

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - BACHARELADO

**A INFLUÊNCIA DA SECA EXTREMA NA
DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL
DE *Stellifer brasiliensis* (SCHULTZ, 1945) E
Stellifer rastrifer (JORDAN, 1889) NO
ESTUÁRIO DO RIO SÃO MATEUS, NORTE
DO ESPÍRITO SANTO**

ELLEN MAURÍCIO FARIA

São Mateus/ES

Agosto/2025

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - BACHARELADO

**A INFLUÊNCIA DA SECA EXTREMA NA
DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL
DE *Stellifer brasiliensis* (SCHULTZ, 1945) E
Stellifer rastrifer (JORDAN, 1889) NO
ESTUÁRIO DO RIO SÃO MATEUS, NORTE
DO ESPÍRITO SANTO**

ELLEN MAURÍCIO FARIA

Monografia de conclusão de curso
apresentada ao Curso de Ciências Biológicas
da Universidade Federal do Espírito Santo,
como requisito parcial para obtenção do título
de BACHAREL EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS.

Orientadora: Helen Audrey Pichler
Coorientador: Maurício Hostim Silva

**São Mateus/ES
Agosto/2025**



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO

FOLHA DE APROVAÇÃO

Autor: **Ellen Maurício Faria**

Título: **“A influência da seca extrema na distribuição espacial e temporal de *Stellifer brasiliensis* (Schultz, 1945) e *Stellifer rastrifer* (Jordan, 1889) no estuário do rio São Mateus, norte do Espírito Santo”**

Monografia do Curso de Ciências Biológicas (Bacharelado)
Defendida e aprovada em 19/08/2025

Documento assinado digitalmente
gov.br HELEN AUDREY PICHLER
Data: 19/08/2025 14:26:46-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientador(a) e presidente da Comissão Examinadora

Documento assinado digitalmente
gov.br JULIANA CASTRO MONTEIRO PIROVANI
Data: 19/08/2025 15:16:49-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Examinador 1

Documento assinado digitalmente
gov.br WALTER DENNIS MENEZES DE OLIVEIRA
Data: 20/08/2025 13:48:15-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Examinador 2

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Universidade Federal do Espírito Santo por ter me proporcionado uma boa formação e a oportunidade de conhecer pessoas incríveis, que me fizeram enxergar a vida com novas perspectivas.

Agradeço ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) pelo financiamento (Chamada Universal, Processo 482499/2013-3) concedido ao Coorientador Maurício Hostim-Silva.

Ao meu coorientador, Maurício Hostim Silva, por me encantar com suas aulas de zoologia e me acolher no Laboratório de Ecologia de Peixes Marinhos, onde conheci profissionais extraordinários. Muito obrigada pelas oportunidades em projetos e por toda contribuição na finalização deste trabalho.

À minha Orientadora, Helen Audrey Pichler, obrigada pelas conversas, pelos conselhos (e até pelos puxões de orelha kkkk), e por toda paciência para corrigir meu trabalho. Minha trajetória até aqui só foi possível graças a você. Quando eu estava prestes a desistir do curso, foi você quem, mesmo sem me conhecer, estendeu a mão e me ajudou de forma grandiosa. Muito obrigada pela amizade, pela companhia nos momentos difíceis e por acreditar em mim. Serei eternamente grata.

Agradeço ao Rafa e o Ronaldo por me ajudarem a entender o R e por toda paciência e disponibilidade em explicar os gráficos.

Aos meus amigos, que fizeram essa jornada ser mais leve e divertida, meu carinho especial. A todos do grupo Reta final, que me apoiaram e inspiraram até o fim. Em especial a Iza doutora que se disponibilizou a me ajudar até em pleno sábado! muito obrigada.

Aos meus amigos, Aparício, minha primeira amizade na graduação, obrigada pela ajuda e apoio. E a Izabella, uma amizade que eu nem sabia que precisava, obrigada por me animar nos momentos difíceis. Levarei a amizade de vocês para vida.

Agradeço ao meu melhor amigo Natan, que sempre se mostrou disposto a ler e revisar meu trabalho, contribuindo com ideias. Muito obrigada pela companhia, pelas risadas e pelos filmes ruins que só a gente sabe escolher. Te amo.

À minha irmã Thaís, obrigada por simplesmente existir e por estar ao meu lado. Tivemos o privilégio de estudar juntas, e talvez nem percebemos o quanto isso foi importante e significativo. Obrigada por me mostrar que eu sou capaz e por acreditar

em mim mesmo quando eu duvidava. Quem dera todos tivessem a sorte de ter uma irmã como você. Te amo, Thati.

A minha irmã Nayane, cuja paciência admiro profundamente, e conselhos que serei sempre grata. Agradeço por me presentear com duas sobrinhas incríveis: Helena e Jasmine. Sou imensamente grata pelo tempo em que fui babá delas, pois foi crucial para minha saúde mental. Amo vocês demais.

Expresso eterna gratidão aos meus pais. Obrigada por me apoiarem ao longo desses anos, por estarem ao meu lado nos altos e baixos, e por fazerem de tudo para me oferecer o melhor. Mãe, obrigada pelo colo, pelos conselhos e por me ensinar a confiar em mim. Ao meu pai, que, apesar de ser sério, tem um coração enorme e sempre me conforta com abraços calorosos. Amo vocês mais do que posso expressar.

Em memória de minha querida avó Eunice, que se encantava com as curiosidades sobre os animais e o meio ambiente, e me fazia sentir como a pessoa mais inteligente do mundo. Te amo eternamente vó.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, fizeram parte da minha jornada durante esses anos de graduação. A minha família e amigos, o meu muito obrigada.

“Se você não correr riscos, não poderá
criar um futuro.” - One Piece

Sumário

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	4
2.1 Objetivo geral	4
2.2 Objetivos específicos	4
3. METODOLOGIA	4
3.1 Área de estudo	4
3.2 Coleta de dados	6
3.3 Análise de dados	7
4. RESULTADOS	12
4.1 Variáveis ambientais	12
4.2 <i>Stellifer brasiliensis</i>	13
4.3 <i>Stellifer rastrifer</i>	18
5. DISCUSSÃO	21
6. CONCLUSÃO	23
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
APÊNDICES	31

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Estuário do rio São Mateus em Conceição da Barra com os pontos de coleta. Fonte: próprio autor.....	5
Figura 2- Variação na intensidade dos eventos El Niño e La Niña entre agosto de 2014 e novembro de 2017, nos períodos antes da seca extrema (ASE), seca extrema (SE) e depois da seca extrema (DSE). O período de seca extrema está destacado em vermelho. Fonte: NOAA, 2025.....	8
Figura 3- Precipitação mensal observada (mm) e precipitação da média histórica (1984-2014) (mm) ao longo do período de estudo. O período de seca extrema está destacado em vermelho. Fonte: INMET, 2024.....	9
Figura 4- Vegetação dulcícola impactada pela alta salinidade observada nos períodos de seca extrema no rio São Mateus, em Conceição da Barra/ES. Crédito: H. A. Pichler.....	9
Figura 5- Média e erro padrão das variáveis ambientais por ponto (P1, P2, P3 e P4) nos períodos antes da seca extrema (ASE), seca extrema (SE) e depois da seca extrema (DSE), (a) Temperatura; (b) Salinidade. Fonte: próprio autor.	13
Figura 6- Densidade (a) e biomassa (b) de <i>S. brasiliensis</i> nos diferentes pontos (P1, P2, P3, P4) do estuário do rio São Mateus/ES, ao longo dos períodos Antes da Seca Extrema (ASE), Seca Extrema (SE) e Depois da Seca Extrema (DSE). As caixas representam o intervalo interquartil (IQR). Pontos pretos indicam a mediana. As barras verticais mostram a dispersão dos dados, enquanto os círculos representam outliers. Fonte: próprio autor.....	14
Figura 7- Relação peso-comprimento de <i>S. brasiliensis</i> no período antes da seca extrema (ASE).....	15
Figura 8- Relação peso-comprimento de <i>S. brasiliensis</i> no período de seca extrema (SE)	16
Figura 9- Relação peso-comprimento de <i>S. brasiliensis</i> no período depois da seca extrema (DSE).....	16
Figura 10- Relação da presença/ausência de <i>S. brasiliensis</i> na temperatura. A linha azul escuro representa os valores modelados da presença/ausência com base na temperatura, enquanto a área sombreada azul indica o desvio padrão. Fonte: próprio autor	17
Figura 11- Relação da presença/ausência de <i>S. brasiliensis</i> na salinidade. A linha azul escuro representa os valores modelados da presença/ausência com base na salinidade, enquanto a área sombreada azul indica o desvio padrão. Fonte: próprio autor.....	18
Figura 12- Densidade (a) e biomassa (b) de <i>S. rastrifer</i> nos diferentes pontos (P1, P2, P3, P4) do estuário do rio São Mateus, ao longo dos períodos Antes da Seca Extrema (ASE), Seca Extrema (SE) e Depois da Seca Extrema (DSE). As caixas representam o intervalo interquartil (IQR). Pontos pretos indicam a mediana. As barras verticais mostram a dispersão dos dados, enquanto os círculos representam outliers. Fonte: próprio autor.....	19

Figura 13- Relação da presença/ausência de *S. rastrifer* na salinidade. A linha azul escuro representa os valores modelados da presença/ausência com base na salinidade, enquanto a área sombreada azul indica o desvio padrão. Fonte: próprio autor. 20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Variação de temperatura e salinidade entre pontos, períodos e a interação entre pontos e períodos. Os testes aplicados foram ANOVA (F) para temperatura e Kruskal-Wallis (H) para salinidade. Valores de p significativos ($p \leq 0,05$) estão em negrito.....	12
Tabela 2- Resultado da PERMANOVA para densidade e biomassa de <i>S. brasiliensis</i> em relação aos períodos (ASE, SE, DSE), pontos (P1, P2, P3 e P4) e a interação (Período x Ponto), sendo: grau de liberdade (GL), soma de quadrados (SQ), pseudo-F. Valores de p significativos ($p \leq 0,05$) estão em negrito.	14
Tabela 3- Relação peso-comprimento entre os períodos antes da seca extrema (ASE), seca extrema (SE) e depois da seca extrema (DSE), com as equações e os valores de R^2 (coeficiente de correlação) e $p < 0,001$. Valores de p significativos estão em negrito.....	15
Tabela 4- Análise da tabela para o modelo linear generalizado (GLM) para <i>S. brasiliensis</i> baseado em distribuição binomial. Onde: GL (grau de liberdade), Desvio para melhor ajuste de modelo, DR (desvio residual) ajuste de modelo com fator e valores de p significativos ($p \leq 0,05$) estão em negrito.	17
Tabela 5- Resultado da PERMANOVA para densidade e biomassa de <i>S. rastrifer</i> em relação aos períodos (ASE, SE, DSE), pontos (P1, P2, P3 e P4) e a interação (Período x Ponto). Sendo: grau de liberdade (GL), soma de quadrados (SQ), pseudo-F e Valores de p significativos ($p \leq 0,05$) estão em negrito.	19
Tabela 6- Análise da tabela para o modelo linear generalizado (GLM) para <i>S. rastrifer</i> baseado em distribuição binomial. Onde: GL (grau de liberdade), Desvio para melhor ajuste de modelo, DR (desvio residual) ajuste de modelo com fator e valores de p significativos ($p \leq 0,05$) estão em negrito.....	20

RESUMO

Os estuários são ecossistemas dinâmicos que podem ser intensamente afetados por eventos climáticos extremos, como secas prolongadas associadas ao fenômeno El Niño, que alteram a salinidade, a temperatura e a disponibilidade de recursos nesses ambientes. Este estudo analisou os efeitos da seca extrema ocorrida entre setembro de 2015 e setembro de 2016 na distribuição espaço-temporal das espécies *Stellifer brasiliensis* e *Stellifer rastrifer* no estuário do rio São Mateus, localizado na Área de Proteção Ambiental de Conceição da Barra, no norte do Espírito Santo. As coletas foram realizadas antes, durante e após o evento climático, com registro de variáveis ambientais e coleta de indivíduos para análise da densidade, biomassa e relação peso-comprimento. A densidade e a biomassa foram estimadas por captura por unidade de área (CPUA), com padronização dos valores para 100 m². As análises estatísticas incluíram testes de normalidade e homogeneidade de variância, ANOVA, Kruskal-Wallis, PERMANOVA e Modelos Lineares Generalizados (GLMs), a fim de identificar variações significativas e os fatores ambientais determinantes da distribuição das espécies. Os resultados indicaram que a seca extrema elevou significativamente a salinidade nos pontos mais internos do estuário, afetando a distribuição da abundância e da biomassa das espécies estudadas. *Stellifer brasiliensis* apresentou maior abundância em áreas de menor salinidade e demonstrou maior sensibilidade às variações ambientais, predominando na parte mais interna do estuário enquanto *Stellifer rastrifer* foi mais frequente em regiões com maior salinidade e apresentou menor variação populacional ao longo dos períodos. Ambas as espécies exibiram crescimento alométrico positivo. A análise por GLM demonstrou que a presença de *Stellifer brasiliensis* foi influenciada tanto pela salinidade quanto pela temperatura, enquanto *Stellifer rastrifer* respondeu principalmente à salinidade, evidenciando o papel dos gradientes ambientais na estruturação das comunidades estuarinas e os impactos que eventos climáticos extremos podem causar na ecologia de peixes estuarinos.

Palavras-chave: Cangoá, variação ambiental, El Niño, salinidade, temperatura, Atlântico Oeste Subtropical.

ABSTRACT

Estuaries are dynamic ecosystems that can be intensely affected by extreme climatic events, such as prolonged droughts associated with the El Niño phenomenon, which alter salinity, temperature, and resource availability in these environments. This study analyzed the effects of the extreme drought that occurred between September 2015 and September 2016 on the spatial-temporal distribution of the species *Stellifer brasiliensis* and *Stellifer rastrifer* in the São Mateus River estuary, located in the Environmental Protection Area of Conceição da Barra, in the north of Espírito Santo. Collections were made before, during, and after the climatic event, with environmental variables recorded and individuals collected for density, biomass, and length-weight ratio analysis. Density and biomass were estimated by catch per unit area (CPUA), with values standardized to 100 m². Statistical analyses included tests for normality and homogeneity of variance, ANOVA, Kruskal-Wallis, PERMANOVA, and Generalized Linear Models (GLMs) to identify significant variations and the environmental factors determining species distribution. The results indicated that the extreme drought significantly increased salinity in the inner points of the estuary, affecting the abundance and biomass distribution of the species studied. *Stellifer brasiliensis* showed higher abundance in areas of lower salinity and demonstrated greater sensitivity to environmental variations, predominating in the innermost part of the estuary, while *Stellifer rastrifer* was more frequent in regions with higher salinity and showed less population variation across periods. Both species exhibited positive allometric growth. GLM analysis showed that the presence of *Stellifer brasiliensis* was influenced by both salinity and temperature, while *Stellifer rastrifer* primarily responded to salinity, highlighting the role of environmental gradients in the structuring of estuarine communities and the impacts that extreme climatic events can have on the ecology of estuarine fish.

Keywords: Cangoá, environmental variation, El Niño, salinity, temperature, Subtropical Western Atlantic.

1. INTRODUÇÃO

Os estuários são ecossistemas de transição entre rios e o oceano, caracterizados por uma salinidade variável devido à contínua mistura entre a água doce e a água salgada (Neto *et al.*, 2019). Essas transições ocorrem em diferentes interfaces dentro do estuário, como entre a água doce e o estuário, entre o estuário e o mar, entre a superfície e o fundo da água, além das laterais do sistema, formando gradientes ambientais que influenciam a biodiversidade local (Basset *et al.*, 2013). Este ambiente sustenta uma biota característica, adaptada a constantes alterações de salinidade e nutrientes (Whitfield & Elliott, 2011), e apresenta uma alta produtividade biológica como algas e organismos planctônicos e bentônicos, que geram biomassa essencial para a cadeia alimentar aquática, fornecendo habitats cruciais para diversas espécies, preservando a biodiversidade e a saúde dos ecossistemas costeiros (Gillanders *et al.*, 2011; Yabsley *et al.*, 2020).

Diversos organismos utilizam os estuários como áreas de reprodução e criadouro para o desenvolvimento de ovos e larvas, incluindo peixes. Alguns desses organismos usufruem do estuário somente na fase inicial, outros durante todo seu ciclo de vida, onde encontram alimento abundante e proteção contra predadores, aumentando as chances de sobrevivência, visto que, a ictiofauna contribui para a diversidade, desempenhando um papel crucial como indicador da qualidade ambiental, da alta produtividade biológica e da manutenção da qualidade da água (Aguilar-Medrano *et al.*, 2019; Possamai *et al.*, 2024).

As espécies majoritariamente encontradas em estuários são da família Sciaenidae, distribuídas pelos oceanos Atlântico, Índico e Pacífico (Sasaki, 1989). Pertencentes ao gênero *Stellifer* (Oken, 1817) as espécies *Stellifer brasiliensis* (Schultz, 1945) e *Stellifer rastrifer* (Jordan, 1889), conhecidas na região como cangoá, são encontradas em abundância nesses ambientes (Barletta *et al.*, 2005), desempenhando um papel importante na dieta de vários animais, como da toninha e do golfinho da Guiana (Rupil *et al.*, 2019; Benedetto & Siciliano, 2021), além de serem frequentemente afetadas pelo “bycatch” (captura acidental) (Coelho *et al.*, 1986; Pinheiro & Martins, 2009). Apesar de apresentarem baixo valor comercial, as capturas acidentais ocorrem em grandes quantidades e os indivíduos frequentemente são devolvidos ao mar sem chance de sobrevivência ou já mortos (Vianna & Almeida, 2005).

A espécie *S. brasiliensis* está amplamente distribuída no estuário do rio São Mateus, sendo encontrada tanto em manguezais quanto em regiões costeiras, com maior abundância nas áreas internas, onde a influência marinha é menor. Os indivíduos dessa espécie são de pequeno porte e apresentam atividade reprodutiva contínua ao longo do ano (Almeida, 2018; Cavassani, 2019). Já *S. rastrifer* se destaca como a espécie mais abundante em áreas de maior salinidade, apresentando uma predominância de fêmeas nas classes de maior comprimento. A espécie realiza desova ao longo de todo o ano, com preferência por locais de salinidade elevada, mas não é considerada residente estuarina, pois utiliza o estuário principalmente para desenvolvimento ou reprodução (Almeida, 2015).

Com as mudanças climáticas, os estuários são ecossistemas particularmente vulneráveis, sendo impactados pelo aumento do nível do mar e o aquecimento das temperaturas oceânicas (Chiang & Ling, 2017; Kimball *et al.*, 2020). Essas alterações climáticas modificam os padrões de distribuição geográfica das espécies, que buscam novos habitats apropriados, tornando esses padrões amplos ou restritos (Román-Palacios & Wiens, 2020; Anciães & Peterson, 2006; Burrows *et al.*, 2014).

Dentre os eventos extremos que afetam a dinâmica dos estuários, vale destacar o El Niño Oscilação Sul (ENOS) composto pelo El Niño, caracterizado pelo aquecimento anormal das águas do Oceano Pacífico Equatorial, e La Niña, associado ao resfriamento dessas águas (Marengo *et al.*, 2017; NOAA, 2025). Durante períodos de El Niño, no sudeste do Brasil, ocorre escassez de chuvas, levando a menor descarga fluvial nos estuários, elevando a salinidade e comprometendo a função de berçário, impactando a abundância de juvenis e a estrutura das assembleias de peixes (Marengo *et al.*, 2017). Já o La Niña aumenta as precipitações nesta região, reabastecendo rios e reduzindo a salinidade, o que pode alterar a dinâmica das comunidades de peixes (Castro-Silva *et al.*, 2023; Ning *et al.*, 2019).

Os eventos de ENOS exercem uma influência sobre a abundância e distribuição de peixes em estuários, principalmente devido às variações na vazão e no nível da água durante esses períodos. Essas mudanças afetam a disponibilidade de alimento, a salinidade e a estrutura dos habitats, fatores essenciais para o desenvolvimento, recrutamento e reprodução das espécies. Enquanto eventos El Niño de menor intensidade não provocam alterações expressivas, eventos moderados a intensos

resultam em um declínio contínuo na abundância de espécies marinhas (Possamai *et al.*, 2024; Garcia *et al.*, 2004; Alves *et al.*, 2021; Smolders *et al.*, 2000).

As variáveis ambientais, como salinidade, temperatura, turbidez, oxigênio dissolvido e pH, impactam a sobrevivência, o crescimento e reprodução dos peixes estuarinos. Quando o ambiente sofre muitas alterações, especialmente na salinidade, os peixes são afetados devido ao aumento do gasto energético necessário para a osmorregulação, processo que permite que os peixes se adaptem a diferentes níveis de salinidade, mantendo o equilíbrio hídrico e iônico (Boeuf & Payan, 2001; Baptista *et al.*, 2015; Feyrer *et al.*, 2015; Vasconcelos *et al.*, 2015).

No norte do Espírito Santo, a irregularidade do regime de chuvas resulta em secas prolongadas, frequentemente agravadas por eventos de El Niño (Alvalá *et al.*, 2017; Favero *et al.*, 2022). Durante a maior crise hídrica no estado capixaba, verificada entre 2014 e 2016, as chuvas ficaram abaixo da média histórica em todo o estado. A precipitação anual média em Conceição da Barra é de 1.500 mm (INCAPER, 2024), mas nesses três anos, os valores ficaram abaixo dessa média, com redução de mais de 200 mm em 2014, cerca de 600 mm a menos em 2015 e diminuição de aproximadamente 500 mm em 2016 em relação à média histórica (INCAPER, 2024).

As duas espécies possuem padrões de distribuição distintos, provavelmente relacionados às suas preferências ecológicas e estratégias reprodutivas. *S. brasiliensis*, com maior ocorrência dentro do estuário, prefere locais com menores concentrações de salinidade, onde a influência das águas oceânicas é reduzida (Cavassani, 2019). Por outro lado, *S. rastrifer*, mais abundante fora do estuário, ocorre em regiões onde a salinidade é mais alta e a influência das águas continentais é menor (Almeida, 2015).

Nesse contexto, o estudo sobre a distribuição espacial e temporal dessas duas espécies congêneres no estuário do rio São Mateus é essencial para entender como fatores ambientais, como temperatura e salinidade, afetam a ocupação dos habitats estuarinos. Além disso, *S. brasiliensis* e *S. rastrifer* possuem estratégias ecológicas diferentes, com preferências distintas ao longo do gradiente de salinidade, o que torna importante comparar as respostas dessas espécies a variações ambientais.

Dessa forma, estudar a distribuição dessas espécies amplia o conhecimento sobre os efeitos das mudanças climáticas nos estuarinos e oferece subsídios para estratégias de manejo e conservação desses ecossistemas.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar como a seca extrema, entre setembro de 2015 e setembro de 2016, influenciou as variações espaço-temporais da densidade e biomassa dos cangoás *Steliffer brasiliensis* e *Steliffer rastrifer* no estuário do rio São Mateus/ES, considerando os períodos antes, durante e depois ao evento.

2.2 Objetivos específicos

- Descrever as variações espaciais e temporais na temperatura e salinidade;
- Descrever as variações espaciais e temporais da densidade e biomassa de *S. brasiliensis* e *S. rastrifer* antes, durante e depois do período de seca extrema;
- Calcular a relação peso-comprimento de *S. brasiliensis* e *S. rastrifer* nos períodos antes, durante e depois da seca extrema na área de estudo;
- Avaliar a relação entre presença/ausência das espécies e as variáveis abióticas (temperatura e salinidade) na área de estudo, através dos modelos lineares generalizados.

3. METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

O estudo foi realizado no estuário do rio São Mateus (18°35'552'S; 39°43'368'O), localizado na Área de Proteção Ambiental (APA) de Conceição da Barra no município de Conceição da Barra, norte do Espírito Santo entre agosto de 2014 e novembro de 2017 (exceto outubro de 2016). Nesta área, as amostragens foram distribuídas em quatro pontos, sendo: P1 na área externa ao estuário, a 600 m da praia; P2 na área do rio São Mateus, próximo ao píer, a 1,49 km de P1; P3 e P4 na porção mais interna do rio a 5,22 km e 8,57 km de P1, respectivamente. O rio São Mateus é formado pela confluência dos rios Cotaxé e Cricaré, cujas nascentes estão localizadas no estado de Minas Gerais (Silva *et al.*, 2005) (Figura 1).

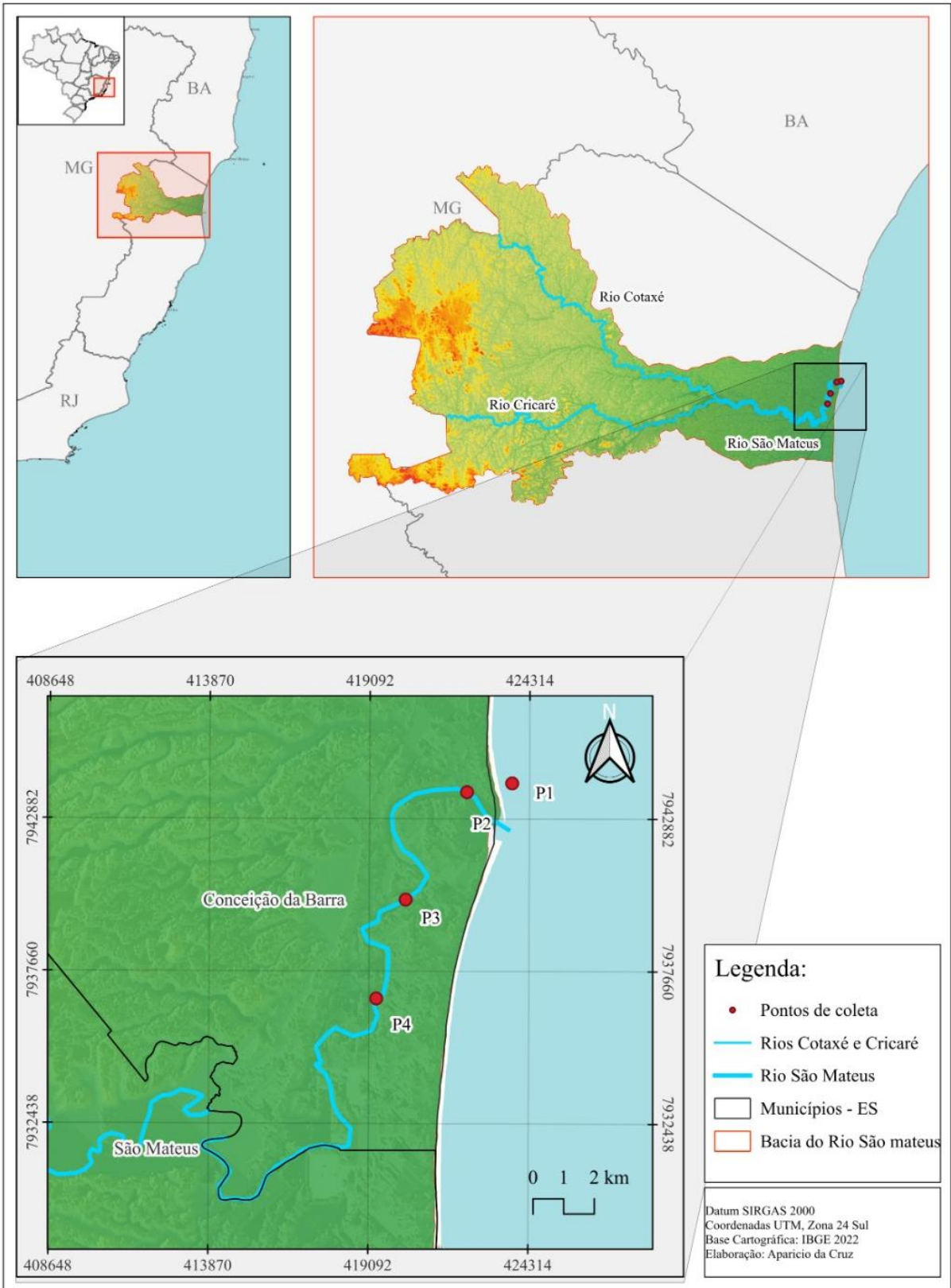


Figura 1- Estuário do rio São Mateus em Conceição da Barra com os pontos de coleta. Fonte: próprio autor

Com vegetação dominada pelas espécies de mangue como *Laguncularia racemosa* (L.) C. F. Gaertn. e *Rhizophora mangle* L. ocupando aproximadamente 11 km², a bacia hidrográfica do rio São Mateus abrange aproximadamente uma área de 13.500 km².

A APA de Conceição da Barra foi estabelecida em 1998 e regulamentada posteriormente 2007. Com cerca de 7.728 hectares, englobando ecossistemas típicos de regiões costeiras, incluindo uma ampla faixa de restinga bem preservada e um manguezal estruturado localizado na foz do rio São Mateus, onde se encontra o estuário (IEMA, 2013).

O relevo do município é predominantemente plano, característico de planícies costeiras e a vegetação é diversificada com ambientes representativos do bioma Mata Atlântica (INCAPER, 2024). O clima é tropical, com uma estação seca que vai de abril a setembro e uma estação chuvosa entre outubro e março (Nóbrega *et al.*, 2014). O mês mais chuvoso é novembro, com uma média histórica de 210 mm de precipitação, enquanto o mês mais seco é agosto, com média de 55 mm (INMET, 2025). A temperatura média do mês mais frio é superior a 18 °C, e fevereiro é o mês mais quente, com uma temperatura média de 26 °C (Climate Data, 2025).

3.2 Coleta de dados

Mensalmente, foram realizados três arrastos de cinco minutos, em quatro pontos amostrais, com uma rede de arrasto de fundo com portas tipo “balão” ou “wing trawl”, com comprimento de 15 m e boca de 3 m de diâmetro. A malha possui 3 cm no corpo da rede e 2,5 cm no ensacador, medidas esticadas entre nós não adjacentes. Na tralha superior estão duas boias com 15 cm de diâmetro, na tralha inferior encontram-se 50 chumbadas de 20 g cada. Cada porta de madeira pesa 15 kg. O artefato é confeccionado em linha de polipropileno, com espessura de 1 mm no corpo da rede e 2 mm no ensacador, a uma velocidade média de 3,7 km/h (2 mn/h). Para a mensuração da temperatura e salinidade de superfície e fundo, a água de fundo foi coletada com uma garrafa Van Dorn, enquanto a água de superfície foi coletada com um balde. Ambas as variáveis foram mensuradas utilizando-se uma sonda multiparâmetros.

Após as coletas, os peixes foram acondicionados em sacos plásticos rotulados com informações como ano, mês e ponto de coleta. Em seguida, os indivíduos foram

mantidos resfriados e encaminhados ao Laboratório de Ecologia de Peixes Marinhos (LEPMAR) na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), onde permaneceram congelados até o processamento.

No laboratório, os exemplares foram identificados até o menor nível taxonômico, utilizando manuais de identificação especializados (Figueiredo & Menezes, 1980; Barletta & Corrêa, 1992). Posteriormente, foram medidos o comprimento padrão (CP, em mm) e comprimento total (CT, em mm) e pesados (mais próximo de 0,01 g), utilizando um ictiômetro e uma balança digital, respectivamente.

3.3 Análise de dados

Para a separação dos períodos de estudo, a intensidade do Índice Oceânico de El Niño (ONI) foi obtida a partir dos dados disponibilizados pelo *National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) Climate Prediction Center (CPC)*, indicando que, durante os meses em que o El Niño apresentou intensidade muito forte, houve registro de baixa precipitação no município, confirmando que esse evento climático influenciou a pluviosidade, ocasionando seca extrema na área de estudo. De acordo o ONI valores iguais ou inferiores a -0,5 indicam a ocorrência de La Niña, entre -0,4 e 0,4 são classificados como neutros e a partir de 0,5 caracterizam El Niño, desde que esses padrões permaneçam por pelo menos cinco trimestres consecutivos. A intensidade dos eventos ENOS é classificada como fraca (0,5 a 0,9), moderada (1,0 a 1,4), forte (1,5 a 1,9) e muito forte ($\geq 2,0^{\circ}\text{C}$) (NOAA; CPC, 2025) (Figura 2).

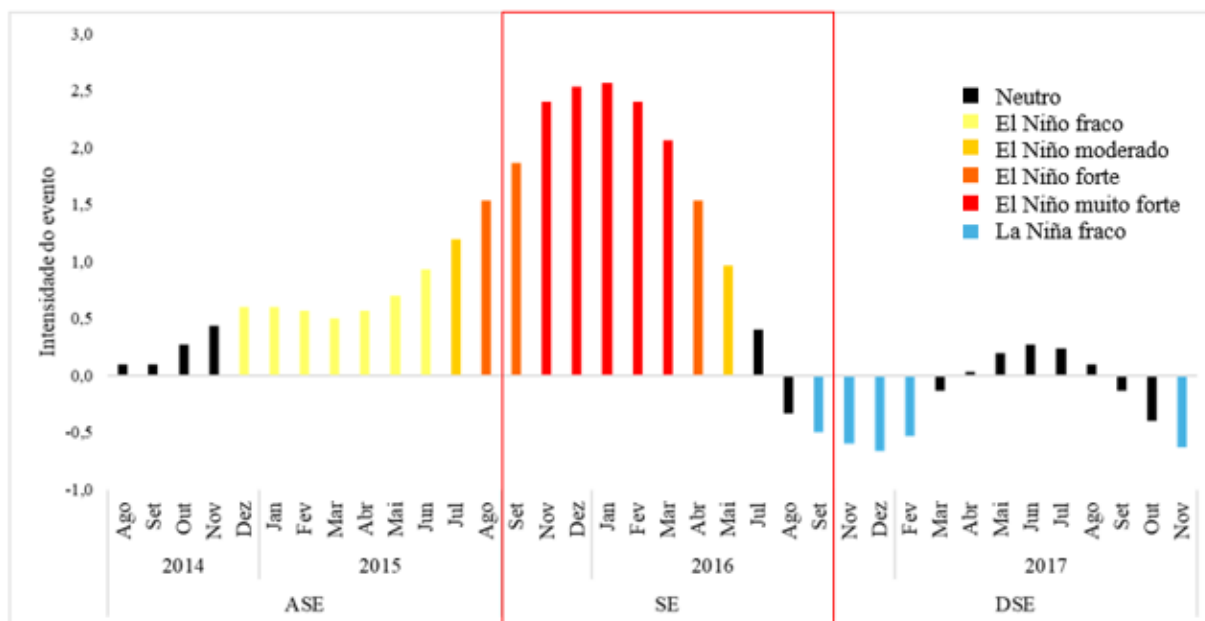


Figura 2- Variação na intensidade dos eventos El Niño e La Niña entre agosto de 2014 e novembro de 2017, nos períodos antes da seca extrema (ASE), seca extrema (SE) e depois da seca extrema (DSE). O período de seca extrema está destacado em vermelho. Fonte: NOAA, 2025

Considerando a influência do El Niño no padrão de chuvas da área de estudo, para determinar o período de seca extrema, foram ainda utilizados dois critérios:

1) Períodos de seca determinados pelo Monitor de Secas do Brasil (ANA, 2025) referentes ao sul da Bahia, região a aproximadamente 40 km ao norte do Espírito Santo, visto que registros detalhados para o Espírito Santo estiveram disponíveis apenas a partir de 2018. No sul da Bahia, uma seca fraca iniciou em setembro de 2015 e, nos meses seguintes, a intensidade da seca variou de moderada a extrema. A seca extrema no sul da Bahia foi registrada em dezembro de 2015 e entre maio e agosto de 2016;

2) A diferença entre a precipitação observada e a média histórica mensal no norte do Espírito Santo;

Dessa forma, o período de seca extrema na área de estudo foi definido entre setembro de 2015 e setembro de 2016. Para a análise, foram selecionados 13 meses em que a precipitação ficou abaixo da média histórica (com exceção de janeiro/2016). Sendo assim, as amostragens foram categorizadas nos seguintes períodos: Antes da Seca Extrema (ASE) – de agosto/2014 a agosto/2015; Seca Extrema (SE) – de setembro/2015 a setembro/2016; e Depois da Seca Extrema (DSE) – de novembro/2016 a novembro/2017 (Figura 3).

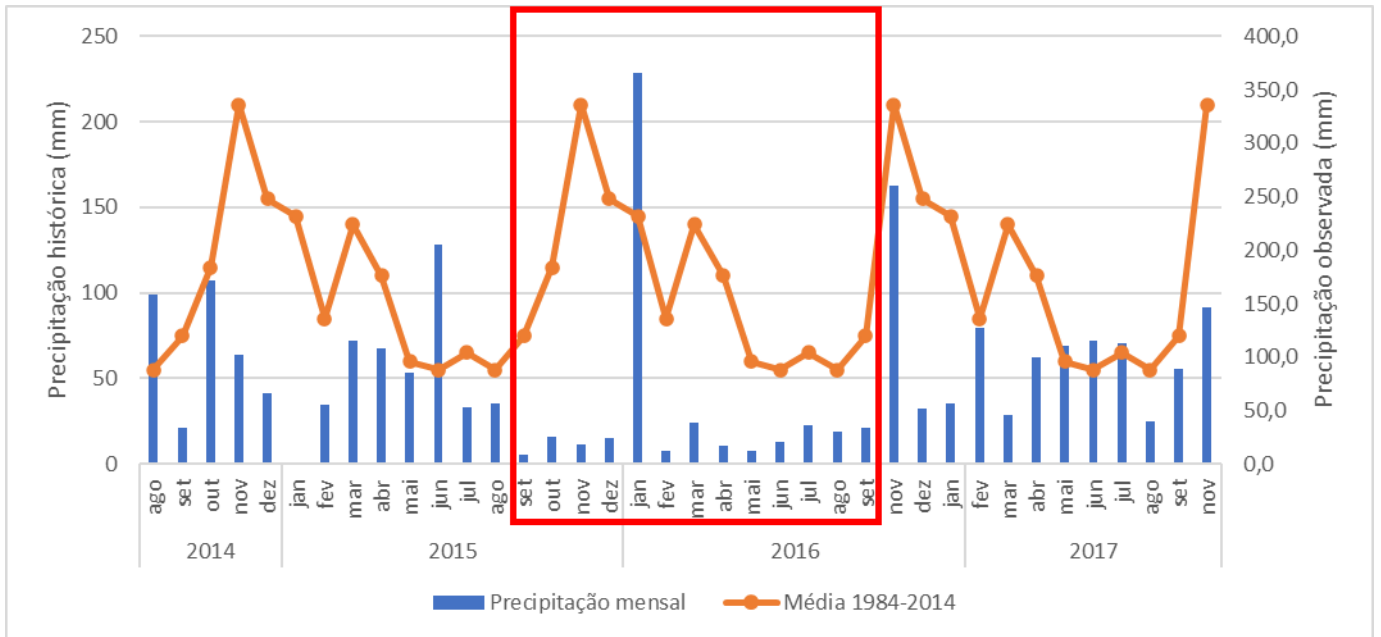


Figura 3- Precipitação mensal observada (mm) e precipitação da média histórica (1984-2014) (mm) ao longo do período de estudo. O período de seca extrema está destacado em vermelho. Fonte: INMET, 2024

A seca extrema diminuiu o aporte de água doce na área de estudo, elevando a salinidade e causando mudanças no estuário do rio São Mateus (H. A. Pichler, observação pessoal), como se vê na Figura 4.



Figura 4- Vegetação dulcícola impactada pela alta salinidade observada nos períodos de seca extrema no rio São Mateus, em Conceição da Barra/ES. Crédito: H. A. Pichler

Foi calculada uma análise de regressão linear entre as variáveis ambientais de fundo e superfície, o que revelou uma correlação positiva forte e significativa ($p < 0,001$) para temperatura ($r = 0,8816$) e para salinidade ($r = 0,9349$), indicando que os valores nesses dois pontos estão altamente relacionados. Isto sugere uma dependência consistente entre as variáveis de fundo e superfície. Assim, apenas as médias das variáveis de fundo foram consideradas para as análises.

Utilizando-se o *software* Statistica 14 (Cloud Software Group, Inc., 2023), as variáveis temperatura e salinidade foram testadas quanto à homogeneidade das variâncias (através do teste de Levene) e normalidade, empregando o teste de Kolmogorov-Smirnov (Underwood, 1999). A temperatura apresentou variâncias homogêneas e distribuição normal, sendo analisada por meio de ANOVA bifatorial. Quando foram detectadas diferenças, aplicou-se o teste *a posteriori* de Tukey.

A variável salinidade não atendeu aos pressupostos de homogeneidade e normalidade e, portanto, foi analisada por meio do teste de Kruskal-Wallis. Quando foram detectadas diferenças significativas, realizou-se o teste *a posteriori* de Dunn e para controlar o risco de erro do tipo I associado a múltiplas comparações, utilizou-se a correção de Bonferroni.

A densidade e a biomassa foram estimadas por captura por unidade de área (CPUA), com o cálculo da área amostrada pela rede definido por $A = D \times 10,25 \times 0,5$, onde, A representa a área amostrada, D é a distância percorrida pela rede, 10,25 m corresponde ao comprimento da corda inferior da rede, e 0,5 é o fator de eficiência de arrasto, conforme Sparre & Venema (1997). Para avaliar as diferenças espaciais e temporais na densidade e biomassa das espécies, os dados foram transformados em $\log(x+1)$ para garantir a normalidade. A densidade foi expressa em número de indivíduos por 100 m² e a biomassa em gramas por 100 m²., da seguinte forma:

$$\text{Densidade} = (n / A) \times 100 \text{ (ind.m}^{-2}\text{)}$$

$$\text{Biomassa} = (p / A) \times 100 \text{ (g.m}^{-2}\text{)}$$

Onde, n = número de peixes por espécie e por área de arrasto, p = peso dos peixes por espécie e por área de arrasto, A = área amostrada pela rede durante cada arrasto.

Para avaliar se houve diferenças significativas na densidade e biomassa das espécies entre os períodos, entre os pontos amostrais e na interação entre eles, foi

realizada uma PERMANOVA bifatorial, com 9.999 permutações, utilizando o *software* PRIMER 7 (Anderson *et al.*, 2008). A matriz de similaridade entre as amostras foi calculada com base na Distância Euclidiana, garantindo a adequação da análise. O nível de significância das análises foi de $p < 0,05$, conforme recomendado para testes permutacionais (Clarke & Gorley, 2006; Anderson *et al.*, 2008).

A relação peso-comprimento foi calculada para ambas as espécies, considerando apenas indivíduos adultos. Para *S. brasiliensis*, a classificação foi fundamentada no comprimento de primeira maturação sexual (L_{50}), garantindo que apenas indivíduos aptos à reprodução fossem incluídos na análise. Assim, foram selecionados aqueles com comprimento total a partir de 88 mm (Cavassani, 2019). Para *S. rastrifer*, também foram utilizados os valores de L_{50} para determinar o comprimento mínimo de inclusão, sendo selecionados indivíduos a partir de 100 mm de comprimento total (Almeida, 2015).

A equação utilizada foi: $\text{Peso} = \alpha \times \text{CT}^b$,

Onde, Peso = peso total do indivíduo (g), CT = comprimento total (mm), α = coeficiente de interceptação e b = coeficiente de alometria. Logo, foi calculado o coeficiente linear de Pearson (r).

Para analisar as possíveis relações entre as variáveis ambientais (temperatura e salinidade) e a distribuição das populações (densidade e biomassa) ao longo do estuário, foram utilizados os modelos lineares generalizados (GLMs) com a variável resposta de presença ou ausência das espécies, representada por uma variável binária (0 = ausência, 1 = presença). Esses modelos são uma extensão de modelos lineares que permite a modelagem de variáveis que não seguem uma distribuição normal, sendo adequado para dados binários (McCullagh & Nelder, 1989; Zuur *et al.*, 2009). Como variáveis preditoras, foram consideradas a temperatura, salinidade e período. As variáveis ambientais foram tratadas como preditores contínuos, enquanto o período foi incluído como um fator categórico com três níveis (ASE, SE e DSE). Os modelos foram ajustados utilizando a família binomial com função de ligação logit, apropriada para variáveis resposta binárias (Zuur *et al.*, 2009). Os modelos foram implementados no *software* R (R Core Team, 2024) da seguinte forma:

```
modelo1 <- glm(Pres_Aus_especie ~ Período + Sal_fun + Temp_fun, data = dados1, family = binomial)
```

A significância de cada variável preditora no modelo foi avaliada por meio de testes qui-quadrado na ANOVA. O ajuste do modelo foi verificado pela análise dos resíduos de Pearson e Deviance, a fim de confirmar a adequação da distribuição binomial e a ausência de padrões sistemáticos (Zuur *et al.*, 2019). Todas as análises de GLM foram conduzidas no R versão 4.4.2 (R Core Team, 2025).

4. RESULTADOS

4.1 Variáveis ambientais

As variáveis ambientais foram significativamente diferentes entre os pontos, entre os períodos e na interação ponto e período, neste último somente a salinidade (Tabela 1). A temperatura apresentou tendência ao aumento entre P1 e P4 tanto no período ASE quanto no SE. Por outro lado, no período DSE, os valores variaram pouco entre os pontos (Figura 5a) (Apêndice 1 e Apêndice 2). Foi observada uma tendência a diminuição dos valores de salinidade entre P1 e P4 em ASE, SE e DSE, confirmando o gradiente influenciado pela água doce. Houve valores similares desta variável entre ASE, SE e DSE em P1 e P2. Em P3 e P4 ocorreram menores valores de ASE e maiores em SE. Em DSE foram observados valores intermediários, indicando que os efeitos da seca extrema podem estar influenciando este período. Vale destacar que na SE, os valores de salinidade foram mais elevados em todos os pontos internos (P2, P3 e P4) em comparação a ASE e DSE (Figura 5b) (Apêndice 3).

Tabela 1- Variação de temperatura e salinidade entre pontos, períodos e a interação entre pontos e períodos. Os testes aplicados foram ANOVA (F) para temperatura e Kruskal-Wallis (H) para salinidade. Valores de p significativos ($p \leq 0,05$) estão em negrito.

	Temperatura		Salinidade	
	F	p	H	p
Período	4,129	0,0167	30,776	< 0,0001
Ponto	8,098	< 0,0001	310,22	< 0,0001
Período x Ponto	1,12	0,3495	351,99	< 0,0001

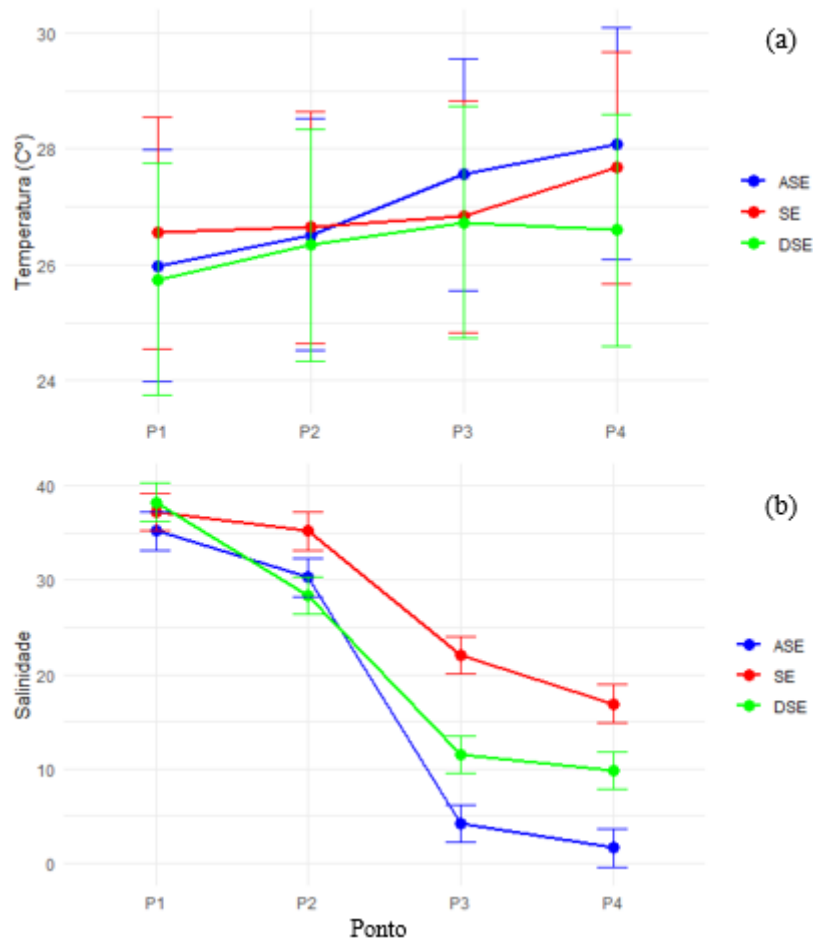


Figura 5- Média e erro padrão das variáveis ambientais por ponto (P1, P2, P3 e P4) nos períodos antes da seca extrema (ASE), seca extrema (SE) e depois da seca extrema (DSE), (a) Temperatura; (b) Salinidade. Fonte: próprio autor.

4.2 *Stellifer brasiliensis*

Durante o estudo, foram analisados 9049 indivíduos, constituindo biomassa total de aproximadamente 114 kg.

Foram observadas diferenças significativas entre os pontos, os períodos e na interação entre pontos e períodos, tanto para a densidade quanto para a biomassa de *S. brasiliensis* (Tabela 2). Maiores valores de densidade de *S. brasiliensis* foram observados em P4 em todos os períodos estudados, sobretudo no período DSE, quando os valores também estiveram mais altos em P3 (Figura 6a) (Apêndice 4). Por sua vez, maiores valores de biomassa foram observados em P1 e P4 tanto em ASE quanto em SE, porém em DSE houve aumento dos valores em P2 e P3 em relação aos demais períodos (Figura 6b) (Apêndice 5).

Tabela 2- Resultado da PERMANOVA para densidade e biomassa de *S. brasiliensis* em relação aos períodos (ASE, SE, DSE), pontos (P1, P2, P3 e P4) e a interação (Período x Ponto), sendo: grau de liberdade (GL), soma de quadrados (SQ), pseudo-F. Valores de p significativos ($p \leq 0,05$) estão em negrito.

Fatores	GL	Densidade			Biomassa		
		SQ	Pseudo-F	p	SQ	Pseudo-F	p
Período	2	11,334	15,516	0,0001	60,149	16,989	0,0001
Ponto	3	33,082	30,191	0,0001	206,6	38,902	0,0001
Período x Ponto	6	5,4893	2,5048	0,0179	30,158	2,8393	0,0106
Resíduo	453	165,46			801,93		
Total	464	215,42			1099,6		

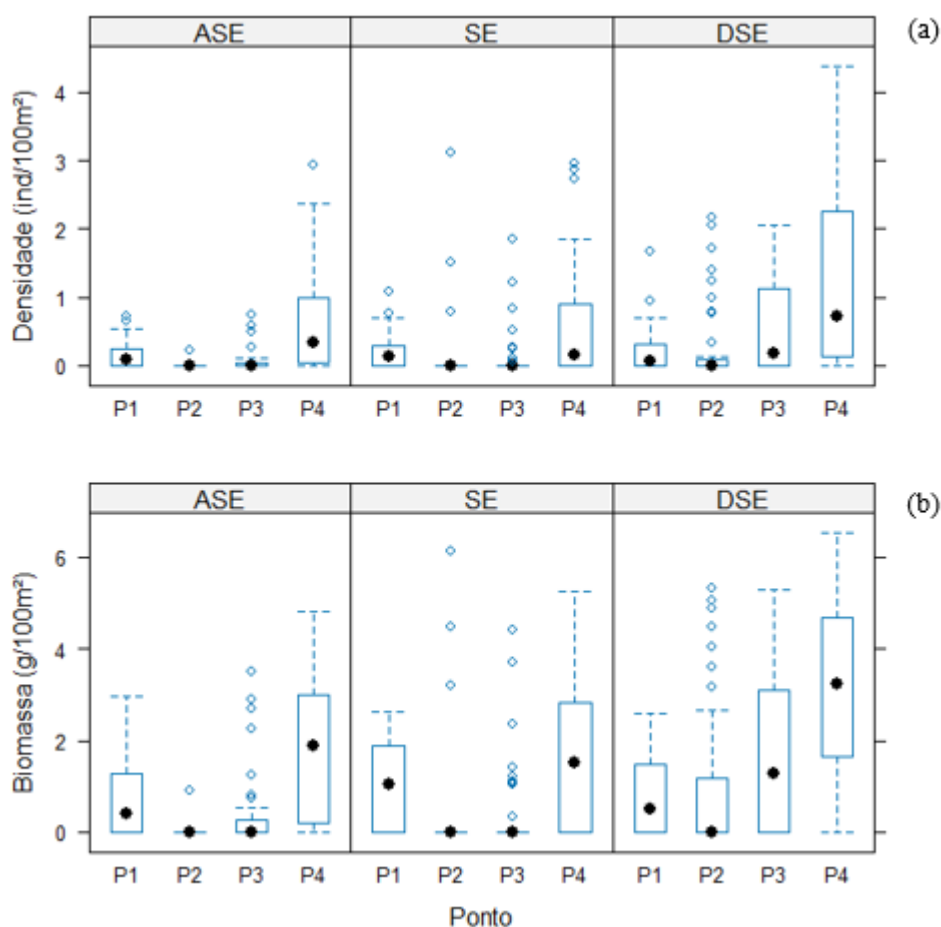


Figura 6- Densidade (a) e biomassa (b) de *S. brasiliensis* nos diferentes pontos (P1, P2, P3, P4) do estuário do rio São Mateus/ES, ao longo dos períodos Antes da Seca Extrema (ASE), Seca Extrema (SE) e Depois da Seca Extrema (DSE). As caixas representam o intervalo interquartil (IQR). Pontos pretos indicam a mediana. As barras verticais mostram a dispersão dos dados, enquanto os círculos representam *outliers*. Fonte: próprio autor.

Para a relação peso-comprimento foram analisados 5916 indivíduos adultos, com comprimento variando de 88 mm a 200 mm. Sendo no período ASE o total de 738 indivíduos, SE = 1362 e DSE = 3816. Os valores da relação peso-comprimento

indicaram um crescimento alométrico positivo ($b > 3.0$) (Tabela 3) em ASE (Figura 7), SE (Figura 8) e DSE (Figura 9), caracterizado pelo aumento proporcionalmente maior do peso em relação ao comprimento, onde o fator período influenciou no parâmetro ($p < 0,001$). Sendo ASE com os menores valores observados, seguindo de DSE e SE com os maiores valores.

Tabela 3- Relação peso-comprimento entre os períodos antes da seca extrema (ASE), seca extrema (SE) e depois da seca extrema (DSE), com as equações e os valores de R^2 (coeficiente de correlação) e $p < 0,001$. Valores de p significativos estão em negrito.

Período	Equação	R^2	p
ASE	$4.10^{-6} CT^{3.1801}$	0,9468	< 0,001
SE	$2.10^{-6} CT^{3.2861}$	0,9328	< 0,001
DSE	$3.10^{-6} CT^{3.2303}$	0,9052	< 0,001

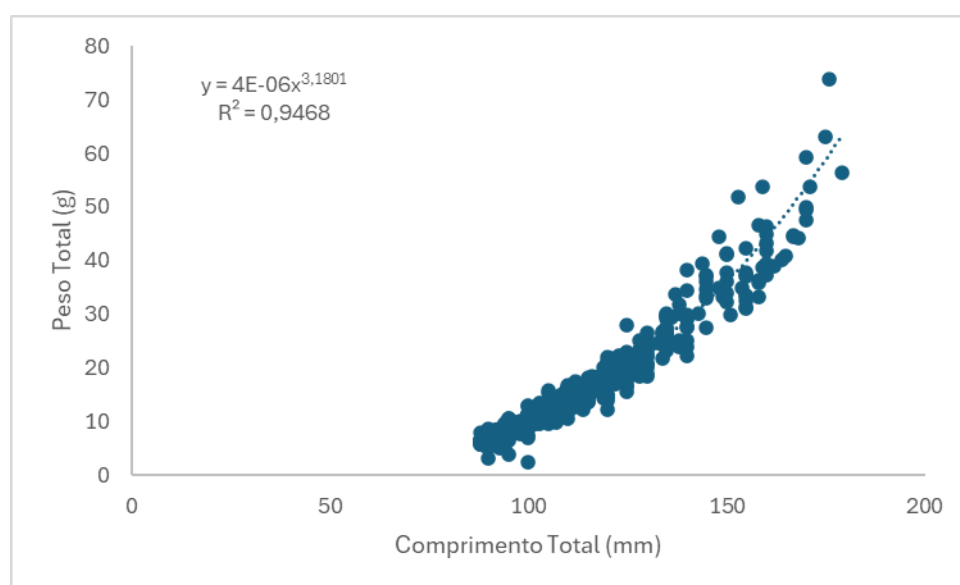


Figura 7- Relação peso-comprimento de *S. brasiliensis* no período antes da seca extrema (ASE)

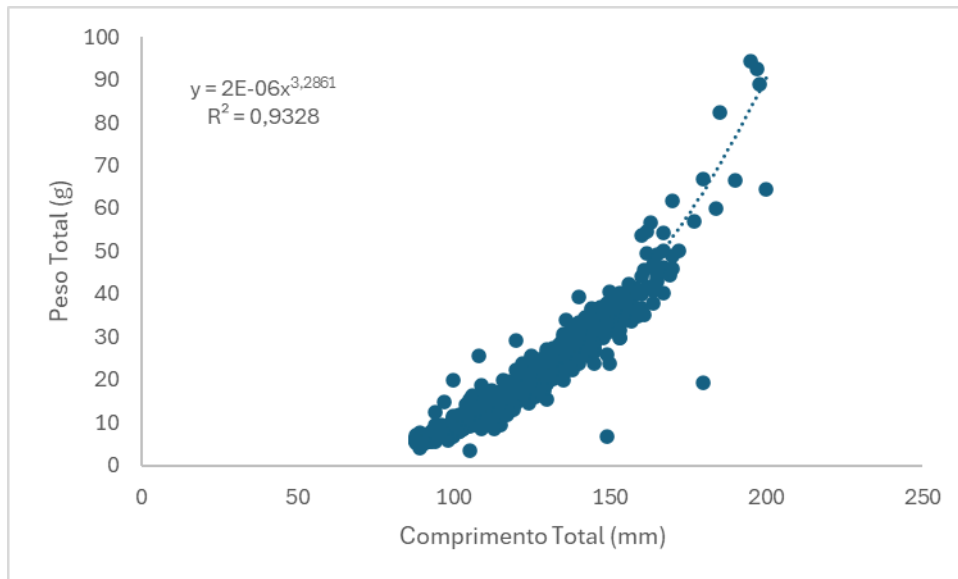


Figura 8- Relação peso-comprimento de *S. brasiliensis* no período de seca extrema (SE)

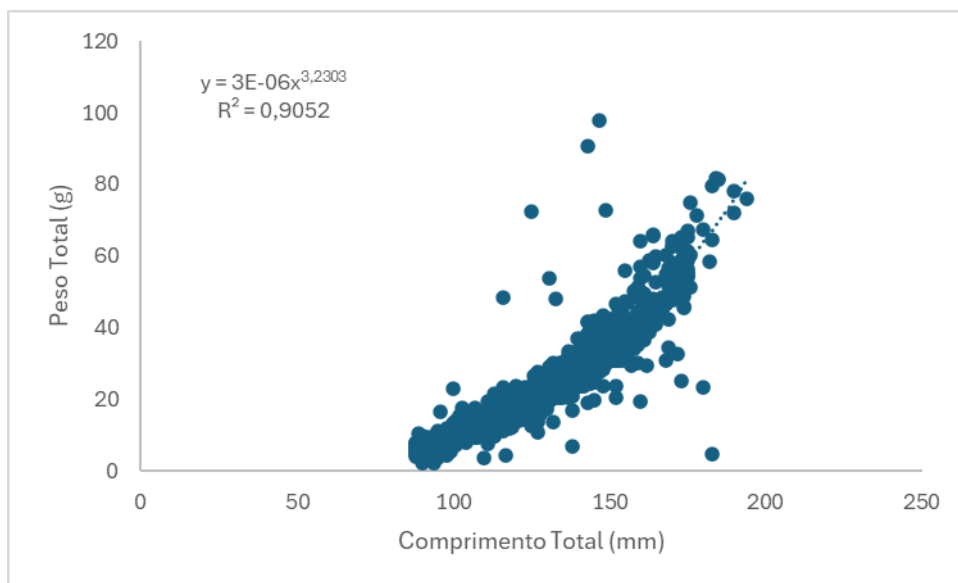


Figura 9- Relação peso-comprimento de *S. brasiliensis* no período depois da seca extrema (DSE)

A avaliação da relação entre a presença/ausência de *S. brasiliensis* e as variáveis ambientais, através do GLM indicou que a inclusão de salinidade [desvio (deviance) = 33,48, $p < 0,001$] e temperatura (desvio = 7,457, $p < 0,001$) melhorou significativamente o ajuste do modelo, enquanto período apresentou um efeito não significativo (desvio = 4,731, $p > 0,05$) (Tabela 4).

A temperatura apresentou um efeito positivo, sugerindo que temperaturas mais elevadas aumentam a probabilidade de ocorrência da espécie (Figura 10). A salinidade teve um efeito negativo na presença da espécie, indicando que menores níveis de salinidade favorecem a ocorrência de *S. brasiliensis* (Figura 11).

Tabela 4- Análise da tabela para o modelo linear generalizado (GLM) para *S. brasiliensis* baseado em distribuição binomial. Onde: GL (grau de liberdade), Desvio para melhor ajuste de modelo, DR (desvio residual) ajuste de modelo com fator e valores de p significativos ($p \leq 0,05$) estão em negrito.

Fatores	GL	Desvio	DR	p
Período	2	4,731	637,55	>0,05
Temperatura	1	7,457	596,61	< 0,0001
Salinidade	1	33,48	604,07	< 0,0001
Nulos			642,28	

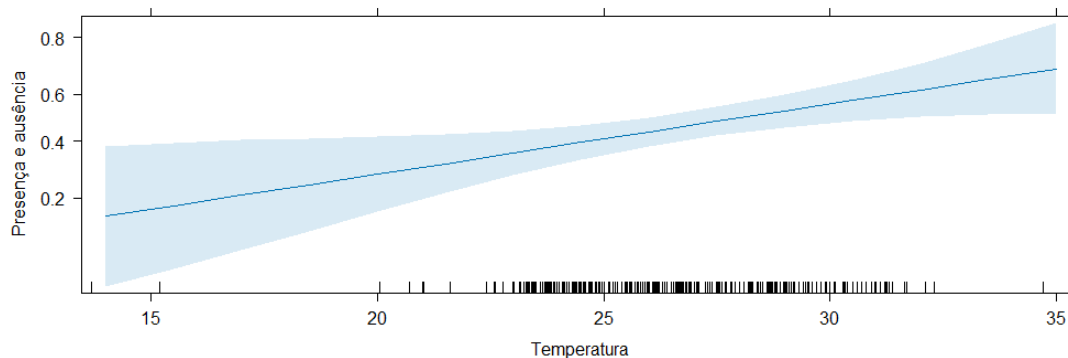


Figura 10- Relação da presença/ausência de *S. brasiliensis* na temperatura. A linha azul escuro representa os valores modelados da presença/ausência com base na temperatura, enquanto a área sombreada azul indica o desvio padrão. Fonte: próprio autor

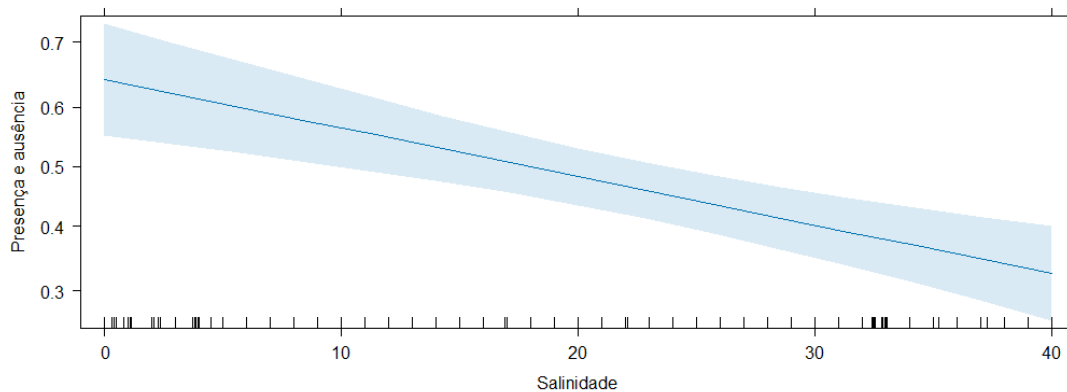


Figura 11- Relação da presença/ausência de *S. brasiliensis* na salinidade. A linha azul escuro representa os valores modelados da presença/ausência com base na salinidade, enquanto a área sombreada azul indica o desvio padrão. Fonte: próprio autor

4.3 *Stellifer rastrifer*

Durante o estudo, foram analisados 2708 indivíduos constituindo biomassa total de aproximadamente 29,16 kg.

A densidade desta espécie apresentou diferenças significativas apenas entre os pontos, assim como a biomassa, porém, esta última também foi estatisticamente diferente na interação entre pontos e períodos (Tabela 5).

Em P1 foi observada a maior densidade em relação aos pontos em todos os períodos (ASE, SE e DSE) enquanto os demais pontos não apresentaram variações significativas entre si (Figura 12a) (Apêndice 6). Além disso, a biomassa em P1 também apresentou os maiores valores em todos os períodos, tendo maior dispersão dos dados no período DSE (Figura 12b) (Apêndice 7).

Tabela 5- Resultado da PERMANOVA para densidade e biomassa de *S. rastrifer* em relação aos períodos (ASE, SE, DSE), pontos (P1, P2, P3 e P4) e a interação (Período x Ponto). Sendo: grau de liberdade (GL), soma de quadrados (SQ), pseudo-F e Valores de p significativos ($p \leq 0,05$) estão em negrito.

Fatores	GL	Densidade			Biomassa		
		SQ	Pseudo-F	p	SQ	Pseudo-F	p
Período	2	0,49036	2,0518	0,1278	1,9776	1,2313	0,2906
Ponto	3	12,726	35,5	0,0001	169,5	70,361	0,0001
Período x Ponto	6	1,4287	1,9926	0,063	16,582	3,4415	0,0031
Resíduo	453	54,131			363,77		
Total	464	68,95			553,99		

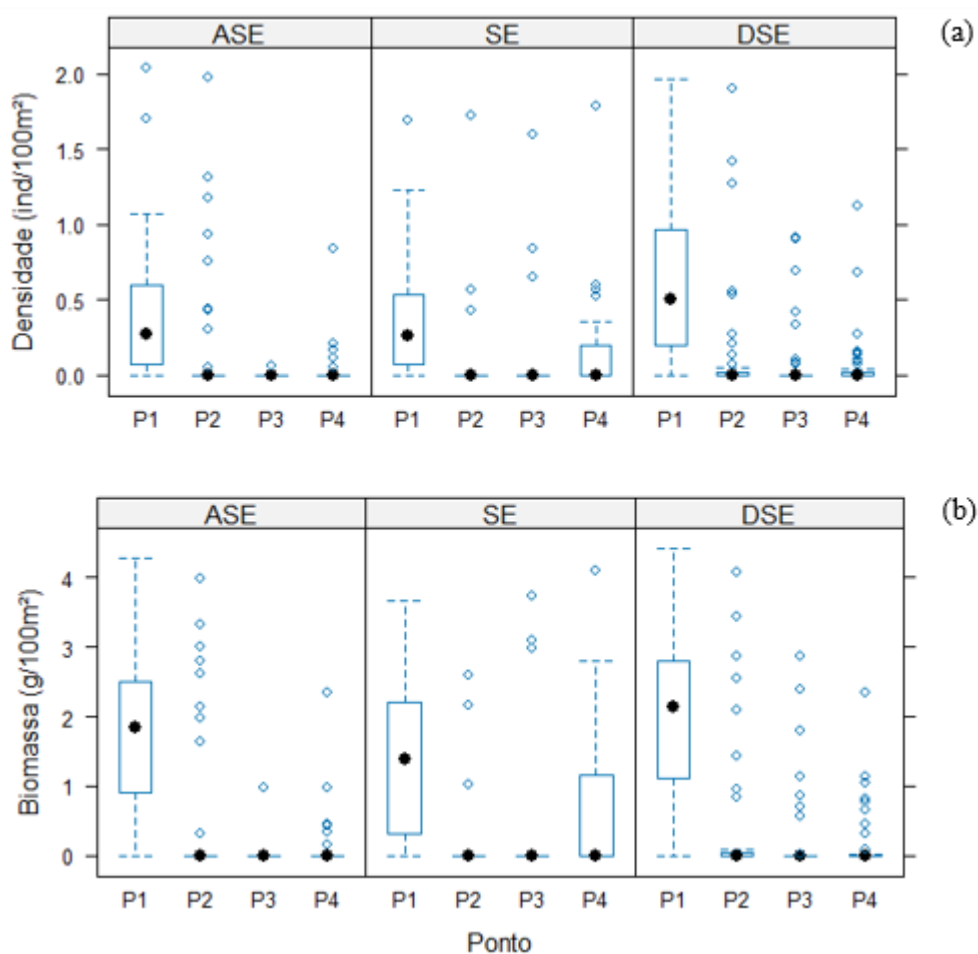


Figura 12- Densidade (a) e biomassa (b) de *S. rastrifer* nos diferentes pontos (P1, P2, P3, P4) do estuário do rio São Mateus, ao longo dos períodos Antes da Seca Extrema (ASE), Seca Extrema (SE) e Depois da Seca Extrema (DSE). As caixas representam o intervalo interquartil (IQR). Pontos pretos indicam a mediana. As barras verticais mostram a dispersão dos dados, enquanto os círculos representam *outliers*. Fonte: próprio autor.

Para a relação peso-comprimento foram analisados 881 indivíduos adultos, com comprimento variando de 100 mm a 194 mm. A ANOVA não indicou diferenças entre os períodos ($p > 0,05$) na relação peso-comprimento da espécie. Assim, os períodos

foram analisados em conjunto. A equação indicou um crescimento alométrico positivo, sendo:

$$\text{Peso} = 2.10^{-6} \text{CT}^{3.3468}$$

O GLM binomial da relação entre a presença/ausência de *S. rastrifer* e as variáveis ambientais, indicou que a inclusão da salinidade melhorou significativamente o ajuste do modelo (desvio = 31,636, $p < 0,001$), enquanto a temperatura e período apresentaram efeito não significativo (desvio= 3,565, $p > 0,05$) e (desvio= 2,974, $p > 0,05$), respectivamente (**Error! Reference source not found.**).

A tabela de coeficientes do modelo (**Error! Reference source not found.**) revelou que a salinidade teve um efeito positivo na presença da espécie, sugerindo que *S. rastrifer* está associado a maiores valores de salinidade (Figura 13).

Tabela 6- Análise da tabela para o modelo linear generalizado (GLM) para *S. rastrifer* baseado em distribuição binomial. Onde: GL (grau de liberdade), Desvio para melhor ajuste de modelo, DR (desvio residual) ajuste de modelo com fator e valores de p significativos ($p \leq 0,05$) estão em negrito.

Fatores	GL	Desvio	DR	p
Período	2	2,974	591,72	>0,05
Temperatura	1	3,565	556,52	>0,05
Salinidade	1	31,636	560,08	< 0,0001
Nulos			594,69	

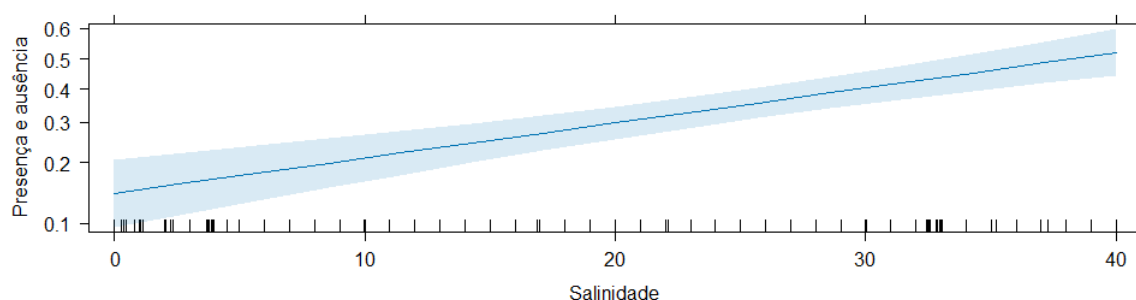


Figura 13- Relação da presença/ausência de *S. rastrifer* na salinidade. A linha azul escuro representa os valores modelados da presença/ausência com base na salinidade, enquanto a área sombreada azul indica o desvio padrão. Fonte: próprio autor.

5. DISCUSSÃO

O presente estudo se destaca como o primeiro a investigar os impactos das mudanças climáticas no estuário do rio São Mateus, em relação a seca extrema, e suas consequências sobre a distribuição espacial e temporal das espécies *Stellifer brasiliensis* e *Stellifer rastrifer*. Este trabalho oferece uma contribuição inédita ao entendimento de como tais eventos podem influenciar ecossistemas estuarinos no estado do Espírito Santo, em um contexto de alterações climáticas globais.

As alterações ambientais observadas durante a seca extrema foram fortemente influenciadas pelo evento El Niño, cuja intensidade entre 2015 e 2016 resultou em uma significativa redução das chuvas no Espírito Santo, com precipitações abaixo da média histórica (Bragança, 2024). Diminuições na precipitação podem ocasionar a ocorrência mais frequente de aumento da temperatura e seca extrema, alterando as condições ambientais (Marengo *et al.*, 2017).

O período de SE atingiu valores mais altos de salinidade nos pontos mais internos, para a espécie *S. brasiliensis*, essa salinidade elevada reduziu a densidade e biomassa, indicando que a SE afetou essa espécie. Esses achados corroboram com os resultados encontrados por Basset (2013), para *Sparus aurata*, popularmente conhecido como dourada, que em condições de alta salinidade, foram observadas alterações significativas na sua distribuição espacial e na dinâmica populacional, destacando-se a redução na ocorrência de indivíduos juvenis em áreas mais salinas.

A redução na densidade e biomassa de *S. brasiliensis* na SE, reforça que a espécie tem maior afinidade por áreas com menor salinidade, já que em ASE a espécie apresentou maior densidade e biomassa nas regiões internas do estuário. Esses padrões são consistentes com os achados de Andrade (2016), que, ao analisar a distribuição espacial das espécies ao longo de um gradiente estuarino, identificou *S. brasiliensis* como mais abundante na porção superior do estuário, onde foram registradas as menores salinidades.

Já *S. rastrifer* apresentou maior associação com a área inferior do estuário em todos os períodos, região caracterizada por maior influência marinha e salinidades mais altas, com picos de densidade e biomassa na primavera. A análise multivariada realizada por Andrade (2016) revelou uma forte correlação entre *S. brasiliensis* e regiões de baixa salinidade (intermediária e superior do estuário), enquanto *S. rastrifer*, juntamente com

espécies como *Paralonchurus brasiliensis* e *Odontognathus mucronatus*, mostrou maior associação com a área externa, onde os valores de salinidade foram mais elevados.

Tais evidências reforçam que a distribuição das espécies do gênero *Stellifer* está diretamente relacionada ao regime de salinidade do estuário, sendo modulada tanto por fatores sazonais quanto por eventos extremos. Essa característica é compatível com registros anteriores para espécies da família Sciaenidae, conhecidas por sua ampla plasticidade ecológica (Barletta *et al.*, 2008; Franco *et al.*, 2006). A maior abundância de *S. rastrifer* nas áreas mais salinas, especialmente na SE, reforça sua associação natural a ambientes marinhos, nos quais os estuários atuam principalmente como áreas de crescimento e abrigo para juvenis, como descrito por Giarrizzo e Krumme (2007).

Nesse estudo tanto *S. brasiliensis* quanto *S. rastrifer* mantiveram crescimento alométrico positivo durante a seca extrema. Isso sugere que as mudanças ambientais impostas não comprometeram seu desenvolvimento corporal. Diferente do estudo feito na Lagoa dos Patos localizada no estado do Rio Grande do Sul, por Belarmino (2024) onde *Atherinella brasiliensis* durante eventos intensos de El Niño apresentou diferenças no tamanho corporal entre os indivíduos capturados no estuário e na zona marinha, sugerindo que a espécie pode apresentar estratégias diferenciadas de uso do habitat ao longo de seu ciclo de vida. Apesar da manutenção do crescimento, observou-se redução na densidade e biomassa, especialmente para *S. brasiliensis*, sugerindo que o evento climático extremo pode ter afetado a distribuição da espécie.

As análises de GLM indicaram que a presença de *S. brasiliensis* foi favorecida por temperaturas mais altas no período ASE, sugerindo uma preferência da espécie por ambientes mais quentes. Além disso, na SE, quando a salinidade atingiu os maiores valores, observou-se um efeito negativo sobre sua ocorrência, evidenciando afinidade por áreas com menor salinidade. Esse padrão também foi observado por Santos (2021) em estudo realizado na Laguna Mundaú, em Alagoas, onde a espécie *Cathorops spixii* da família Ariidae, demonstrou alta tolerância a áreas de baixa salinidade. Assim como *S. brasiliensis*, *Cathorops spixii* apresentou maior ocorrência em regiões menos salinas, sendo menos frequente em áreas com maior influência marinha. Como também apontado por Cavassani (2019) a distribuição de *S. brasiliensis* no estuário do rio São Mateus está diretamente associada à variação da salinidade, com preferência por zonas estuarinas de menor concentração salina.

Em contraste, para *S. rastrifer*, a análise GLM indicou que a salinidade foi o único fator ambiental significativo, apresentando efeito positivo sobre sua ocorrência, sugerindo, assim, que a espécie tende a ser mais abundante em locais com maior salinidade. Padrão também observado por Santos (2021) para as espécies *Trachinotus goodei* e *Centropomus undecimalis*, predominantemente marinhas, que também utilizam os estuários, especialmente durante os estágios juvenis, como áreas de abrigo e alimentação devido às condições tróficas favoráveis. Esse comportamento foi consistente com os achados de Almeida (2015; 2018), que destacou a associação natural de *S. rastrifer* a ambientes marinhos, reforçando sua capacidade de explorar áreas estuarinas com alta salinidade durante eventos ambientais extremos.

Assim, este estudo demonstra que *S. brasiliensis* e *S. rastrifer* respondem de maneira distinta às variações ambientais impostas por eventos extremos e que, tanto a temperatura quanto a salinidade configuram-se como fatores abióticos determinantes para a fisiologia, distribuição e abundância em ecossistemas estuarinos. O monitoramento contínuo das variações ambientais no estuário é essencial para compreender como as espécies reagem às mudanças climáticas e, assim, garantir a conservação desses habitats cruciais.

6. CONCLUSÃO

A seca extrema teve um impacto mais significativo em *S. brasiliensis*, afetando sua densidade e biomassa, especialmente em áreas mais internas do estuário. Em contraste, *S. rastrifer* manteve seu padrão de distribuição, associado a regiões com maior salinidade. Nos períodos ASE e DSE, *S. brasiliensis* apresentou maiores valores de densidade e biomassa nos pontos mais internos, enquanto *S. rastrifer* continuou predominando nas áreas mais salinas. Essas diferenças evidenciam as distintas preferências ecológicas das duas espécies, com *S. brasiliensis* em ambientes de menor salinidade e *S. rastrifer* adaptada a condições mais salinas.

Essas respostas distintas ressaltam que a influência da seca extrema impactou de maneira diferenciada as populações, de acordo com suas preferências ecológicas e sua capacidade de adaptação às condições ambientais no estuário.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILAR-MEDRANO, R.; JOHN R. DURAND; VÍCTOR H. CRUZ-ESCALONA; PETER B. MOYLE. Fish functional groups in the San Francisco Estuary: Understanding new fish assemblages in a highly altered estuarine ecosystem. **Coastal and Shelf Science**. v. 227, 2019.

ALMEIDA, L. L. Distribuição e estratégia reprodutiva de *Stellifer rastrifer* (Jordan, 1889), (Teleostei, Sciaenidae) Na área de proteção ambiental de Conceição da Barra – ES. **Monografia- Universidade Federal do Espírito Santo, UFES – Campus São Mateus**, 2015.

ALMEIDA, L. L. Uso de habitat e recursos alimentares por *Stellifer brasiliensis* (Schultz, 1945) (Perciformes, Sciaenidae) na Área de Proteção Ambiental de Conceição da Barra–ES. **Dissertação- Universidade Federal do Espírito Santo, UFES – Campus São Mateus**, 2018.

ALVALÁ, R.C., CUNHA, A.P., BRITO, S.S., SELUCHI, M.E., MARENGO, J.A., MORAES, O.L. & CARVALHO, M.A. Drought monitoring in the Brazilian Semiarid region. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.91, n. 1, 2017.

ALVES, J. C., G. F. ANDREOTTI, A. A. AGOSTINHO & L. GOMES. Effects of the El Niño Southern Oscillation (ENSO) on fish assemblages in a Neotropical floodplain. **Hydrobiologia** 848, p. 1811–1823, 2021.

ANA (2025). Monitor de Secas. Disponível em: <<http://monitordesecas.ana.gov.br>> Acesso em: Agosto de 2025.

ANCIÃES, M.; PETERSON, A. Townsend. Efeitos das mudanças climáticas na diversidade de tangarás neotropicais com base na modelagem de nicho ecológico. **O Condor**, v. 108, n. 4, p. 778-791, 2006.

ANDERSON, M. J., GORLEY R.N. & CLARKE, K. R. 2008. **PERMANOVA+ for PRIMER: Guide to software and statistical methods**. PRIMER-E Ltd.

BARLETA, M.; CORRÊA, M. M. F. **Guia para identificação de peixes na costa do Brasil**. v.1, p. 131, 1992.

ANDRADE, F. F. Peixes do estuário do rio São Mateus (ES): variações espaço-temporais na estrutura e composição. **Dissertação- Universidade Federal do Espírito Santo, UFES – Campus São Mateus**, 2016.

BARLETTA, M., BARLETTA-BERGAN, A., SAINT-PAUL, U. S. G. H., & HUBOLD, G. The role of salinity in structuring the fish assemblages in a tropical estuary. **Journal of fish biology**, p. 45-72, 2005.

BAPTISTA, J., MARTINHO, F., NYITRAI, D., PARDAL, M. A., & DOLBETH, M. Long-term functional changes in an estuarine fish assemblage. **Marine Pollution Bulletin**, v. 97, p. 125-134, 2015.

BARLETTA, M.; COSTA, M. F. Living and non-living resources exploitation in a Tropical Semi-arid estuary. **Journal of Coastal Research**, v.56, p. 371-375, 2008.

BASSET, A.; BARBONE, E.; ELLIOTT M.; LI BL.; JORGENSEN SE.; LUCENA-MOYA P.; PARDO I.; MOUILLOT D. A unifying approach to understanding transitional waters: fundamental properties emerging from ecotone ecosystems. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 132: p. 5–16, 2013.

BELARMINO, E.; PERAZZO, G. X.; POSSAMAI, B.; VIEIRA, J. P., & GARCIA, A. M. El Niño effects and biological parameter comparisons of an estuarine resident fish occurring in the sea. **Estuaries and Coasts**, v. 47, n.2, p. 460-472, 2024.

BENEDITTO, A. P. M.; SICILIANO, S. Hábitos alimentares da toninha (*Pontoporia blainvillei*) na costa norte do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Revista **Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n.1, p. 745-749, 2021.

BOEUF, G. & PAYAN, P. How should salinity influence fish growth? Comparative Biochemistry and Physiology Part C: **Toxicology & Pharmacology**, v. 130, p. 411–423, 2001.

BRAGANÇA, C. G. J. F. N. Análise da Influência dos Fenômenos El Niño e La Niña na Ocorrência de Eventos Climáticos de Seca e Enchente. **Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2024.**

BURROWS, M. T. Limites geográficos para mudanças de distribuição de espécies são sugeridos pela velocidade climática. *Natureza*, v. 507, n. 7493, p. 492-495, 2014.

CAVASSANI, C. Reprodução de *Stellifer Brasiliensis* (Schultz,1945) (Perciformes: Sciaenidae) em ambiente estuarino do norte do Espírito Santo. **Monografia- Universidade Federal do Espírito Santo, UFES – Campus São Mateus, 2019.**

CHAO, L.N.; PEREIRA, L.E. & VIEIRA, J.P. Estuarine fish community of the Patos Lagoon (Lagoa dos Patos, RS Brasil). *A baseline study*. v. 20, p. 26, 1985.

CHIANG, YI-CHANG; LING, TZEN-YING. Exploring Flood Resilience Thinking in the Retail Sector under Climate Change: A Case Study of an Estuarine Region of Taipei City. *Sustainability*. v. 9, p. 16-50, 2017.

CLARKE K.R. & GORLEY R.N. **PRIMER v6: User manual/Tutorial**. PRIMER-E Ltd, Plymouth, 2006.

CLIMATE DATA. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/>>. Acesso em Maio de 2025.

CLOUD SOFTWARE GROUP, Inc. **Statistica**, versão 14.0. 2023. Disponível em: <http://www.tibco.com>.

COELHO, J. A. P., PUZZI, A., GRAÇA-LOPES, R., RODRIGUES E. S. & PRETO, J. R. O. Análise da rejeição de peixes na pesca artesanal dirigida ao camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) no litoral do Estado de São Paulo. *Boletim Instituto de Pesca*, v. 13, p. 51-61, 1986.

DE CASTRO SILVA, W. T.; COSTA, O. A.; DE JESUS CARVALHO, P. C. **Análise climatológica e tendência de ocorrência do fenômeno ENSO em 2023, com ênfase**

nos impactos no estado de Sergipe, região Nordeste do Brasil. In: XV ENREHSE - Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe. Publicação da ABRHidro, 2023.

FAVERO, D., COTTA, A.J.B., BONOMO, R. & RODRIGUES, M.B. Hydrogeochemical characterization and suitability of water for irrigation in new and old reservoirs in northern Espírito Santo, Brazil. **Environment, Development and Sustainability**, v. 24, n.1, p. 320-351, 2022.

FIGUEIREDO, J. L. & MENEZES, N. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil.** III, 1980.

FEYRER, F., CLOERN, J. E., BROWN, L. R., FISH, M. A., HIEB, K. A., & BAXTER, R. D. Estuarine fish communities respond to climate variability over both river and ocean basins. **Global Change Biology**, p. 3608-3619, 2015.

FRANCO, A.; FRANZOI, P.; MALAVASI, S.; RICCATO, F.; TORRICELLI, P.; MAINARDI, D. Use of shallow water habitats by fish assemblages in a Mediterranean coastal lagoon. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 66, p. 67-83, 2006.

GARCIA, A. M., J. P. VIEIRA, K. O. WINEMILLER & A. M. GRIMM. Comparison of 1982–1983 and 1997–1998 El Niño effects on the shallow-water fish assemblage of the Patos Lagoon Estuary (Brazil). **Estuaries** v.27, p. 905–914, 2004.

GILLANDERS, B.M., ELSDON, T.S., ROUGHAN, M. Connectivity of estuaries. **Treatise on Estuarine and Coastal Science**, p. 119–142. 2011.

KIMBALL, M. E.; ALLEN, D. M.; KENNY, P. D.; OGBURN-MATTHEWS, V. Decadal Scale Changes in Subtidal Nekton Assemblages in a Warm-Temperate Estuary. **Estuaries and Coasts**, v. 43, p. 927-939, 2020.

IEMA. Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Bacias Hidrográficas de Gerenciamento** (2013).

INCAPER – INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. Anomalia de Precipitação – 2014, 2015 e 2016. Disponível em:

<https://meteorologia.incaper.es.gov.br/mapas-de-chuva-anomalia-mensal-e-anual>.

Acesso em Agosto de 2024.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Dados climatológicos de precipitação para Conceição da Barra, Espírito Santo. Disponível em: <https://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em Maio de 2025.

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M.; ALVALA, R. C. S.; CUNHA, A. P.; BRITO, S.; MORAES, O. L. Climatic characteristics of the 2010- 2016 drought in the semiarid Northeast Brazil region. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, p. 90-103, 2018.

MARENGO, J.A., TORRES, R.R. & ALVES, L.M. Drought in Northeast Brazil-past, present, and future. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 129, p. 1189-1200, 2017.

MCCULLAGH, P.; NELDER, J.A. Generalized Linear Models, second ed. **Chapman and Hall**, London, UK, p. 511, 1989.

NETO, J. M.; CAÇADOR, I.; CAETANO, M.; CHAÍNHÓ, P.; COSTA, L.; GONÇALVES, A. M. M.; PEIREIRA, L.; PINTO, L.; RAMOS, J.; SEIXAS, S. Estuários, **Imprensa da Universidade de Coimbra**, p. 381-421, 2019.

NING, L.; LIU, J.; WANG, B.; CHEN, K.; YAN, M.; JIN, C.; WANG, Q. Variability and mechanisms of megadroughts over eastern China during the last millennium: A model study. **Atmosphere** v. 10, p. 7, 2019.

NOAA – National Oceanic And Atmospheric Administration. Oceanic Niño Index (ONI). 2025. Disponível em: <https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/MJO/enso.shtml#history>
Acesso em: 20 de fevereiro de 2025.

NÓBREGA, N. E. F.; SILVA, J. G. F.; RAMOS, H. E. A.; PAGUNG, F. dos S. Análise da distribuição sazonal e espacial da precipitação no Norte do estado do Espírito Santo. **INCAPER** - Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, 2014

PINHEIRO, H.T.; MARTINS, A.S. Estudo comparativo da captura artesanal do camarão sete-barbas e sua fauna acompanhante em duas áreas de pesca do litoral do estado do Espírito Santo, Brasil. **Bol. Inst. Pesca.** v. 35, p. 215-225, 2009.

POSSAMAI, B.; VOLLRATH, S. R.; VIEIRA, J. P.; GARCIA, A. M. Synergistic climatic and anthropogenic effects on marine species turnover in estuarine waters, **Science of The Total Environment**, v. 908, p. 168-324, 2024.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: **R Foundation for Statistical Computing**. 2024.

ROMÁN-PALACIOS, C.; WIENS, J. Respostas recentes às mudanças climáticas revelam os fatores que levam à extinção e sobrevivência de espécies. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 117, n. 8, p. 4211-4217, 2020.

RUPIL, G. M., BARBOSA, L., MARCONDES, M. C. C., CARVALHO, B. M, FARRO, A. P. C. Franciscana dolphin (*Pontoporia blainvillei*) diet from northern Espírito Santo State coast, Brazil. **Biotemas**, v.32, p.87–96, 2019.

SANTOS, M. E. F. Variação espacial e temporal na estrutura de assembleias de peixes em um estuário tropical. **Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Alagoas, Maceió**, 2021.

SASAKI, K. Phylogeny of the family Sciaenidae, with notes on its zoogeography (Teleostei, Perciformes). **Memoirs of the Faculty of Fisheries**, Hokkaido University, Hokkaido, v. 36, p. 1-137, 1989.

SEGURA, A.M., CARRANZA, A., RUBIO, L.E., ORTEGA, L., GARCÍA, M. *Stellifer rastrifer* (Perciformes, Sciaenidae): first Uruguayan records and a 1200 km range extension. **Mar Biodivers**, 2009.

SILVA, M. A. B.; BERNINI, E. & CARMO, T. M. S. Características estruturais de bosques de mangue do estuário do rio São Mateus, ES, Brasil. **Botânica Brasilica** v. 19, p. 465-471, 2005.

SMOLDERS, A. J. P.; G. VAN DER VELDE & J. G. M. ROELOFS. El Nino caused collapse of the sabalo fishery (*Prochilodus lineatus*, Pisces: Prochilodontidae) in a South American river. **Naturwissenschaften** v.87, p. 30–32, 2000.

SPARRE, P. & VENEMA, S. C. Introdução à avaliação de mananciais de peixes tropicais, parte 1 – **Manual. FAO**, Roma. p. 404, 1997.

Underwood, A. J. **Experiments in ecology: their logical design and interpretation using analysis of variance**. Cambridge university press, 1999.

VASCONCELOS, R. P.; HENRIQUES, S.; FRANÇA, S.; PASQUAUD, S.; CARDOSO, I.; LABORDE, M.; & CABRAL, H. N. Global patterns and predictors of fish species richness in estuaries. **Journal of Animal Ecology**, v.84, p. 1331-1341, 2015.

VIANNA, M., & ALMEIDA, T. Bonny fish bycatch in the Southern Brazil Pink Shrimp (*Farfantepenaeus brasiliensis* and *F. paulensis*) Fishery. **Brazilian. Archives of. Biology. Technology**, v.48, n.4, p. 611-623, 2005.

WHITFIELD & ELLIOTT. Ecosystem and Biotic Classifications of Estuaries and Coasts. **Treatise on Estuarine and Coastal Science**, vol 1, p. 99–124, 2011.

YABSLEY, N. A.; GILBY, B. L.; SCHLACHER, T. A.; HENDERSON, C. J.; CONNOLLY, R. M.; MAXWELL, P. S.; OLDS, A. D. Landscape context and nutrients modify the effects of coastal urbanisation. **Marine Environmental Research**, v. 158, p. 104-936, 2020.

ZUUR, A. F.; IENO, E. N. & SMITH, G. M. **Analysing Ecological Data**. Springer, New York, USA, 2009.

APÊNDICES

Apêndice 1- Resultados dos testes a posteriori Tukey da temperatura entre os pontos (P1, P2, P3 e P4). Valores de p significativos ($p \leq 0,05$) estão em negrito.

Ponto	P1	P2	P3	P4
P1		0,490781	0,00703	<0,0001
P2	0,490781		0,264683	0,00746
P3	0,00703	0,264683		0,509248
P4	<0,0001	0,00746	0,509248	

Apêndice 2- Resultados dos testes a posteriori Tukey da temperatura entre os períodos Antes da Seca Extrema (ASE), Seca Extrema (SE) e Depois da Seca Extrema (DSE). Valores de p significativos ($p \leq 0,05$) estão em negrito.

Período	ASE	SE	DSE
ASE		0,92157	0,02122
SE	0,92157		0,060982
DSE	0,02122	0,060982	

Apêndice 3- Resultados dos testes a posteriori Kruskal-Wallis da salinidade entre os pontos nos períodos Antes da Seca Extrema (ASE), Seca Extrema (SE) e Depois da Seca Extrema (DSE). Valores de p significativos ($p \leq 0,05$) estão em negrito.

	ASE		SE		DSE	
	z	p	z	p	z	p
P1, P2	2,12449	1	1,08129	1	3,80821	0,009
P1, P3	8,65123	< 0,0001	5,56212	1,7589	8,96112	< 0,0001
P1, P4	9,40104	< 0,0001	6,7692	0,0008	9,52095	< 0,0001
P2, P3	6,52673	0,0044	4,57323	0,0003	5,15291	< 0,0001
P2, P4	7,27655	< 0,0001	5,80519	< 0,0001	5,71273	< 0,0001
P3, P4	0,74982	1	1,23196	1	0,55983	1

Apêndice 4- Resultados dos testes *a posteriori* da PERMANOVA da densidade de *S. brasiliensis* entre os pontos nos períodos Antes da Seca Extrema (ASE), Seca Extrema (SE) e Depois da Seca Extrema (DSE). Valores de p significativos ($p \leq 0,05$) estão em negrito.

	ASE		SE		DSE	
	t	p	t	p	t	p
P1, P2	5,0895	0,0001	0,63727	0,5978	0,78188	0,4476
P1, P3	2,6503	0,0093	0,96795	0,3539	2,5926	0,012
P1, P4	3,5502	0,0005	2,6639	0,0072	4,97	0,0001
P2, P3	2,1578	0,0233	0,065521	0,957	1,6345	0,1076
P2, P4	5,1599	0,0001	2,8031	0,0049	4,2064	0,0001
P3, P4	4,5447	0,0001	3,1251	0,0013	2,906	0,0058

Apêndice 5- Resultados dos testes *a posteriori* da PERMANOVA de *S. brasiliensis* da biomassa entre os pontos nos períodos Antes da Seca Extrema (ASE), Seca Extrema (SE) e Depois da Seca Extrema (DSE). Valores de p significativos ($p \leq 0,05$) estão em negrito.

	ASE		SE		DSE	
	t	p	t	p	t	p
P1, P2	5,2825	0,0001	2,6691	0,0085	0,63884	0,5311
P1, P3	1,5956	0,1177	2,8092	0,006	2,6667	0,0097
P1, P4	4,2949	0,0001	2,4367	0,0147	6,1555	0,0001
P2, P3	2,6739	0,0027	0,26985	0,794	1,6509	0,1019
P2, P4	7,7411	0,0001	4,2814	0,0001	4,5646	0,0001
P3, P4	5,2948	0,0001	4,4082	0,0001	2,9001	0,0066

Apêndice 6- Resultados dos testes *a posteriori* da PERMANOVA de *S. rastrifer* da densidade entre os pontos nos períodos Antes da Seca Extrema (ASE), Seca Extrema (SE) e Depois da Seca Extrema (DSE). Valores de p significativos ($p \leq 0,05$) estão em negrito.

	ASE		SE		DSE	
	t	p	t	p	t	p
P1, P2	2,3446	0,0204	3,8208	0,0001	4,1174	0,0002
P1, P3	5,7345	0,0001	3,67	0,0005	5,6392	0,0001
P1, P4	4,9868	0,0001	2,762	0,0053	5,9338	0,0001
P2, P3	2,6313	0,004	0,14185	0,9037	0,95282	0,3623
P2, P4	1,9822	0,0476	1,0874	0,3144	1,2098	0,2419
P3, P4	1,716	0,0403	0,94132	0,3724	0,35097	0,7289

Apêndice 7- Resultados dos testes *a posteriori* da PERMANOVA de *S. rastrifer* da biomassa entre os pontos nos períodos Antes da Seca Extrema (ASE), Seca Extrema (SE) e Depois da Seca Extrema (DSE). Valores de p significativos ($p \leq 0,05$) estão em negrito.

	ASE		SE		DSE	
	t	p	t	p	t	p
P1, P2	4,3801	0,0002	6,0301	0,0001	5,7222	0,0001
P1, P3	8,7726	0,0001	4,7826	0,0001	7,7333	0,0001
P1, P4	7,8947	0,0001	2,9511	0,0037	8,5776	0,0001
P2, P3	2,8857	0,0027	0,61991	0,5512	1,197	0,2363
P2, P4	2,2491	0,0277	2,5264	0,0122	1,6695	0,1008
P3, P4	1,3615	0,2201	1,7051	0,1015	0,53002	0,6072