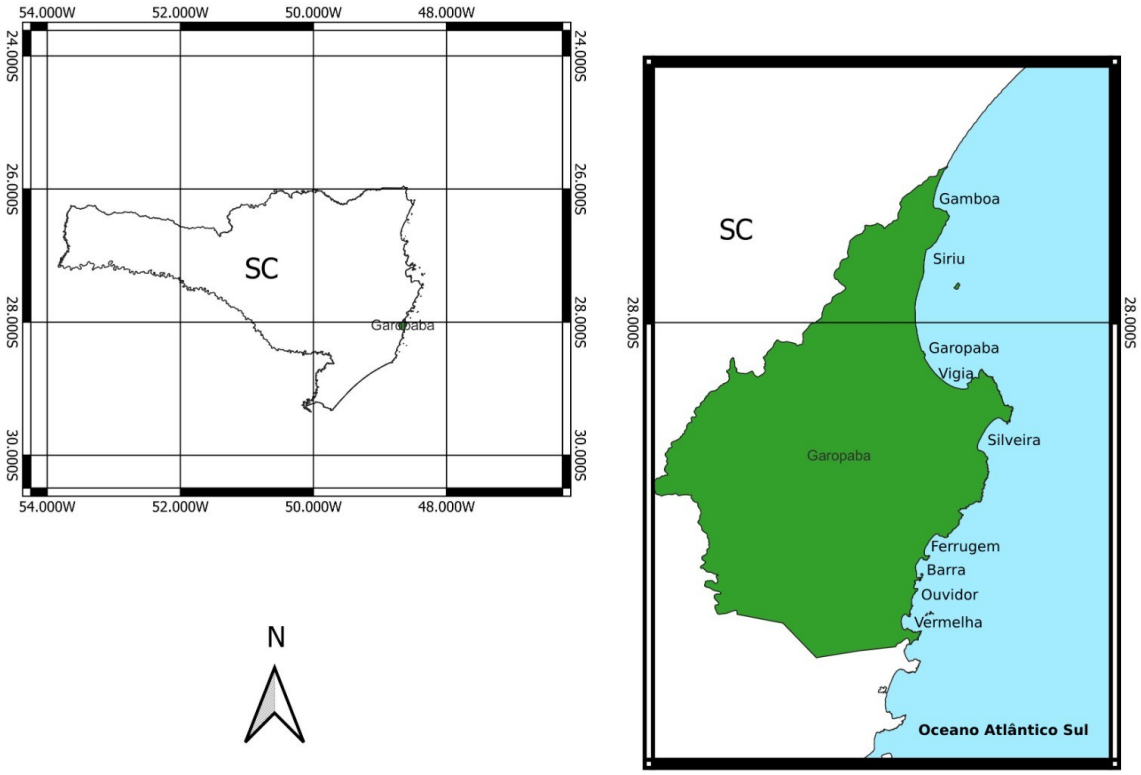
Tais modelos supracitados trazem um avanço considerável na compreensão da dinâmica espaço-temporal das populações de águas-vivas ao redor do globo. Além disto, tais estudos geram subsídios relevantes para a tomada de ações assertivas para diminuição de interações negativas com seres humanos. Tais resultados podem, por exemplo, serem transformados em produtos como modelos preditivos capazes de informar com antecipação sobre a presença de águas-vivas nas praias. (GHERMANDI et al., 2015).

4 METODOLOGIA

4.1.1 Local do trabalho

O presente trabalho apresenta dados secundários relativos ao município de Garopaba, cidade que possui nove praias arenosas, com elevada procura turística. Neste esforço, foram analisados dados de praias guarnecidas pelos Guarda-vidas, a saber: Gamboa, Siriú Norte, Praia central, Silveira, Ferrugem, Barrinha e Ouvidor. O presente trabalho abrange 70% das praias do município, ficando de fora as praias da Vigia, Siriu Sul, e Vermelha (figura 2).

Figura 2. Local do trabalho, em destaque o Município de Garopaba



Fonte: Autoria próprio

4.1.2 Dados

O conjunto de dados foi formado por dados das temporadas de verão entre os períodos de 01 de janeiro de 2015 até 28 de fevereiro de 2020. Os dados de EHAV nas praias supracitadas foram fornecidos pelo CBMSC, que realiza registros diários das EHAV através de fichas de registros preenchidas pelos Guarda-vidas logo após o atendimento da ocorrência. Tais fichas são entregues à um coordenador regional que as insere no banco de dados da corporação. Para as análises realizadas neste esforço, os registros de ocorrência do período da manhã e da tarde foram somados para formar um dado diário, a fim de equalizar com as medias diárias das variáveis ambientais

Os dados meteorológicos diários adotados para as análises foram: maré, temperatura média do ar e da água, intensidade e direção do vento e precipitação diária (chuva) Estes dados foram monitorados nas estações meteorológica e marégrafo da cidade de Imbituba, município que faz divisa com Garopaba e disponibilizados pelo Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (CIRAM).

Quanto aos dados relativos à variável direção do vento, optou-se por estabelecer 3 quadrantes como descrito: 1; de 301° a 60° equivalente ao norte 2; de 61° a 120° equivalente ao leste. 3; 121° a 240° equivalente ao sul. , sendo sua velocidade dada em quilômetros por hora (km/h). A altura da maré foi estabelecida em centímetros a partir do nível do mar em repouso e as variáveis temperatura da água e do ar dadas em graus célsius (ºC).

Deste modo, o banco de dados consolidou-se com 811 observações diárias, constituindo 10.864 registros de EHAV Os dias sem registros não foram contabilizados.

4.1.3 Modelagem

O conjunto de dados continha uma variável resposta número de exposições humanas a águas-vivas e as seguintes variáveis explicativas: dias da semana, praias, altura da maré (AM), temperatura da água (TAG), velocidade do vento (VV) e direção do vento (DV). Este conjunto de dados foi submetido ao protocolo de exploração de dados proposto por Zuur et al. (2010). A partir da exploração dos dados foi observada elevada presença de *outliers*, não linearidade, heterocedasticidade, não normalidade e colinearidade entre variáveis. Optou-se neste trabalho em apresentar os resultados da exploração de dados na seção “Resultados e Discussão”, visto que os mesmos são importantes para se entender o contexto geral do estudo.

Os valores da variável resposta (EHAV) foram plotados com cada uma das variáveis explicativas, de modo a checar padrões nas relações entre as variáveis. Tal método gráfico sugerido por Zuur et al. (2010) permite escolher com maior assertividade entre modelos estatísticos, sendo que no caso de relações não lineares e curvilíneas (Zuur et al. 2009).

Decorrente da elevada quantidade de outliers, eliminou-se os mesmos na etapa de modelagem para se buscar modelos com melhores ajustes. Devido à presença de não linearidade entre as variáveis, empregou-se Modelos Lineares Generalizados Mistos (GLMM) com termos aditivos. A escolha de modelos mistos foi baseada no fato que estrutura dos dados de EHAV está agrupada as classes das variáveis explicativas dia da semana e praias, sendo que tais variáveis influenciam a variabilidade da variável resposta. Visto que o número de turistas potencialmente varia entre as distintas praias de Garopaba, bem como entre dias de semana, fim de semana e feriados, buscou-se incorporar esta variação no modelo na estrutura de variáveis aleatórias. Desta forma, o modelo ajustado permitiu compreender a variação de EHAV em função de variáveis mais associadas a abundância de águas-vivas ao invés de número de turistas, mesmo que incorpore variações associadas aos últimos.

Inicialmente, ajustou-se um modelo global contendo todas as variáveis fixas, a saber: dias da semana, praias, altura da maré (AM), temperatura da água (TAG), velocidade do vento (VV) e direção do vento (DV). Posteriormente, realizou-se uma exploração retroativa das variáveis fixas e, na sequência, das aleatórias, criando-se modelos derivados do global. A ordem da retirada dos termos foi feita de acordo as significâncias (valor de p) dos termos para o modelo global. Para cada modelo foi calculado o Critério de informação de Akaike de segunda ordem (AICc), sendo este utilizado para se checar o efeito da retirada dos termos. Modelos com $\Delta AICc < 2$ apresentam robustez estatística para serem considerados como o melhor modelo (Burnham e Anderson, 2002), no entanto procedeu-se com uma comparação destes modelos ($AICc < 2$) por testes de Razão de Verossimilhança ($p = 0,05$), para se selecionar apenas um modelo final. Quando a retirada dos termos gerava aumentos de AICc, interrompia-se a seleção de modelos pela exclusão. Como os dados possuíram elevada dispersão e não possuíram normalidade, optou-se por ajustar modelos da família *negative binomial* (Zuur et al. 2010) .

Na sequência, extraiu-se os resíduos do melhor modelo para se fazer um diagnóstico da regressão, buscando validar o modelo a partir das relações entre resíduos e dados observados (Zuur et al. 2009). A partir do melhor modelo, os valores preditos foram extraídos e plotados em relação as covariáveis explicativas a fim de salientar os efeitos nas EHAV.

Todos os modelos ajustados apresentaram *link function identity*. As análises foram realizadas no software R versão 4.0.3. Os GLMMs foram ajustados com o pacote glmmTMB (Brooks et al. 2017), o os valores de AICc estimados com a função AICc() do pacote MuMin (Barton, 2009). A comparação entre os modelos foi feita pela função lrtest do pacote lmtest (Zeileis et al. 2002). O diagnóstico das regressões foi feito com o pacote DHARMa (Hartig, 2022), checando a normalidade, a dispersão e a presença de outliers nos resíduos do modelo. Gráficos foram gerados com os pacotes ggplot (Wickham, 2016) e visreg (Breheny e Burchett, 2017).

.

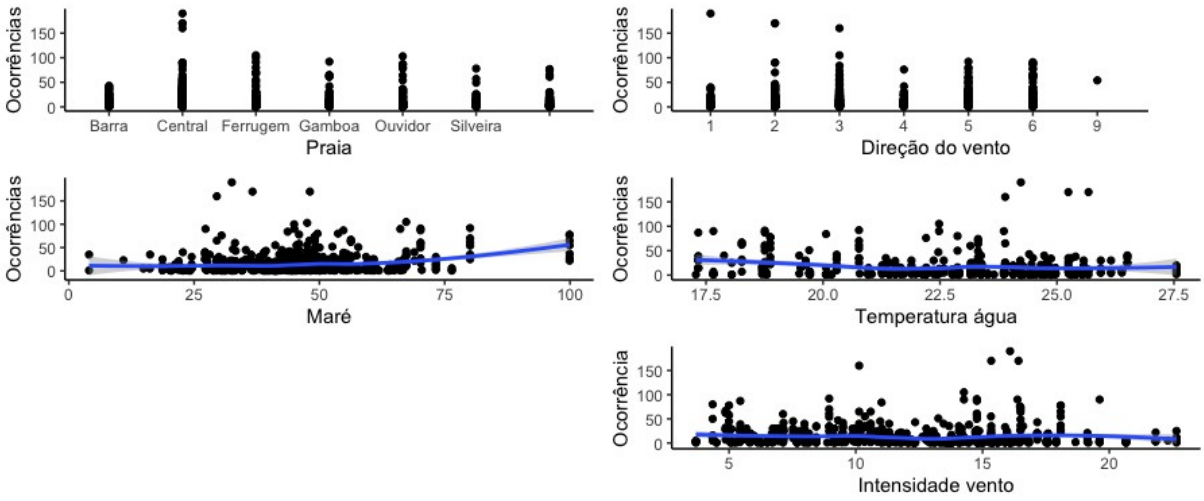
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1.1 EXPLORAÇÃO DOS DADOS

5.1.1.1 Relações entre variáveis explicativa e resposta

Os resultados dos gráficos de dispersão com as curvas de suavização entre as potenciais variáveis explicativos e a variável resposta são apresentados na figura 3. De maneira geral, observa-se que existem relações não lineares entre as variáveis, indicando que modelos que lidem com estas variações são adequados para as análises subsequentes.

Figura 3. Gráficos de dispersão com curvas suavizadas entre as EHAV (ocorrências) e variáveis oceanográficas e climáticas

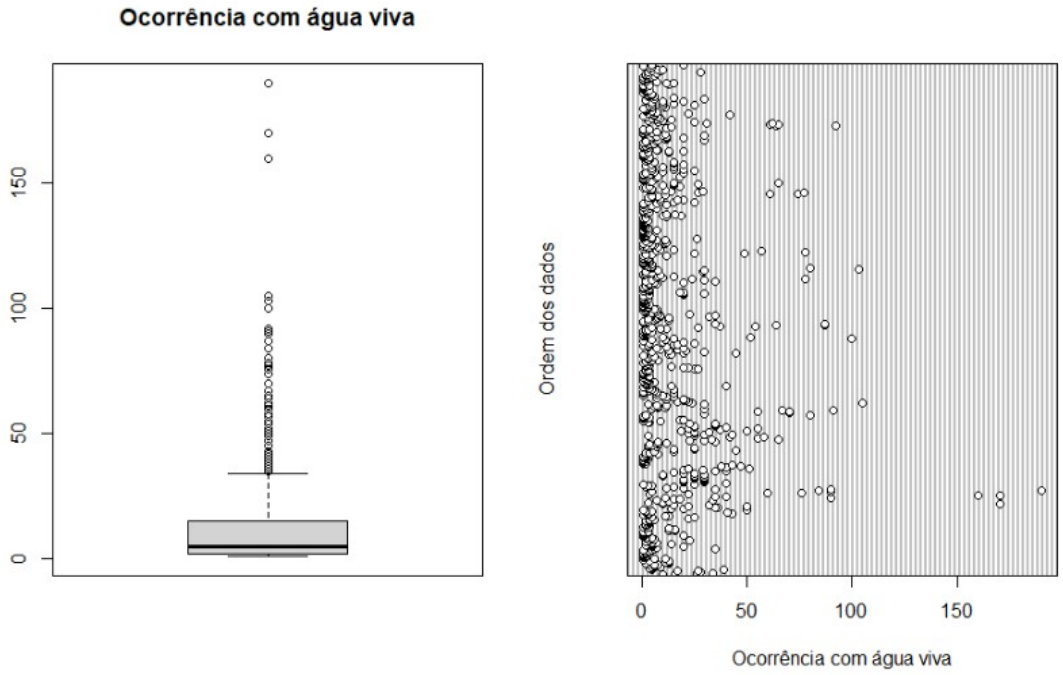


Fonte: Autoria própria

5.1.1.2 Outliers e dispersão dos dados

O teste de outliers e dispersão dos dados a partir do *box plot* e do *Cleveland plot* mostrou que vários outliers no conjunto de dados (Figura 4).

Figura 4. Box plot (esquerda) e Cleveland plot (direita) de EHAV (ocorrências com águas-vivas).

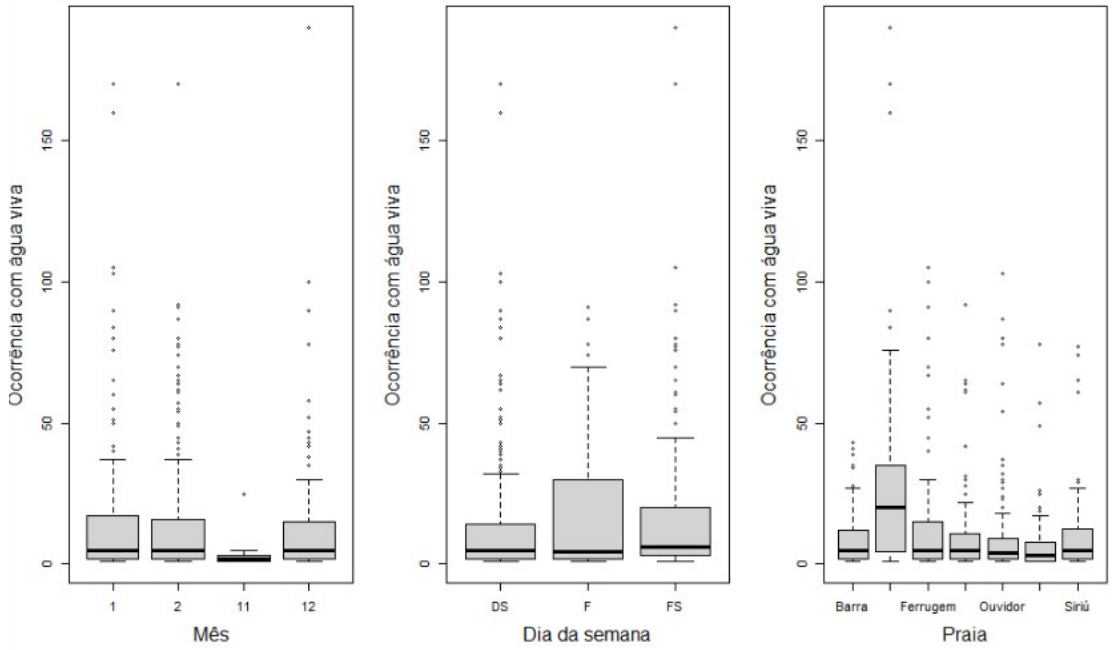


Fonte: Autoria própria

5.1.1.3 Homogeneidade

Os gráficos de boxplot condicionais aos fatores espaço-temporais evidenciaram grande variação no conjunto de dados, o que pode ser visualizado pelas distintas amplitudes de dados entre as classes dos fatores supracitados (Figura 5). Tais resultados estão associados á heterogeneidade de variâncias nos conjuntos de dados (teste de outliers e dispersão dos dados a partir do *box plot* e do *Cleveland plot* mostrou que vários outliers no conjunto de dados (Figura 4).

Figura 5. Box plots condicionais de meses (esquerda), dias da semana(centro) e praias (direita) EHAV (ocorrências com águas-vivas).

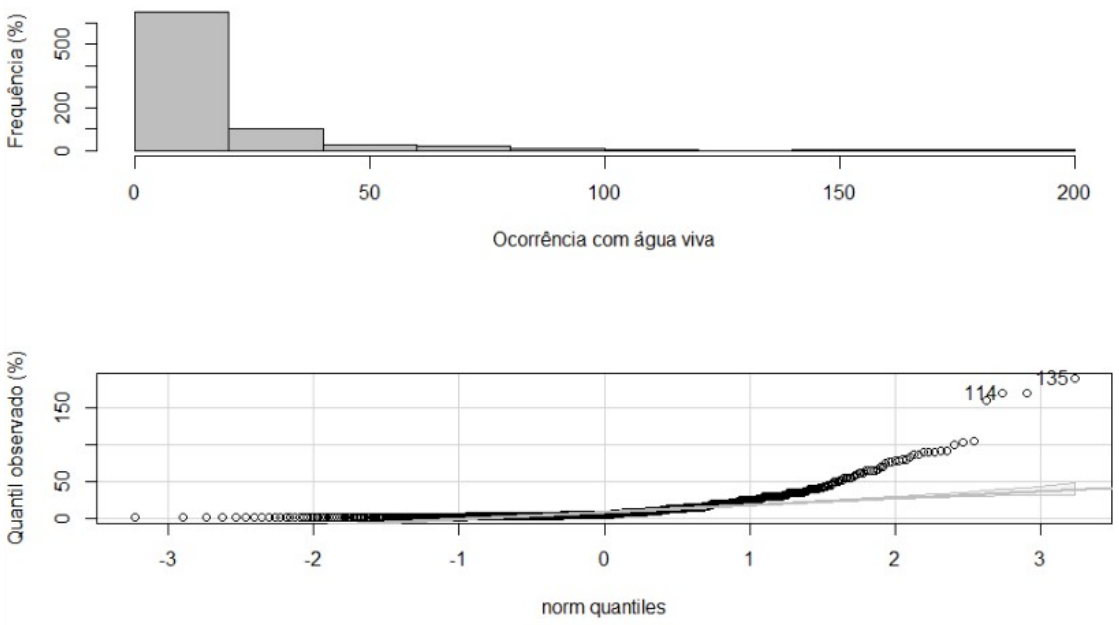


Fonte: Autoria própria

5.1.1.4 NORMALIDADE

A partir das análises gráficas do histograma e dos Q-Q plots, notou-se que os registros de EHAV estiveram distribuídos entre 0 e 200, sendo que a maioria dos registros esteve contida nas classes iniciais, entre 0 e 25. Desta forma, ficou evidente que as amostras não seguem uma distribuição normal, mas são assimétricos à esquerda (Figura 6).

Figura 6. Histograma (acima) e Q-Q plots (abaixo) de EHAV (ocorrências com águas-vivas)

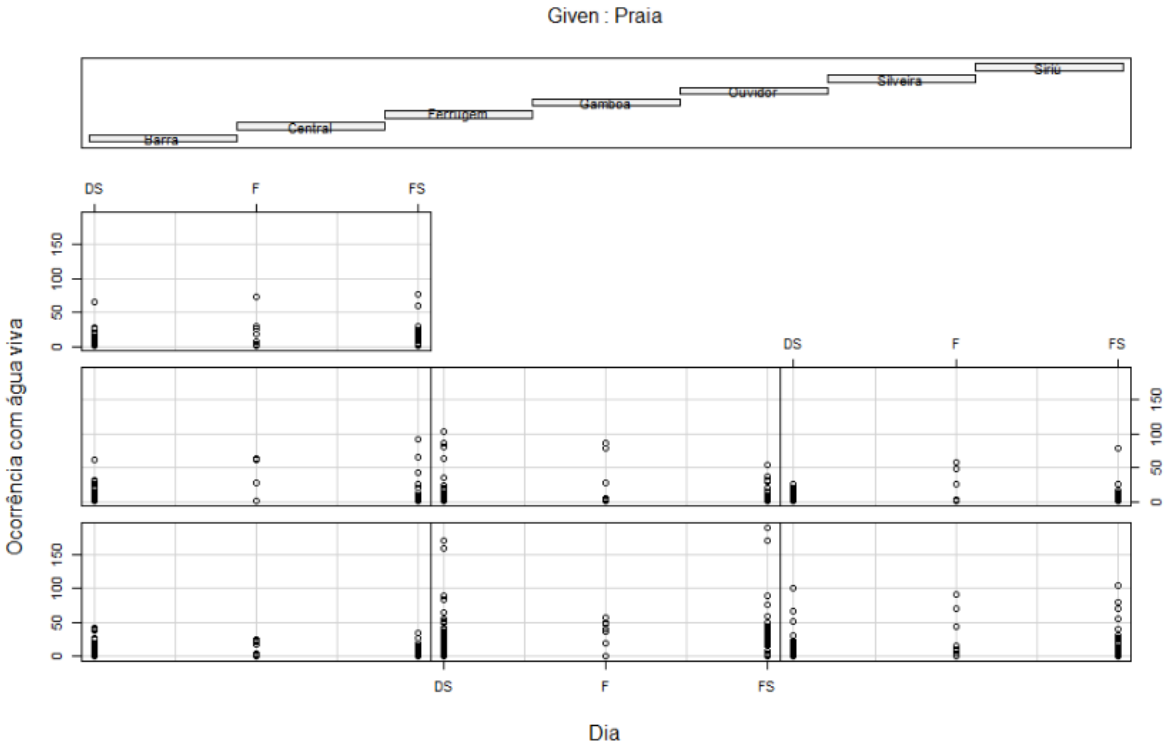


Fonte: Autoria própria

5.1.1.5 Interação

O gráfico coplot possibilitou evidenciar que os resultados entre as praias amostradas não variaram em suas ordens de grandeza entre os dias da semana estudados, o que forneceu indicativo que os dias da semana e praias não interagem entre si, ou em outras palavras, que as praias possuem variação similar e influenciada de forma semelhante pela variação temporal (Figura 8).

Figura 7. Coplot dos dados de EHAV (ocorrências com águas-vivas) versus dias da semana e praias

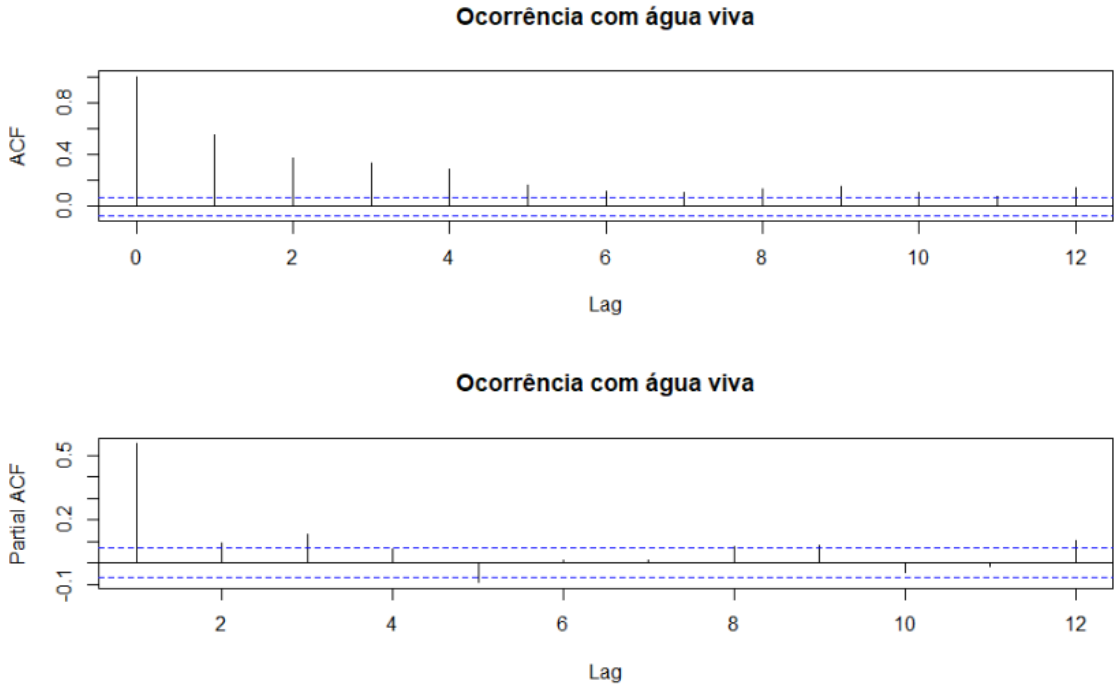


Fonte: Autoria própria

5.1.1.6 Independência

A estimativa das funções de autocorrelação e autocorrelação parcial indicaram que há uma correlação temporal entre as HUAV, ou seja, que o valor de um mês influência de forma significativa no subsequente. Tal resultado pode ser visualizado nos gráficos da figura 9, onde os valores de ACF e de *Partial ACF* sobressaem ao intervalo de confiança.

Figura 8. Função autocorrelação (ACF) e a função autocorrelação parcial (PACF) versus lag tempo para EHAV (ocorrências com águas-vivas).



Fonte: Autoria própria

5.1.2 MODELAGEM

Foram ajustados cinco modelos da família Negative Binomial (NB) combinado OEAV com o conjunto de variáveis explicativas em termos fixos e aleatórios (Tabela 2). Entre todos os ajustes, o modelo M3 apresentou o menor AICc e o segundo

maior valor de *LogLink*, sendo o Global o maior em relação à este parâmetro. A comparação estatística entre o modelo Global e M3 evidenciou que não existe diferenças entre os mesmos (p= 0,99). Desta forma, pelo fato de M3 possuir menor AICC e ter uma estrutura fixa e aleatória com menos termos, o mesmo foi selecionado como o melhor modelo dentre os candidatos.

Tabela 2 – Conjunto de modelos NB entre variável EHAV e variaveis explicativas espaciais, temporais e ambientais referentes a paisagem costeira do município de Garopaba.

Modelo	Rank	Fórmula	df	LogLik	AICc	ΔAICc
Global	2	FO ~ Mar + Temp_agu + Ven_D + Ven_V + (1|Dia) + (1|Praia)	8	-1130,9	2282,98	3,98
M1	3	FO ~ Mar + Temp_agu + Ven_V + (1|Dia) + (1|Praia)	7	-1133,4	2281,04	1718,96
M2	4	FO ~ Mar + Ven_V + (1|Dia) + (1|Praia)	7	-1995,4	3952,19	1673,19
M3	**1**	FO ~ Mar + Temp_agu + Vem_V + (1|Praia)	**6**	**-1133,4**	**2279,00**	**0,00**
M4	5	**FO ~ Mar + Ven_V + (1|Praia)**	4	-1995,4	4000,00	1721,00

Fonte: Autoria própria

Os testes da rotina DHARMa evidenciaram que os resíduos possuíram normalidade (p=0,13), bem como baixa dispersão (p = 0,96) e presença de outliers (0,44), indicando um bom ajuste do modelo.

O modelo M3 apresentou em sua estrutura fixa os termos referentes as variáveis ambientais maré (p < 0,05), velocidade do vento (p< 0,05) e temperatura de água (p > 0,05) e a variável aleatória praia (Variância de 0,79). A relação de EHAV com maré

Os resultados evidenciaram padrões entre as variáveis selecionadas no modelo com as EHAV em Garopaba. Observou-se no modelo ajustado a influência das praias na variabilidade de EHAV na cidade de Garopaba (Figura 9A). A praia Central foi a que possuiu os maiores valores de EHAV, diferenciando-se de todas as outras. A praia da Ferrugem foi a que teve segunda maior importância em registros EHAV; Gamboa, Ouvidor e Siriu, possuíram valores intermediários e similares entre si; por fim as praias da Silveira e da Barrinha possuíram os menores valores e similaridade entre si. Observando a distância entre as praias analisadas em uma

linha norte/sul nota-se que há distância entre a praia mais ao sul (Ouvidor) e a mais ao norte (Gamboa) corresponde a aproximados 18 quilômetros, uma distância relativamente baixa que possivelmente torna as praias vulneráveis as mesmas condições ambientais favoráveis a presença de águas-vivas na região. Sendo assim, a diferença nas EHAV entre as praias pode ser explicada por questões geomorfológicas e ambientais das praias, como, por exemplo, a orientação da praia, a presença de bancos de areia e a exposição a ondulações. Outro fator, que já fora discutido para as demais variáveis, é a influência do público presente nas praias avaliadas. É notório que algumas praias, como a Central, recebem um maior número de usuários, sobretudo em dias de semana e com pouco sol. Contudo isso não impossibilita o uso de um modelo global, já que apesar da variação dos acidentes entre as praias o modelo ainda aponta as condições ambientais mais favoráveis para ocorrências de EHAV nas praias do município de Garopaba.

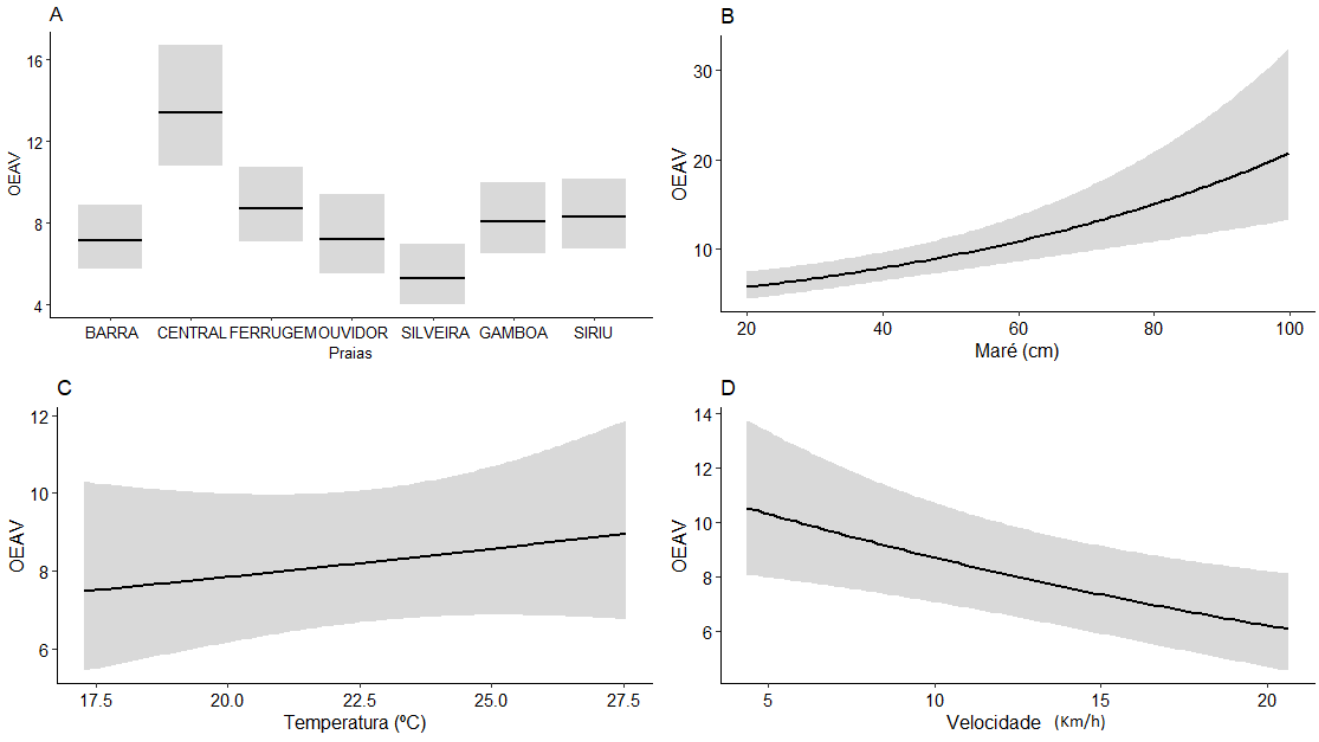
O número de EHAV tende a aumentar com a enchente da maré, ficando esse incremento mais evidente a partir de 60 centímetros de altura de maré (figura 9B). Resultados semelhantes foram observados nas Filipinas mais especificamente na ilha de Luzon onde estudos indicaram que o EHAV são mais frequentes durante as marés mais altas (LICUANAN et al., 2021). No trabalho de Keesing et al., (2015), observou-se que os encalhes de águas-vivas em praias da Australia é fortemente influenciado pela maré. No entanto, menciona-se que no trabalho citado o autor não especificou se os encalhes estão associados a marés de enchente ou vazante.

Já em relação a variável temperatura da água (figura 9C) pode se observar um leve incremento nas EHAV em temperaturas mais elevadas. Mesmo que tal variável não foi significativa do ponto de vista estatístico, a presença desta variável é importante para se compreender a problemática na região de estudo, visto que, os guarda-vidas locais relatam que o número EHAV é maior em dias de água mais quente. Possivelmente, tal fato esteja associado a uma maior quantidade de banhistas na água em dias que a praia apresenta temperaturas maiores desta variável. Resgalla Jr et al (2011) investigando EHAV no sul do Estado de Santa Catarina, constatou que na maioria dos casos as EHAV ocorriam com águas-vivas da espécie *Olindias sambaquiensi*s, e que tal espécie se beneficia de temperaturas mais quentes, o autor comenta ainda que o aumento da temperatura da água leva

mais banhistas ao mar, resultando em uma combinação que leva ao aumento das EHAV.

Exposições humanas águas-vivas foram registradas entre as velocidades de vento 03 quilômetros por hora (km/h) e 19 km/h durante o período de estudo, sendo que em menores valores houve maior quantidade de HUAVs (figura 10D). Variações na velocidade do vento interagem com as massas de água e podem gerar cisalhamentos e provocar fluxos turbulentos, como os observados por Gershwin et al 2014. Esta dinâmica física pode influenciar no fluxo de maré e, consequentemente, na abundância de águas-vivas nas praias. Tal resultado pode estar ligado ao empilhamento de água na costa devido ao efeito Coriolis e transporte de Kkman, o que por sua vez provocam mares meteorologias maiores (DOTTRI, 2021). Contudo Resgalla Junior, Gonçalves e Klein (2005) observaram resultados diferentes aos obtidos neste ao constatar que os números de EHAV crescem com o aumento da velocidade do vento sul,

Figura 9. Variação das exposições humanas a águas-vivas (OEAV) e sua relação com a variável aleatória Praia (A) e as fixas Altura da maré (cm) [B], Temperatura da água (°C) [C] e Velocidade do vento (m/s) [D].



Fonte: Autoria própria

6 PRODUTO DESENVOLVIDO

O produto tecnológico desenvolvido nesse trabalho é um modelo conceitual, que objetiva auxiliar os guarda-vidas de Garopaba a prever cenários que possam resultar no aumento de atendimentos de ocorrências envolvendo EHAV . Tal modelo deve ter caráter complementar, ou seja, utilizado em conjunto com as medidas utilizadas pelos guardas-vidas e bombeiros no serviço diário para prevenir ocorrências de EHAV e se preparar para possíveis atendimentos.

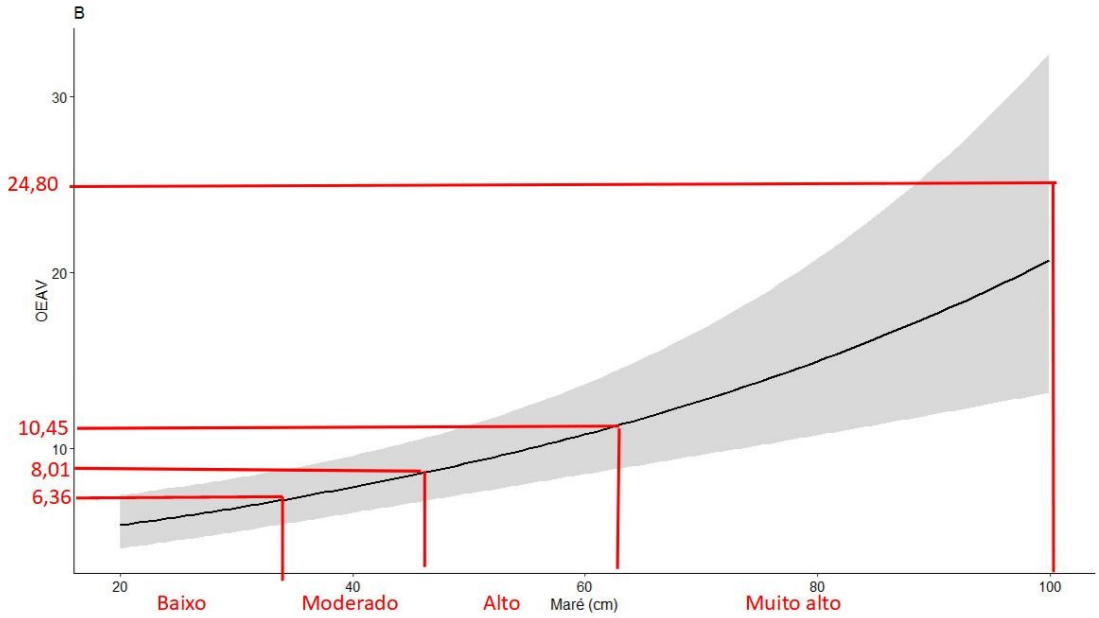
O modelo conceitual de previsão de cenários possíveis para exposições humanas a águas-vivas (figura 11) foi elaborado a partir dos resultados do modelo estatístico ajustado neste trabalho (figura 9). Inicialmente, estimou-se os valores preditos pelo modelo, por meio da função predict do software R. Na sequência, estimou-se, por meio da função quartile do R, os quartis de 0, 25, 50, 75 e 100 % dos valores preditos. Os valores dos quartis de EHAV preditos pelo modelo foram, respetivamente 2,94; 6,36; 8,01; 10,45 e 24,80. Por meio destes valores, foi possível categorizar as EHAV em 4 classes, a saber: baixo (entre quartis 0 e 25 %), moderado (entre quartis 25 e 50 %), alto (entre quartis 50 e 75 %) e muito alto (entre quartis 75 e 100 %). De posse destes valores, utilizou-se os resultados gráficos apresentados na Figura 9 do presente trabalho, para se estipular as classes das variáveis explicativas, conforme ilustrado (figura 10)

O modelo consiste em uma somatória de pontos obtido com base nas medições disponíveis nos canais existentes das variáveis preditivas a saber: temperatura da água, velocidade do vento, maré.

A utilização do presente modelo conceitual deve ser precedida por uma oficina com bombeiros e Guarda-vidas do município em questão. Nesta oficina, seriam apresentadas as potencialidades e as fragilidades dos resultados que geraram o modelo conceitual. Ainda, deve-se abordar a necessidade de aumentar a quantidade e qualidade de dados que possam melhorar o os resultados estatísticos e, consequentemente, modelos futuros. Tais ações são de caráter colaborativo e

poderiam gerar interações sociais e profissionais importantes para estratégias de gestão.

Figura 10 – Exemplo de como os quartis dos valores preditos no modelo foram utilizados para se definir categorias de intensidade de acidentes e de valores das variáveis explicativas no município de Garopaba.



Fonte: Autoria própria

A etapa exemplificada acima para maré, foi realizada também para temperatura da água e para velocidade do vento. Desta forma, obteve-se os valores das variáveis explicativas relacionados às distintas classes de intensidade de EHAV no município de Garopaba.

Para se adequar a unidade de maré fornecida nos canais existentes, as medidas dessa variável foram convertidas de centímetros para metros.

Após oficinas, o Modelo Conceitual seria apresentado e disponibilizado ao Corpo de Bombeiros Militar de Garopaba para uso interno da corporação, sendo entregue no formato digital (arquivo em PDF) e impresso (tamanhos A2 e A3) para ser utilizado e avaliado conforme disponibilidade e interesse do CBMG a partir da

temporada de verão 2023/2024. Recomenda-se que os modelos sejam dispostos nos postos de guarda-vidas, em locais de fácil visualização.

Para possíveis ajustes deste modelo experimental e para trabalhos futuros, o modelo será avaliado pelo CBMG através de documento interno a ser elaborado pela corporação. Após as etapas de apresentação e adequação do modelo, poderiam ser promovidas outras oficinas pelo CBMG , as quais seriam abertas para o publico em geral.

Figura 11. O modelo conceitual de previsão de cenários possíveis para exposições humanas a águas-vivas

.

Fonte: Autoria própria

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho analisou as EHAV registradas pelo CBMG nas praias do município de Garopaba. A partir dos resultados obtidos, foi possível entender como as exposições humanas a águas-vivas se distribuíam entre as diferentes praias do município em meses de verão. Ademais, foi possível gerar conhecimento de ecologia aplicada sobre os acidentes, ou seja, sobre quais variáveis ambientais e climáticas influenciam nas exposições humanas a águas-vivas nas praias de Garopaba. Tais informações foram utilizadas para a elaboração de um modelo conceitual, que poderia ser utilizado para a gestão de acidentes em escala regional.

Mesmo que os resultados sejam inovadores e tenham potencial de aplicação prática, melhorando as condições de habitantes e turistas em regiões costeiras, salienta-se que existem pontos a se ponderar. O ponto central é a importância em se manter o monitoramento praial de EHAV. Ainda, recomenda-se melhorias na aquisição de dados e, futuramente, construção de novos modelos Estatisticos e conceituais.

Por exemplo, os dados utilizados não possuíam informações sobre o número de pessoas nas praias. Tal informação é vital para tornar os modelos estatístico e o conceitual mais próximos da realidade. Ou seja, sabe-se, de forma empírica, que maiores quantidades de pessoas nas praias aumentariam as chances de EHAV. Desta forma, recomenda-se que sejam criados meios para a estimativa de banhistas na praia. Uma forma potencial seria que cada posto de Guarda-vidas delimitasse áreas, com dimensões conhecidas. Posteriormente, cada Guarda-vidas deste posto fizesse contagens ao longo do dia. Desta forma, seria possível estimar a quantidade de banhistas por área em cada dia de amostragem.

Outro fato que poderia ser melhorado é a aquisição de imagens das águas-vivas em dias monitorados. Seria simples e tangível que os Guarda-vidas registrassem imagens diárias de águas-vivas nas praias. Ainda, poderiam ser promovidas campanhas de ciência-cidadã, onde o CBMG teria papel de executor

das campanhas, em conjunto com outras instituições da cidade. Desta forma, poderia incrementar o modelo com dados biológicos e zoológicos, uma tendência a ser avaliada e se possível adotada em esforços futuros.

As análises gráficas através de boxplots condicionais proposta pelo protocolo adotado neste esforço se mostraram ferramentas eficientes para o entendimento da distribuição espaço-temporal das ocorrências. Contudo o registro das ocorrências obedecia aos dias em que havia guarda-vidas e esses variavam de uma praia para outra isso porque algumas praias recebiam um maior número de usuários o que condicionava o CBMG a concentrar seus esforços e recursos financeiros nestas.

A variação do público presente entre as praias também é um fator a ser considerado para trabalhos futuros, acredita-se que um conjunto de dados acrescido de uma estimativa de público presente na praia fornecera um subsídio importante para o entendimento da distribuição dessas ocorrências.

Já na elaboração do modelo estatístico, foi visto que o protocolo constituído pelas análises gráficas preliminares aplicadas e apresentadas no texto alicerçou ajuste do modelo e consequentemente as análises e entendimento sobre a variação das EHAV nas praias do município de Garopaba durante a temporada de verão. Contudo o banco de dados era composto somente por dias que ocorreram registros de ocorrência a falta de informações como (não havia Guarda-Vidas na praia, falta de ficha, número reduzido de Guarda-Vidas, não houve ocorrência), pode ter prejudicado as análises e por consequência as variáveis ambientais que compuseram o modelo. Apesar de a metodologia aplicada ser de modo geral a utilizada a algum tempo para a construção de modelos estatísticos para análise de EHAV em outros países, como o exposto no texto. A distância entre a estação meteorológica a boia oceanográfica e as praias estudadas pode ser um fator preponderante do quanto o modelo representa a realidade.

A coleta de dados oceanográficos e meteorológicos direto nas praias e a obtenção de dados de abundância de águas-vivas acompanhado do expostos

acima. Se possível devem ser utilizados em trabalhos futuros que tenham como objetivo analisar e predita cenários que influenciam nas EHAV.

De maneira geral, conclui-se que esse esforço é capaz de inferir sobre quais variáveis influenciam nas EHAV nas praias do município de Garopaba durante as temporadas de verão. Assim como os cenários ambientais possíveis de alterar o quantitativo dessas EHAV. Contudo, a falta de dados que indicavam a quantidade de pessoas nas praias dificulta estimar a abundância de águas-vivas durante os registros de EHAV.

8 REFERÊNCIAS

A LAKKIS, Najla; MAHMASSANI, Dina M; MAALOUF, Grace Jamil. Jellyfish Stings: A Practical Approach. **Wilderness And Environmental Medicine**: researchgate, Beirut, v. 26, p. 422-429, abr. 2015.

ALBAJES-EIZAGIRRE, Anton; ROMERO, Laia; SORIA-FRISCH, Aureli; VANHELLEMONT, Quinten. Jellyfish prediction of occurrence from remote sensing data and a non-linear pattern recognition approach. **Remote Sensing For Agriculture, Ecosystems, And Hydrology XIII**, [S.L.], p. 0-10, 6 out. 2011. SPIE. http://dx.doi.org/10.1117/12.898162.

AOUITITEN, Majda; BEKKALI, Ratiba; NACHIT, Driss; LUAN, Xiaofeng; MRHRAOUI, Mohammed. Predicting Jellyfish Strandings in the Moroccan North-West Mediterranean Coastline. **European Scientific Journal Esj**, [S.L.], v. 15, n. 2, p. 0-5, 31 jan. 2019. European Scientific Institute, ESI. http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n2p72.

AZNAR, Fidel; PUJOL, Mar; RIZO, Ramón. A swarm behaviour for jellyfish bloom detection. **Ocean Engineering**, [S.L.], v. 134, p. 24-34, abr. 2017. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.oceaneng.2017.02.009.

AZNAR, Fidel; PUJOL, Mar; RIZO, Ramón. A swarm behaviour for jellyfish bloom detection. **Ocean Engineering**, [S.L.], v. 134, p. 24-34, abr. 2017. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.oceaneng.2017.02.009.

BARBIER, Edward B.; HACKER, Sally D.; KENNEDY, Chris; KOCH, Evamaria W.; STIER, Adrian C.; SILLIMAN, Brian R.. The value of estuarine and coastal ecosystem services. **Ecological Monographs**, [S.L.], v. 81, n. 2, p. 169-193, maio 2011. Wiley. http://dx.doi.org/10.1890/10-1510.1

Barton, K., 2009. Mu-MIn: Multi-model inference. R Package Version 0.12.2/r18.

BAZI, Carla Camila; PESSATTI, Marcus; RESGALLA JUNIOR, Charrid. Utilization of the jellyfish occuring in the bycatch for human consumption in the south of Brazil. **Pan-American Journal Of Aquatic Sciences**, Itajai, p. 13-23, 14 jan. 2019.

BOERO, F; BOUILLON, J; GRAVILI, C; MIGLIETTA, Mp; PARSONS, T; PIRAINO, S. Gelatinous plankton: irregularities rule the world (sometimes). **Marine Ecology Progress Series**, [S.L.], v. 356, p. 299-310, 18 mar. 2008. Inter-Research Science Center. http://dx.doi.org/10.3354/meps07368.

Brooks, M. E., Kristensen, K., Van Benthem, K. J., Magnusson, A., Berg, C. W., Nielsen, A., & Bolker, B. M. glmmTMB balances speed and flexibility among packages for zero-inflated generalized linear mixed modeling. The R journal, v. 9, n. 2, p. 378-400, 2017. http://dx.doi.org/10.32614/rj-2017-066.

BOSCH-BELMAR, Mar; MILISENDA, Giacomo; BASSO, Lorena; DOYLE, Thomas K.; LEONE, Antonella; PIRAINO, Stefano. Jellyfish Impacts on Marine Aquaculture and Fisheries. **Reviews In Fisheries Science & Aquaculture**, [S.L.], v. 29, n. 2, p. 242-259, 3 set. 2020. Informa UK Limited. http://dx.doi.org/10.1080/23308249.2020.1806201.

BRASIL. Instituto Nacional de Meteorologia. Previsão do tempo – Ccs-INEMT. Saiba os passos para a elaboração da previsão do tempo 2020. Disponível em: http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=sm_previsao_tempo. Acesso em: 26 Jun. 2020

Breheny, P., Burchett, W., 2017. Visualization of Regression Models Using visreg. R. J. 9, 56–71

BROTZ, Lucas; CHEUNG, William W. L.; KLEISNER, Kristin; PAKHOMOV, Evgeny; PAULY, Daniel. Increasing jellyfish populations: trends in large marine ecosystems. **Hydrobiologia**, [S.L.], v. 690, n. 1, p. 3-20, 3 abr. 2012. Springer Science and Business Media LLC. http://dx.doi.org/10.1007/s10750-012-1039-7.

BURNHAM, Kenneth P.; ANDERSON, David R.. **Model Selection and Multimodel Inference**: a practical information-theoretic approach second edition. 2. ed. New York: Springer, 2002.

CONDON, Rh; LUKAS, Ch; PITT, Ka; UYE, Si. Jellyfish blooms and ecological interactions. **Marine Ecology Progress Series**, [S.L.], v. 510, p. 109-110, 9 set. 2014. Inter-Research Science Center. http://dx.doi.org/10.3354/meps10993.

CEGOLON, Luca; HEYMANN, William; LANGE, John; MASTRANGELO, Giuseppe. Jellyfish Stings and Their Management: a review. **Marine Drugs**, [S.L.], v. 11, n. 12, p. 523-550, 22 fev. 2013. MDPI AG. http://dx.doi.org/10.3390/md11020523.

CORREIA, Ezequiel. Condições climáticas para o turismo balnear em Santiago (Cabo Verde): aplicação de duas classificações. (Climatic conditions for seaside tourism in Santiago Island (Cabo Verde): application of two classifications). **Researchgate**, Lisboa, v. 2, n. 1, p. 41-56, 03 mar. 1993.

DECKER, M B; BROWN, C W; HOOD, R R; PURCELL, J e; GROSS, T F; MATANOSKI, J C; BANNON, R O; SETZLER-HAMILTON, E M. Predicting the distribution of the scyphomedusa Chrysaora quinquecirrha in Chesapeake Bay. **Marine Ecology Progress Series**, Maryland, v. 329, n. 1, p. 99-113, jan. 2007. doi: 10.1111/j.2041-210X.2009.00001.x

DOTTORI, Marcelo. Circulação na plataforma continental. In: HARARI, Joseph (org.). Noções de Oceanografia. São Paulo: Instituto Oceanográfico, 2021. E-book. Cap. 10: p. 227-235.

DUARTE, Carlos M; A PITT, Kylie; LUCAS, Cathy H; PURCELL, Jennifer e; UYE, Shin-Ichi; ROBINSON, Kelly; BROTZ, Lucas; DECKER, Mary Beth; SUTHERLAND, Kelly R; MALEJ, Alenka. Is global ocean sprawl a cause of jellyfish blooms? **Frontiers In Ecology And The Environment**, [S.L.], v. 11, n. 2, p. 91-97, mar. 2013. Wiley. http://dx.doi.org/10.1890/110246

FENNER, Peter J.; LIPPMANN, John; GERSHWIN, Lisa-Ann. Fatal and Nonfatal Severe Jellyfish Stings in Thai Waters. **Journal Of Travel Medicine**, [S.L.], v. 17, n. 2, p. 133-138, 1 mar. 2010. Oxford University Press (OUP). http://dx.doi.org/10.1111/j.1708-8305.2009.00390.x.

HARTIG, F. DHARMa: Residual Diagnostics for Hierarchical (Multi-Level/Mixed) Regression Models. R package version 0.4. 6 https://CRAN. R-project. org/package= DHARMa, 2022.

FRIEDEL, Nadav; SCOLNIK, Dennis; ADIR, Dikla; GLATSTEIN, Miguel. Severe anaphylactic reaction to mediterranean jellyfish (Ropilhema nomadica) envenomation: case report. **Toxicology Reports**, [S.L.], v. 3, p. 427-429, 2016. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.toxrep.2016.03.006.

GERSHWIN, L. A. et al. Dangerous jellyfish blooms are predictable. Journal of the Royal Society Interface, [s.l.], v. 11, n,96, abr. 2014. J. R. Soc. Interface. https://doi.org/10.1098/rsif.2013.1168.

GERSHWIN, Lisa-Ann; DABINETT, Karen. Comparison of Eight Types of Protective Clothing against Irukandji Jellyfish Stings. **Journal Of Coastal Research**, [S.L.], v. 251, p. 117-130, jan. 2009. Coastal Education and Research Foundation. http://dx.doi.org/10.2112/07-0896.1.

GHERMANDI, Andrea; GALIL, Bella; GOWDY, John; NUNES, Paulo A.L.D.. Jellyfish outbreak impacts on recreation in the Mediterranean Sea: welfare estimates from a socioeconomic pilot survey in israel. **Ecosystem Services**, [S.L.], v. 11, p. 140-147, fev. 2015. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.12.004.

GLATSTEIN, Miguel; ADIR, Dikla; GALIL, Bella; SCOLNIK, Dennis; RIMON, Ayelet; PIVKO-LEVY, Dikla; HOYTE, Christopher. Pediatric jellyfish envenomation in the Mediterranean Sea. **European Journal Of Emergency Medicine**, [S.L.], v. 25, n. 6, p. 434-439, dez. 2018. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). http://dx.doi.org/10.1097/mej.0000000000000479.

HADDAD JUNIOR, Vidal; COSTA, Maurício Azevedo de Oliveira; NAGATA, Renato. Outbreak of jellyfish envenomations caused by the species Olindias sambaquiensis (CNIDARIA: hydrozoa) in the rio grande do sul state (brazil). **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, [S.L.], v. 52, n. 1, p. 0-1, 03 out. 2019. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/0037-8682-0137-2019.

HADDAD JUNIOR, Vidal; SILVEIRA, Fábio Lang da; MIGOTTO, Álvaro Esteves. SKIN LESIONS IN ENVENOMING BY CNIDARIANS (PORTUGUESE MAN-OF-WAR AND JELLYFISH): ETIOLOGY AND SEVERITY OF ACCIDENTS ON THE BRAZILIAN COAST. Rev. **Inst. Med. Trop. S. Paulo**, São Paulo, v. 52, n. 1, p. 47-50, jan. 2010

HADDAD JUNIOR, Vidal; SZPILMAN, David; SZPILMAN, Marcelo. **Recomendação SOBRASA LESÕES POR ÁGUAS-VIVAS**. 2017. Disponível em: http://www.sobrasa.org/new_sobrasa/arquivos/recomendacoes/LESOES%20POR %20AGUAS-VIVAS_Recomendacao_SOBRASA.pdf. Acesso em: 05 fev. 2017.

HADDAD, Maria A.; NOGUEIRA JÚNIOR, Miodeli. Reappearance and seasonality of Phyllorhiza punctata von Lendenfeld (Cnidaria, Scyphozoa, Rhizostomeae) medusae in southern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, [S.L.], v. 23, n. 3, p. 824-831, set. 2006. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/s0101-81752006000300030.

HAYS, Graeme C.; DOYLE, Thomas K.; HOUGHTON, Jonathan D.R.. A Paradigm Shift in the Trophic Importance of Jellyfish? **Trends In Ecology & Evolution**, [S.L.], v. 33, n. 11, p. 874-884, nov. 2018. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.tree.2018.09.001.

HOUGHTON, Jdr; DOYLE, Tk; DAVENPORT, J; HAYS, Gc. Developing a simple, rapid method for identifying and monitoring jellyfish aggregations from the air. **Marine Ecology Progress Series**, [S.L.], v. 314, p. 159-170, 22 maio 2006. Inter-Research Science Center. http://dx.doi.org/10.3354/meps314159.

KEESING, John; GERSHWIN, Lisa-Ann; TREW, Tim; STRZELECKI, Joanna; BEARHAM, Douglas; LIU, Dongyan; WANG, Yueqi; ZEIDLER, Wolfgang; ONTON, Kimberly; SLAWINSKI, Dirk. Role of winds and tides in timing of beach strandings, occurrence, and significance of swarms of the jellyfish Crambione mastigophora Mass 1903 (Scyphozoa: Rhizostomeae: Catostylidae) in north-western Australia. **Springer**: Hydrobiologia, Australia, v. 768, n. 1, p. 1-2, out. 2015.

LICUANAN, Wilfredo; VERDADERO, Francis Xavier; ANG, Julia Louise; SANTOS, Berlin de Los; METILLO, Ephrime. Initial Findings Suggest Box Jellyfish Encounters along Shallow Philippine Coastlines are Predictable. **Philippine Journal Of Science**, [S.L.], v. 150, n. 6, p. 1641-1645, 20 set. 2021. Science and Technology Information Institute. http://dx.doi.org/10.56899/150.6b.03.

LIPPMANN, John M.; FENNER, Peter J.; WINKEL, Ken; GERSHWIN, Lisa-Ann. Fatal and Severe Box Jellyfish Stings, Including Irukandji Stings, in Malaysia, 2000–2010. **Journal Of Travel Medicine**, [S.L.], v. 18, n. 4, p. 275-281, 1 jul. 2011. Oxford University Press (OUP). http://dx.doi.org/10.1111/j.1708-8305.2011.00531.x.

LUCAS, Cathy H.; GELCICH, Stefan; UYE, Shin-Ichi. Living with Jellyfish: management and adaptation strategies. **Jellyfish Blooms**, [S.L.], p. 129-150, 28 set. 2013. Springer Netherlands. http://dx.doi.org/10.1007/978-94-007-7015-7_6.

MATSUURA, Yasunobu. Contribuicao ao estudo da estrutura oceanografica da regiao sudeste entre cabo frio (rj) e cabo de santa marta grande (sc) (1986). **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 38, n. 8, p. 1439-50, jan. 1986.

MCFADDEN, Catherine s; QUATTRINI, Andrea M; BRUGLER, Mercer R; COWMAN, Peter F; DUEÑAS, Luisa F; KITAHARA, Marcelo V; A PAZ-GARCÍA, David; REIMER, James D; RODRÍGUEZ, Estefanía. Phylogenomics, Origin, and Diversification of Anthozoans (Phylum Cnidaria). **Systematic Biology**, [S.L.], v. 70, n. 4, p. 635-647, 28 jan. 2021. Oxford University Press (OUP). http://dx.doi.org/10.1093/sysbio/syaa103.

MCILWAINE, Ben; CASADO, Mónica Rivas. JellyNet: the convolutional neural network jellyfish bloom detector. **International Journal Of Applied Earth Observation And Geoinformation**, [S.L.], v. 97, p. 102279, maio 2021. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.jag.2020.102279.

MORENO, Alvaro; AMELUNG, Bas; SANTAMARTA, Lorena. Linking Beach Recreation to Weather Conditions: a case study in zandvoort, netherlands. **Tourism In Marine Environments**, [S.L.], v. 5, n. 2, p. 111-119, 1 jun. 2008. Cognizant, LLC. http://dx.doi.org/10.3727/154427308787716758.

NOGUEIRA JÚNIOR, Miodeli; NAGATA, Renato Mitsuo; HADDAD, Maria Angélica. Seasonal variation of macromedusae (Cnidaria) at North Bay, Florianópolis, southern Brazil. **Zoologia (Curitiba)**, [S.L.], v. 27, n. 3, p. 377-386, jun. 2010. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/s1984-46702010000300009.

OLIVEIRA, Otto M. P.; MIRANDA, Thaís P.; ARAUJO, Enilma M.; AYÓN, Patricia; CEDEÑO-POSSO, Cristina M.; CEPEDA-MERCADO, Amancay A.; CÓRDOVA, Pablo; CUNHA, Amanda F.; GENZANO, Gabriel N.; HADDAD, Maria Angélica. Census of Cnidaria (Medusozoa) and Ctenophora from South American marine waters. **Zootaxa**, [S.L.], v. 4194, 17 nov. 2016. Magnolia Press. http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.4194.1.1.

PEREIRA, Marçal Duarte; SCHETTINI, Carlos Augusto França; OMACHI, Claudia Yuki. Caracterização de feições oceanográficas na plataforma de Santa Catarina através de imagens orbitais. **Revista Brasileira de Geofísica**, [S.L.], v. 27, n. 1, p. 81-93, mar. 2009. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/s0102-261x2009000100007.

PONTIN, David R.; WORNER, Sue P.; WATTS, Michael J.. Using TimeUsing Time Lagged Input Data to Improve Prediction of Stinging Jellyfish Occurrence at New Zealand Beaches by Multi-Layer Perceptrons Lagged Input Data to Improve Prediction of Stinging Jellyfish Occurrence at New Zealand Beaches by Multi-Layer Perceptrons. **Advances In Neuro-Information Processing**, [S.L.], p. 909-916, 2009. Springer Berlin Heidelberg. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-02490-0_111.

PURCELL, J.e.; BAXTER, E.J.; FUENTES, V.L.. Jellyfish as products and problems of aquaculture. **Advances In Aquaculture Hatchery Technology**, [S.L.], p. 404-430, 2013. Elsevier. http://dx.doi.org/10.1533/9780857097460.2.404.

PURCELL, Je; UYE, S; LO, W. Anthropogenic causes of jellyfish blooms and their direct consequences for humans: a review. **Marine Ecology Progress Series**, [S.L.], v. 350, p. 153-174, 22 nov. 2007. Inter-Research Science Center. http://dx.doi.org/10.3354/meps07093.

RAHI, Joe El; WEEBER, Marc P.; SERAFY, Ghada El. Modelling the effect of behavior on the distribution of the jellyfish Mauve stinger (Pelagia noctiluca) in the Balearic Sea using an individual-based model. **Ecological Modelling**, [S.L.], v. 433, p. 109230, out. 2020. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2020.109230.

RAPOSO, António; ALASQAH, Ibrahim; ALFHEEAID, Hani A.; ALSHARARI, Zayed D.; ALTURKI, Hmidan A.; RAHEEM, Dele. Jellyfish as Food: a narrative review. **Foods**, [S.L.], v. 11, n. 18, p. 2773, 8 set. 2022. MDPI AG. http://dx.doi.org/10.3390/foods11182773.

RESGALLA JUNIOR, Charrid; GONÇALVES, Vitor Coutinho; KLEIN, Antonio Henrique da Fontoura. BRAZILIAN JOURNAL OF OCEANOGRAPHY. **Brazilian Journal Of Oceanography**, Itajai, v. 4, n. 53, p. 183-186, mar. 2005.

RESGALLA JUNIOR, Charrid; ROSSETO, André L; HADDAD JUNIOR, Vidal. Report of an outbreak of stings caused by Olindias sambaquiensis Muller, 1861 (Cnidaria: hydrozoa) in southern brazil. **Brazilian Journal Of Oceanography**, [S.L.], v. 59, n. 4, p. 391-396, dez. 2011. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/s1679-87592011000400009.

RESGALLA, C.; PETRI, L.; SILVA, B. G. Teodoro da; BRILHA, R. T.; ARAðJO, S. A.; ALMEIDA, T. C. M.. Outbreaks, coexistence, and life cycle of jellyfish species in relation to abiotic and biological factors along a South American

coast. **Hydrobiologia**, [S.L.], v. 839, n. 1, p. 87-102, 20 jun. 2019. Springer Science and Business Media LLC. http://dx.doi.org/10.1007/s10750-019-03998-0.

RICHARDSON, Anthony J.; BAKUN, Andrew; HAYS, Graeme C.; GIBBONS, Mark J. The jellyfish joyride: causes, consequences and management responses to a more gelatinous future. Trends In Ecology & Evolution, [s.l.], v. 24, n. 6, p. 312-322, jun. 2009. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.tree.2009.01.010.

RUIZ-FRAU, Ana. Impacts of jellyfish presence on tourists' holiday destination choices and their willingness to pay for mitigation measures. **Journal Of Environmental Planning And Management**, [S.L.], p. 1-19, 22 abr. 2022. Informa UK Limited. http://dx.doi.org/10.1080/09640568.2022.2061926.

SANTA CATARINA. Krislei Oechsle. Jornalista – Ccs-cbmsc. Bandeira lilás na praia é sinal de água-viva. 2017. Disponível em: https://portal.cbm.sc.gov.br/index.php/sala-de-imprensa/noticias/institucionais/2521-bandeira-lilas-na-praia-e-sinal-de-agua-viva. Acesso em: 21 dez. 2021

SCHERER, Marinez. Gestão de Praias no Brasil: subsídios para uma reflexão. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, [S.L.], v. 13, n. 1, p. 3-13, mar. 2013. Associacao Portuguesa dos Recursos Hidricos (APRH). http://dx.doi.org/10.5894/rgci358.

SILVA, Renato Amorim da; SILVA, Anderson Thiago Monteiro da; NETA, Alzira de Lucena Correia Leite; NEVES, Ricardo Ferreira das. Ensino de zoologia no Brasil. **Revista de Ensino de Biologia da Sbenbio**, [S.L.], p. 626-644, 28 jun. 2021. Revista de Ensino de Biologia. http://dx.doi.org/10.46667/renbio.v14i1.374

STRAEHLER-POHL, I.; JARMS, G.. Identification key for young ephyrae: a first step for early detection of jellyfish blooms. **Hydrobiologia**, [S.L.], v. 645, n. 1, p. 3-21, 21 mar. 2010. Springer Science and Business Media LLC. http://dx.doi.org/10.1007/s10750-010-0226-7.

SUGIURA, Nariaki. Further analysts of the data by akaike' s information criterion and the finite corrections. **Communications In Statistics - Theory And Methods**, [S.L.], v. 7, n. 1, p. 13-26, jan. 1978. Informa UK Limited. http://dx.doi.org/10.1080/03610927808827599

TINTA, Tinkara; KLUN, Katja; HERNDL, Gerhard J.. The importance of jellyfish–microbe interactions for biogeochemical cycles in the ocean. **Limnology And Oceanography**, [S.L.], v. 66, n. 5, p. 2011-2032, 7 abr. 2021. Wiley. http://dx.doi.org/10.1002/lno.11741.

TURK, Tom; KEM, William R.. The phylum Cnidaria and investigations of its toxins and venoms until 1990. **Toxicon**, [S.L.], v. 54, n. 8, p. 1031-1037, dez. 2009. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.toxicon.2009.06.031.

VANNUCCI, M. ON THE ECOLOGY OF BRAZILIAN MEDUSAE AT 25° LAT. S. **Insto Oceano da Usp**, São Paulo, v. 182, n. 1, p. 143-184, mar. 1963.

VASSLIDES, James M.; SASSANO, Nina L.; HALES, L. Stanton. Assessing the effects of a barrier net on jellyfish and other local fauna at estuarine bathing beaches. **Ocean & Coastal Management**, [S.L.], v. 163, p. 364-371, set. 2018. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.07.012.

Wickham, H., 2016. ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. Springer-Verlag, NewYork. ISBN 978-3-319-24277-4.

Wood, S.N., 2017. Generalized Additive Models: An Introduction with R. Chapman and Hall/CRC, Boca Raton, FL.

ZEILEIS, Achim; HOTHORN, Torsten. Diagnostic Checking in Regression Relationships. R News, W, v. 2, n. 3, p. 7-10, dez. 2002.

ZUUR, Alain F.; IENO, Elena N.; ELPHICK, Chris S.. A protocol for data exploration to avoid common statistical problems. **British Ecological Society.** London, p. 3-14. 23 fev. 2010.

ZUUR, Alain F.; IENO, Elena N.; WALKER, Neil J.; SAVELIEV, Anatoly A.; SMITH, Graham M.. **Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R**. New York, Us: Springer Science & Business Media, 2009. 580 p.