



ISSN: 2447-3359

REVISTA DE GEOCIÊNCIAS DO NORDESTE

Northeast Geosciences Journal

v. 10, nº 1 (2024)

<https://doi.org/10.21680/2447-3359.2024v10n1ID33634>



Seria a abundância de *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) em reservatório do semiárido brasileiro influenciada pela sazonalidade climática e cobertura da terra?

*Would the abundance of *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) in a Brazilian semiarid reservoir be influenced by climatic seasonality and land cover?*

Fernando de Carvalho Araújo¹; Jônata Fernandes de Oliveira²; Jean Carlos Dantas de Oliveira³; Danielle Peretti⁴

¹ Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Faculdade de Ciências Exatas e Naturais, Mossoró/RN, Brasil. Email: fernandoaraujo@alu.uern.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8024-7385>

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Departamento de Ensino, Mossoró/RN, Brasil. Email: jonnata.oliveira@ifrn.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7325-435X>

³ Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Faculdade de Ciências Exatas e Naturais, Mossoró/RN, Brasil. Email: jeanceac2020@gmail

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6665-7393>

⁴ Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Departamento de Ciências Biológicas, Mossoró/RN, Brasil. Email: danielleperetti@uern

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5333-9812>

Resumo: Este estudo investigou como a sazonalidade climática, volume e cobertura da terra afetam a abundância da população do peixe não nativo *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) no reservatório de Santa Cruz, município de Apodi, Rio Grande do Norte. Foram coletados peixes em oito pontos durante as estações seca e chuvosa de 2013, 2015 e 2017. Dados de temperatura, precipitação, volume do reservatório e cobertura da terra foram analisados. Os resultados mostraram que não houve diferenças significativas na abundância de peixes entre os anos, trimestres e períodos de chuva e seca. O volume do reservatório, temperatura, precipitação, área de lâmina de água e algumas categorias de cobertura da terra não afetaram a quantidade de peixes coletados. No entanto, áreas descobertas tiveram efeito negativo na abundância de peixes devido à entrada de sedimentos e detritos. Por outro lado, a presença de vegetação herbácea teve efeito positivo. Esses resultados ressaltam a importância da cobertura da terra e da vegetação na dinâmica de populações de peixes em ecossistemas aquáticos, fornecendo informações relevantes para a conservação da biodiversidade e o manejo de reservatórios.

Palavras-chave: Espécie introduzida; Imagens de Satélite; Nordeste do Brasil.

Abstract: This study investigated how climate seasonality, volume, and land cover affect the abundance of the non-native fish population *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) in the Santa Cruz reservoir, located in the municipality of Apodi, Rio Grande do Norte. Fish were collected at eight different points during the dry and rainy seasons of 2013, 2015, and 2017. Temperature, precipitation, reservoir volume, and land cover data were analyzed. The results showed no significant differences in fish abundance among years, quarters, and rainy and dry periods. Reservoir volume, temperature, precipitation, water surface area, and some land cover categories did not affect the quantity of collected fish. However, uncovered areas had a negative effect on fish abundance, likely due to the influx of sediments and debris. On the other hand, the presence of herbaceous vegetation had a positive effect. These findings emphasize the importance of land cover and vegetation in the dynamics of fish populations in aquatic ecosystems, providing relevant information for biodiversity conservation and reservoir management.

Keywords: Introduced species; Satellite imagery; Northeast Brazil.

Recebido: 17/08/2023; Aceito: 20/05/2024; Publicado: 11/06/2024.

1. Introdução

A pescada branca *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) é uma espécie não nativa de significativa importância econômica, destacando-se sua presença no Reservatório Santa Cruz, Rio Grande do Norte, Brasil (NOVAES *et al.*, 2015). Sua abundância em reservatórios no semiárido brasileiro é sensível à sazonalidade climática da região, caracterizada por períodos prolongados de estiagem e balanço hídrico negativo (MARENGO; TORRES; ALVES, 2017). Durante tais períodos, os reservatórios sofrem redução nos níveis de água disponíveis, afetando a área habitável e a qualidade da água, potencialmente prejudicando a sobrevivência e reprodução de *P. squamosissimus* (SOUZA *et al.*, 2017). Assim, a sazonalidade climática do semiárido desempenha um papel crítico na regulação da abundância de peixes na região.

A composição das categorias de uso e cobertura da terra nos reservatórios do semiárido pode exercer influência sobre a abundância de *Plagioscion squamosissimus*. Diferentes tipos de cobertura, como áreas florestais, pastagens, áreas urbanas e corpos d'água adjacentes, têm o potencial de afetar a disponibilidade de habitat, a oferta de alimento e a qualidade da água, fatores-chave para o sucesso das espécies (FILGUEIRA *et al.*, 2016). Essas categorias de cobertura desempenham um papel primordial no controle da entrada de nutrientes, sedimentos e detritos nos reservatórios (NOBRE *et al.*, 2020). Áreas urbanas e atividades agrícolas intensivas podem resultar em poluição da água devido ao escoamento de produtos químicos e sedimentos, além de reduzir a disponibilidade de habitats adequados (COSTA *et al.*, 2022). Junger *et al.* (2019) afirmam que a conversão de áreas naturais em pastagens pode causar alterações na estrutura e na qualidade do habitat aquático, afetando a reprodução e o sucesso das espécies aquáticas.

É importante destacar o uso de tecnologias como o processamento digital de imagens de satélite como ferramenta fundamental para a obtenção de dados de cobertura da terra. Essas tecnologias permitem mapear e monitorar de forma precisa e eficiente as diferentes classes de cobertura da terra no entorno dos reservatórios (NOVO, 2010), possibilitando uma análise mais detalhada das relações entre a abundância de *Plagioscion squamosissimus* e a composição da paisagem. A utilização de ferramentas de geoprocessamento auxilia na obtenção de informações espaciais relevantes (KNIGHT *et al.*, 2005), contribuindo para o melhor entendimento dos padrões e processos que governam a ecologia dessa espécie não nativa em reservatórios do semiárido brasileiro.

Neste estudo, o objetivo é investigar as possíveis relações entre a sazonalidade climática, cobertura da terra e a abundância de *Plagioscion squamosissimus* em um reservatório localizado na região semiárida do Brasil. Para isso, foram formuladas as seguintes hipóteses: i) a abundância de *P. squamosissimus* varia em função da sazonalidade climática; ii) o volume do reservatório influencia a abundância da espécie; e iii) a cobertura da terra no entorno do reservatório afeta a abundância da espécie. Ao examinar os padrões temporais de abundância de peixes e analisar a influência da variabilidade climática e características de uso e cobertura da terra, espera-se fornecer informações sobre a dinâmica ecológica da espécie no reservatório de Santa Cruz, RN.

No geral, este estudo visa contribuir para a compreensão dos fatores ecológicos que modulam a abundância de peixes em reservatórios do semiárido brasileiro. A variabilidade climática e as características da cobertura da terra estão entre os principais fatores que podem influenciar o sucesso de espécies de peixes. No entanto, pouco se sabe sobre os efeitos específicos da sazonalidade climática e cobertura da terra na abundância de *Plagioscion squamosissimus*. Essas informações podem ser aplicadas no desenvolvimento de políticas de gestão eficazes para a conservação da biodiversidade e a proteção dos ecossistemas aquáticos, contribuindo para a sustentabilidade desses sistemas no contexto do clima em constante mudança, que pode afetar a sobrevivência das espécies (SERVILI *et al.*, 2020). Assim, compreender como a sazonalidade climática e as categorias de cobertura da terra do reservatório interagem com a ecologia de *P. squamosissimus* é crucial para avaliar sua abundância.

2. Metodologia

2.1 Área de Estudo

O Reservatório de Santa Cruz (RSC, 5° 45' 59" S e 37° 47' 57" O), localizado no município de Apodi, faz parte da segunda maior bacia hidrográfica em extensão do Rio Grande do Norte (Figura 1), a bacia Apodi-Mossoró. O RSC possui uma área de drenagem total de 4.385,80 km² e capacidade volumétrica de 599,71 hm³ (ANA, 2017).

Por sua localização na região semiárida brasileira, o regime de chuvas é irregular, com a maior parte das precipitações concentradas em apenas três ou quatro meses, totalizando cerca de 800 mm anuais. As temperaturas são elevadas, variando entre 23 e 27°C, e a umidade relativa gira em torno de 50%. Além disso, as taxas de evaporação atingem aproximadamente

2000 mm por ano. De acordo com a classificação de Köppen, essa região é classificada como quente e seca, designada como BSh (PIMENTEL; ASSIS, 2022).

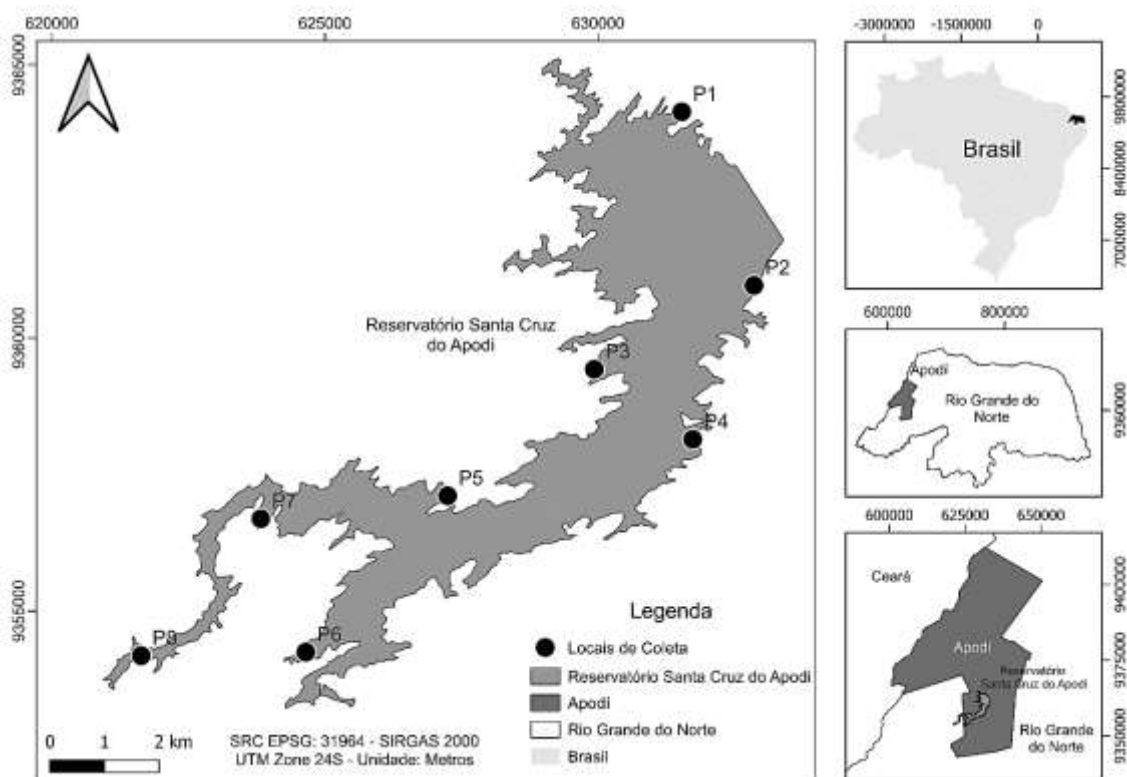


Figura 1 – Localização do reservatório de Santa Cruz, Rio Grande do Norte, Brasil.

Fonte: Autores (2024); IBGE (2020), INPE (2020).

2.2 Coleta de peixes

As capturas ocorreram durante as estações seca e chuvosa nos anos de 2013, 2015 e 2017, em oito pontos distribuídos ao longo do perímetro do reservatório. As coletas foram padronizadas através de 11 redes de espera, com malha variando de 12 a 70 mm entre nós adjacentes, com dimensões de 15 m de comprimento por 1,8 e 2,0 m de altura, perfazendo uma área total de 301,8 m². Os apetrechos foram instalados às 17h00min, revisados às 21h00min e removidos às 05h00min do dia seguinte, totalizando 12 horas de exposição. Cada indivíduo coletado foi levado ao laboratório para o processo de identificação.

2.3 Temperatura, Precipitação e Volume do Reservatório Santa Cruz

Para a obtenção dos dados de temperatura média e precipitação acumulada, utilizou-se informações da estação meteorológica convencional (Código 82590) em Apodi, Rio Grande do Norte (5° 37' S e 37° 49' O), localizada a aproximadamente 16 km do RSC, através do portal de dados históricos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2020). Para a obtenção das normais climatológicas, foi aplicado a esse conjunto de dados de 30 anos (1987 a 2017) as médias mensais, servindo de base para a obtenção do gráfico do climograma de Apodi (Figura 2).

Os dados volumétricos do reservatório de Santa Cruz foram obtidos da base de dados históricos da Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (SEMARH, 2020). Os meses de fevereiro e maio de 2015 não apresentaram registros, nesse caso, foram adotados os valores médios entre os registros da data anterior e posterior, de forma a preencher as lacunas de informação.

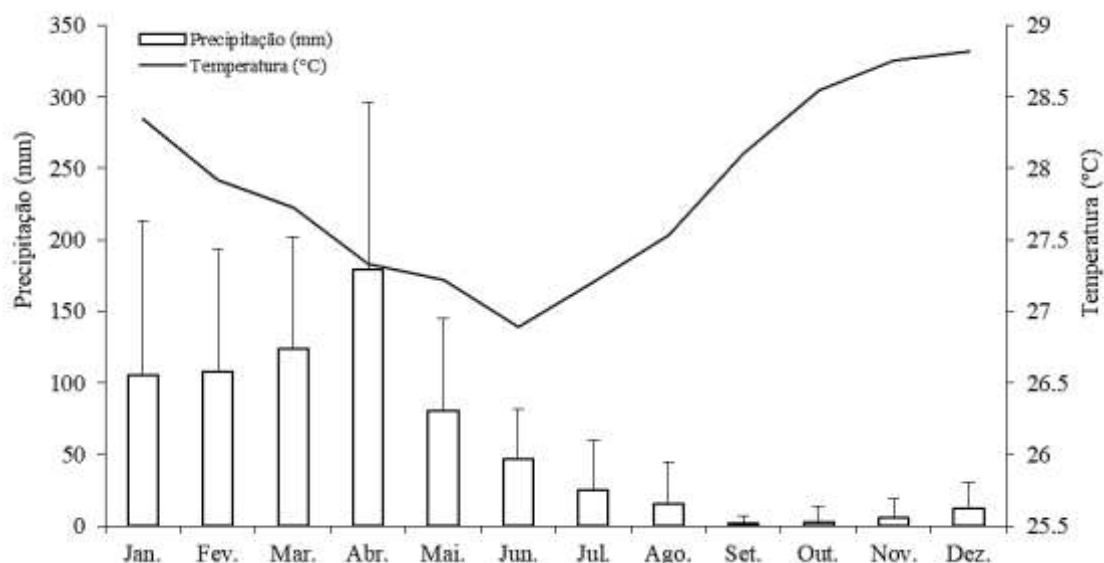


Figura 2 – Climograma do município de Apodi, Rio Grande do Norte, com base em 30 anos de dados de temperatura e precipitação (1987–2017). Apresentando a média histórica mensal de precipitação (com desvio padrão), e média histórica mensal de temperatura.

Fonte: Autores (2024); INMET (2020).

2.4 Processamento de dados geográficos

Para obter a área de lâmina de água e quantificar a proporção das diferentes coberturas da terra no entorno do reservatório, utilizou-se imagens de diferentes satélites com características espectrais semelhantes, adquiridas no catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2020) e no portal *Earth Explorer* (USGS, 2020) (Tabela 1). Os critérios de escolha das imagens foram as que coincidiam ou se aproximaram das datas de coleta em campo, com baixa cobertura de nuvens.

Tabela 1 – Características espectrais dos sensores utilizados para obtenção das informações de cobertura da terra sobre o reservatório de Santa Cruz, Rio Grande do Norte. Apresentando as resoluções espacial e temporal, assim como os valores de comprimento de onda para as bandas verde, vermelho e infravermelho próximo.

Satélite	Sensor / Nível de Correção	Centro de comprimento de onda (μm)			Resolução	
		Verde	Vermelho	Infra vermelho Próximo	Espacial (m)	Temporal (Dias)
Landsat 8	OLI/L2-C2	0,560	0,655	0,865	30	16
CBERS4	MUX/L2-L4	0,555	0,660	0,830	20	26
Resource Sat 1 e 2	LISS III/L2	0,555	0,650	0,815	23,5	24

Fonte: Autores (2020); USGS (2020), INPE (2020).

Com o uso do ambiente de programação em linguagem R (R Core Development Team, 2020) e os pacotes *raster* e *rgdal*, as bandas verde, vermelho e infravermelho próximo foram pré-processadas, primeiramente convertendo números digitais em reflectância no topo da atmosfera (CHANDER, 2007; RUHOFF, NOVO; ROCHA, 2015; NASCIMENTO *et al.*, 2020) e, em seguida, aplicando a correção atmosférica DOS (*Dark Object Subtraction*) no conjunto de imagens

(BATUR; MAKTAV, 2017).

Com o uso do sistema de informação geográfica livre QGIS versão 3.22 (QGIS.ORG, 2020), as imagens foram convertidas para a projeção SIRGAS 2000 UTM Fuso 24S, e georreferenciadas tendo por referência uma imagem LANDSAT, utilizando a ferramenta georreferenciador. Após essa etapa, calculou-se, utilizando a calculadora *raster*, o Índice de Água pela Diferença Normalizada (*Normalized Difference Water Index* - NDWI) (Equação 1) para a obtenção da área de lâmina de água, e o Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (*Soil Adjusted Vegetation Index* - SAVI) (Equação 2) para obter as proporções de cada categoria da cobertura de terra. Esses índices são formados pela diferença normalizada, no primeiro caso: bandas do espectro verde e infravermelho próximo (MCFEETERS, 1996) e, no segundo caso, do vermelho e do infravermelho próximo, com o acréscimo de uma constante L que minimiza os efeitos do solo no resultado (HUETE, 1988). Especificamente, para regiões semiáridas, é recomendado o uso do valor de 0,5 para a constante L (PONZONI; SHIMABUKURO; KUPLICH, 2015).

$$NDWI = \frac{(\text{Verde} - \text{Infravermelho Próximo})}{(\text{Verde} + \text{Infravermelho Próximo})} \quad (\text{Equação 1})$$

$$SAVI = \frac{(\text{Infravermelho Próximo} - \text{Vermelho}) \times (1 + L)}{(\text{Vermelho} + \text{Infravermelho Próximo} + L)} \quad (\text{Equação 2})$$

Para selecionar a área de superfície de água do reservatório, o produto do NDWI foi convertido para o formato vetorial, através da ferramenta Converter *Raster* para Vetor, gerando o polígono que representa a área da superfície de água do reservatório onde a área, em km², foi calculada pela ferramenta Calculadora de Campo (Figura 3).

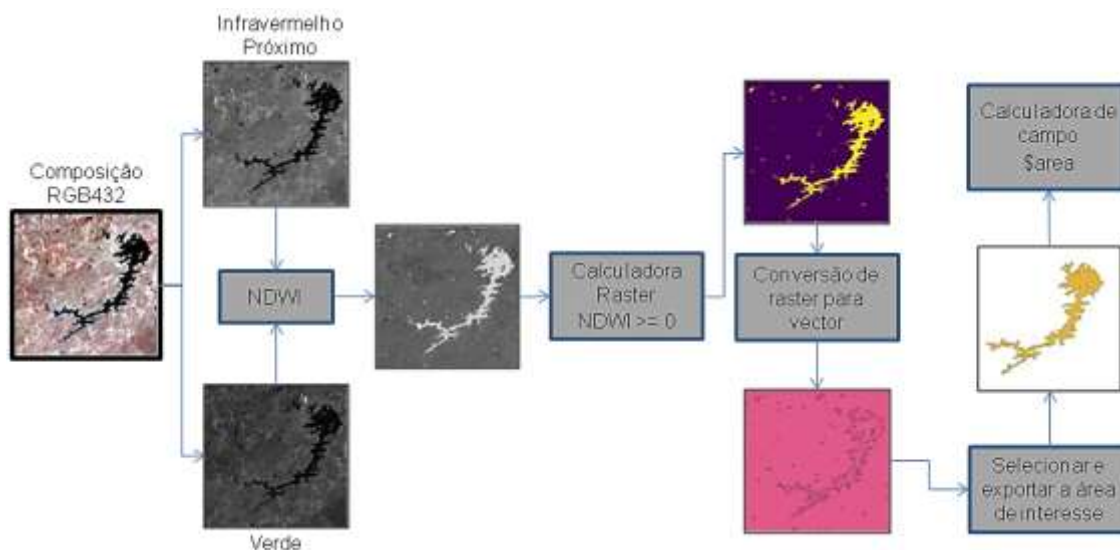


Figura 3 – Obtenção da área de lâmina de água do Reservatório de Santa Cruz, Rio Grande do Norte. Imagem do satélite Resourcesat 2 em composição de falsa cor RGB432.

Fonte: Autores (2024); INPE (2020).

Para a classificação das áreas de cobertura da terra, delimitou-se a área com base em sua bacia de drenagem. Assim, foi realizada a aquisição de modelos digitais de elevação (MDE) através do portal TOPODATA (INPE, 2009). Os arquivos que cobrem o RSC são os de código 06s39_ZN e 05s39_ZN. Realizado o download, as imagens foram mescladas, tiveram suas imperfeições corrigidas por meio da ferramenta *fill sinks*, e utilizando a ferramenta *upslope area* foi delimitada a área de drenagem, posteriormente, convertida para vetor.

Gerada a bacia de drenagem (Figura 4), foi aplicado um *buffer* de 1 km à área da lâmina de água com o maior registro em fevereiro de 2013. Em seguida, a área de lâmina de água foi removida utilizando a ferramenta diferença simétrica com o arquivo gerado pelo NDWI, restando apenas a área do entorno do reservatório para classificação (Figura 4).

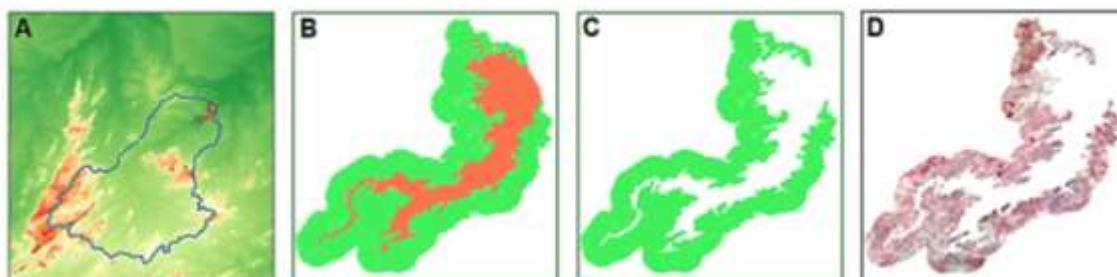


Figura 4 – Obtenção da área de classificação das imagens de satélite. A) Delimitação da bacia de drenagem do reservatório, B) Aplicação de Buffer de 1 km à área de lâmina de água do reservatório nos limites da bacia de drenagem, C) Remoção da área de lâmina de água, e D) Imagem de satélite recortada pela área de buffer na bacia de drenagem do Reservatório Santa de Cruz, Rio Grande do Norte, pronta para ser classificada.

Fonte: Autores (2024); INPE (2009), INPE (2020).

A classificação foi realizada utilizando a ferramenta *K-means clustering for grids* do módulo SAGA. Por meio desse processo, as imagens foram classificadas automaticamente em quatro classes: Vegetação Herbácea, Área Descoberta, Vegetação Arbóreo-Arbustiva e Recursos Hídricos (Figura 5).

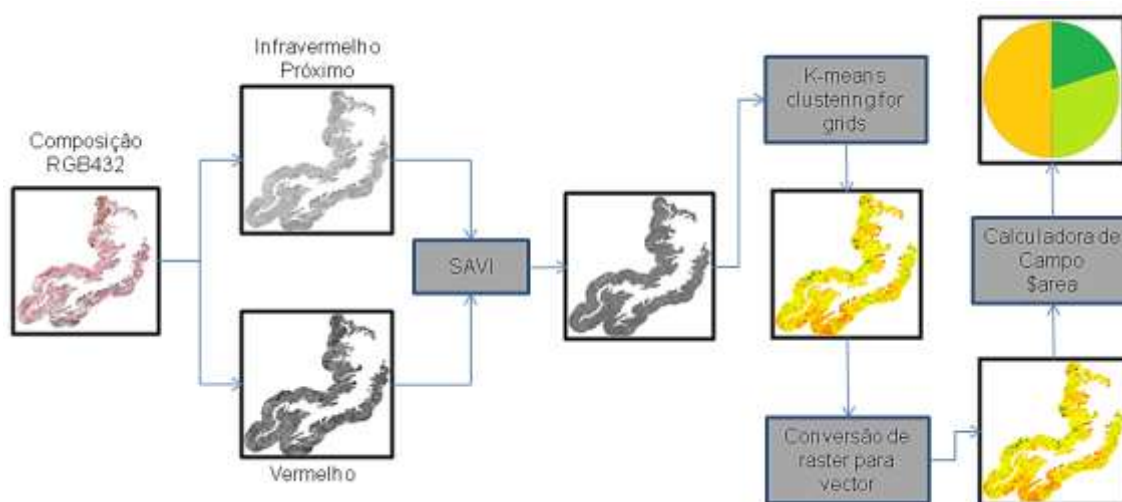


Figura 5 – Obtenção de dados de cobertura da terra, utilizando uma classificação não supervisionada de imagens produto do Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI).

Fonte: Autores (2024); INPE (2020).

Após a conclusão dessa etapa, os dados foram adicionados a uma planilha em formato CSV, permitindo sua utilização em ambiente de programação em R (R Core Development Team, 2020).

2.5 Análises estatísticas

Para visualizar a diferença existente entre o número de capturas de *Plagioscion squamosissimus* em relação à sazonalidade climática, foram realizados testes estatísticos específicos, visando comparar os anos de coletas, o período chuvoso e seco, bem como os trimestres. A fim de identificar a significância estatística dessas comparações foi utilizado o teste não paramétrico de *Kruskal-Wallis*. Posteriormente, para identificar entre grupos quais foram as diferenças significativas, foi aplicado o teste *post-hoc* de *Dunn*.

Foram conduzidas análises de regressão par a par para testar os efeitos da pluviosidade, temperatura, volume e lâmina de água do reservatório, bem como as categorias de cobertura da terra, sobre o número de peixes coletados. Para identificar os modelos estatisticamente significativos, foram considerados aqueles com valor $p < 0,05$, e que atendam aos pressupostos

da regressão linear. Para verificar a normalidade dos resíduos, foi utilizado o teste de *Shapiro-Wilk*. A independência dos resíduos foi verificada por meio do teste de *Durbin-Watson*. Além disso, a homogeneidade dos resíduos foi avaliada pelo teste de *Breusch-Pagan*. Para realizar as análises estatísticas relacionadas a esse trabalho, foi adotado o ambiente de programação R (R Core Development Team, 2020).

3. Resultados e discussão

No Reservatório de Santa Cruz, Rio Grande do Norte, foram coletados 417 indivíduos de *Plagioscion squamosissimus* durante o estudo: 141 em 2013, 202 em 2015 e 74 em 2017. Observou-se um padrão de flutuação na população ao longo do tempo (Figura 6). Nos primeiros trimestres de 2013 e 2015, foram registrados os maiores números de capturas (56 e 75, respectivamente), indicando um possível pico de atividade ou recrutamento. Porém, ao longo desses anos, as capturas diminuíram gradualmente, sugerindo um declínio na abundância ou deslocamento dos indivíduos. Em contraste, em 2017, houve crescimento gradual ao longo do ano, culminando em um pico de 43 capturas no último trimestre. Este aumento pode ser atribuído a fatores como disponibilidade de alimento, condições ambientais, interações competitivas, predação e padrões de reprodução da espécie (LIAUTAUD et al., 2019).

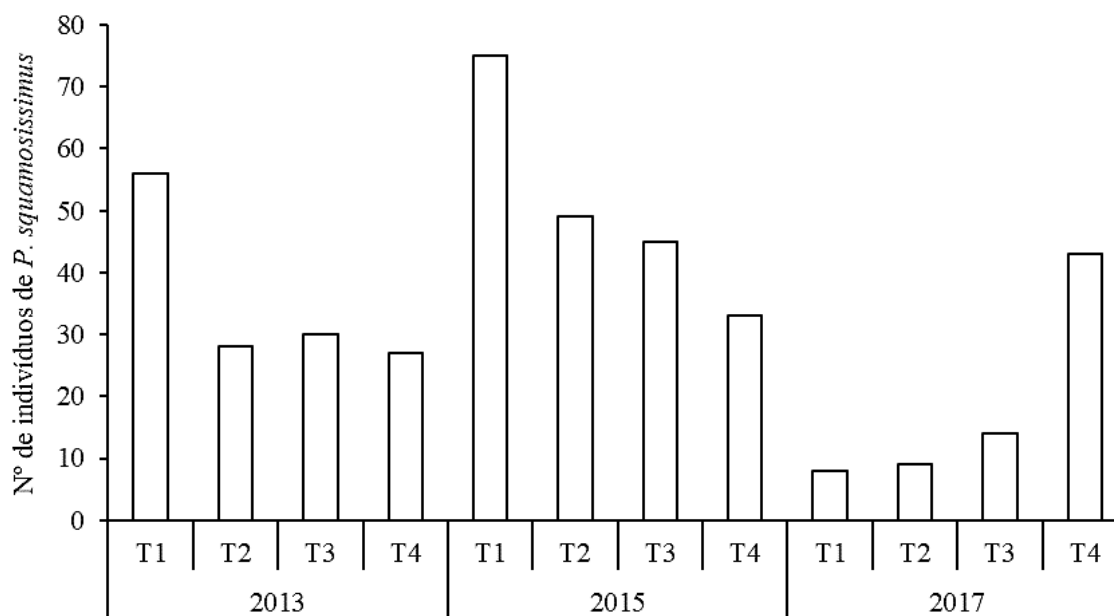


Figura 6 – Número de indivíduos de *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) capturados em 12 coletas realizadas, trimestralmente (T1, T2, T3, T4), entre fevereiro e novembro, nos anos de 2013, 2015 e 2017, no reservatório de Santa Cruz, Rio Grande do Norte.

Fonte: Autores (2024).

Os fatores temporais influenciam na dinâmica populacional de peixes, moldando seus padrões de reprodução, migração e sobrevivência ao longo do tempo (PENNOCK et al., 2023). Considerando a realidade da região semiárida brasileira, a população de *P. squamosissimus* foi sujeita a condições climáticas adversas. Houve uma redução média de aproximadamente 50% na precipitação entre os anos de 2013 e 2015, enquanto as temperaturas médias aumentaram ligeiramente de 28,16 para 28,27°C. Como resultado, houve uma redução do volume do RSC de 349,62 para 194,92 hm³. Durante o ano de 2017, a precipitação apresentou a maior média em comparação com os outros anos. No entanto, o volume do reservatório, além de ter registrado o menor valor médio entre os anos estudados, também registrou o menor valor mínimo em 2017 (Tabela 2; Figura 7).

Durante o ano de 2015, o pico de capturas ocorreu no primeiro trimestre, período caracterizado pela menor média de precipitação e pela maior média de temperatura, reduzindo o volume do reservatório, acompanhado pela redução do número de capturas na estação seca. Esses resultados estão em concordância com o estudo de Souza et al. (2017), que

investigou a espécie no mesmo reservatório entre os anos de 2010 e 2014. Esses pesquisadores indicaram que a abundância de *P. squamosissimus* diminuiu à medida que o volume do reservatório diminuía. A escassez de água e as alterações na disponibilidade de habitat podem ter afetado a reprodução, o recrutamento e a sobrevivência desses peixes (MORID; SHIMATANI; SATO, 2020). Os resultados destacam a importância de considerar o contexto climático e as mudanças no volume dos reservatórios na compreensão dos padrões e tendências da população de peixes do semiárido brasileiro.

Tabela 2 – Estatísticas descritivas para dados trimestrais de clima do município de Apodi, Rio Grande do Norte e da capacidade volumétrica do reservatório de Santa Cruz do Apodi, para os anos de 2013, 2015 e 2017.

Ano	Estatística Descritiva	Precipitação (mm)	Temperatura (°C)	Volume (hm ³)
2013	Média	41,48	28,16	330,46
	Desvio Padrão	63,95	1,07	13,21
	Mínimo	0,00	26,34	305,06
	Máximo	223,50	29,54	349,62
2015	Média	24,46	28,27	218,57
	Desvio Padrão	38,65	0,51	16,78
	Mínimo	0,00	27,59	194,92
	Máximo	110,80	29,27	245,4
2017	Média	48,93	28,23	116,53
	Desvio Padrão	71,50	0,71	13,35
	Mínimo	0,00	27,09	94,89
	Máximo	217,70	29,19	135,79

Fonte: Autores (2020); INMET (2020), SEMARH (2020).

Embora o ano de 2016 tenha registrado o maior valor de precipitação em toda a série temporal, esse pico concentrou-se no primeiro mês do ano. Por outro lado, o ano de 2017 apresentou um período chuvoso mais prolongado, o que resultou em um aumento do nível de água do reservatório entre janeiro e maio. No entanto, após esse período, as condições climáticas retornaram ao estado anterior, caracterizado por altas temperaturas. Esse padrão climático contribuiu para que, em dezembro, o volume do reservatório atingisse o valor mais baixo de todo o período estudado (Figura 7).

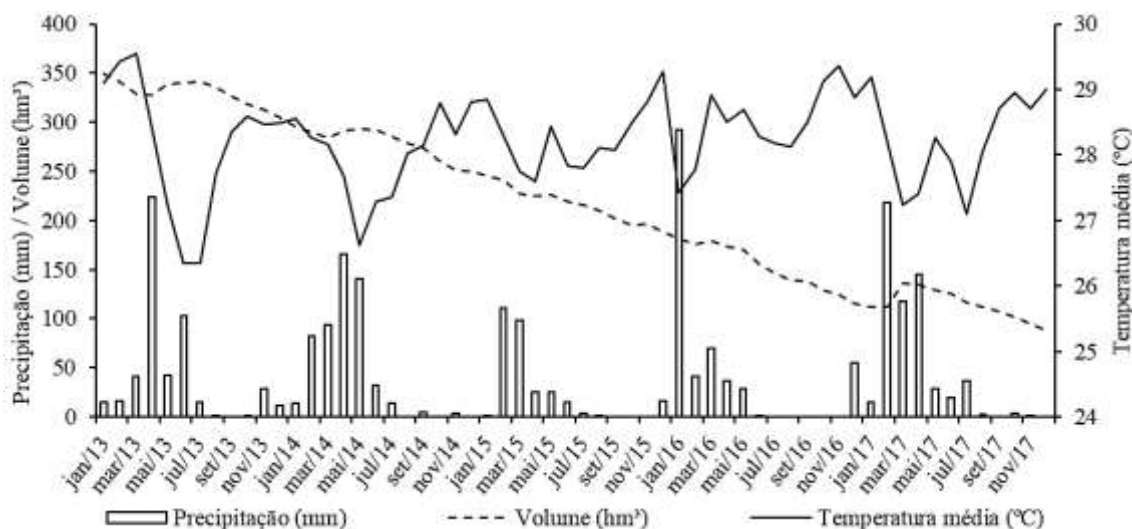


Figura 7 – Precipitação acumulada mensal, temperatura média mensal registrada no município de Apodi, Rio Grande do Norte, e volume do Reservatório de Santa Cruz, entre os anos de 2013 a 2017.

Fonte: Autores (2024); INMET (2020), SEMARH–RN (2020).

No ano subsequente, que se distinguiu por um período de precipitações prolongado em relação aos anos anteriores, houve um aumento exponencial nas capturas de *P. squamosissimus*. Notavelmente, as maiores capturas ocorreram durante o período de estiagem, possivelmente refletindo o padrão climático anterior (Figura 7).

No início de 2017, houve um baixo número de indivíduos coletados, porém, com aumento gradual durante as coletas subsequentes. Essa situação pode estar relacionada ao aumento de matéria orgânica e à turbidez da água, provenientes das chuvas transportados pelos rios e depositados no corpo d'água do reservatório. Esse material alóctone serve como complemento alimentar para *P. squamosissimus* (OLIVEIRA *et al.*, 2016), permitindo um maior desenvolvimento populacional durante o período de seca deste ano.

Entre o primeiro trimestre de 2013 e novembro de 2017, a área total do reservatório diminuiu de 18,62 km² para 9,69 km², acompanhando uma tendência de redução no volume. Nos anos de 2015 e 2017, tanto a área de lâmina d'água quanto o volume apresentaram redução semelhante, sugerindo mudanças na morfologia do reservatório (Figura 8). Oliveira (2017) constatou que a exposição reduzindo as áreas de refúgio para predadores e facilitando a visualização de presas, como camarões, torna-os mais vulneráveis à captura. Isso pode ter contribuído para o aumento das capturas de *P. squamosissimus* em 2015, já que a maior vulnerabilidade dos camarões pode ter aumentado a disponibilidade de alimento para a espécie, resultando em um aumento na taxa de captura. Além disso, a vegetação herbácea predominante em 2015 pode ter proporcionado um habitat favorável tanto para camarões quanto para *P. squamosissimus*, facilitando a caça e aumentando a abundância do predador. A combinação de menor volume de água, maior exposição de áreas rasas e mudanças na cobertura vegetal pode ter criado condições ideais para a eficiência predatória de *P. squamosissimus*, refletindo-se nos picos de captura observados.

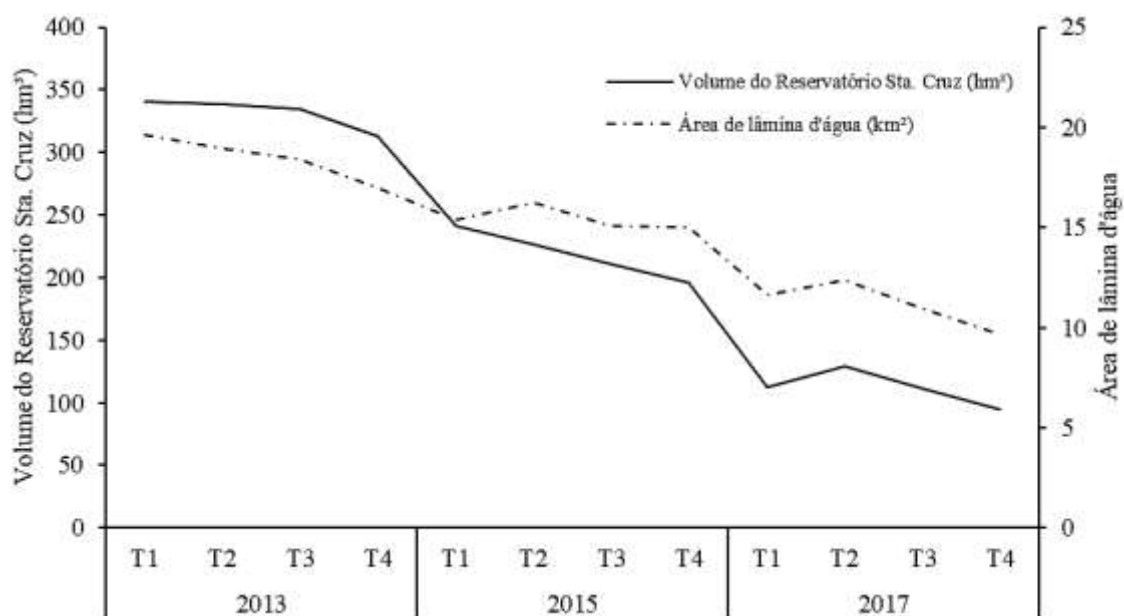


Figura 8 – Variação temporal entre o volume e a área de superfície do reservatório de Santa Cruz, Rio Grande do Norte, nos anos de 2013, 2015 e 2017.

Fonte: Autores (2024); SEMARH/RN (2020), INPE (2020), USGS (2020).

No entorno do RSC, a cobertura da terra fora predominantemente composta por duas categorias principais: vegetação herbácea e área descoberta. Observou-se maior expressão da vegetação herbácea em média durante o ano de 2015, enquanto a área descoberta foi mais proeminente durante o ano de 2017 (Figura 9; Tabela 3). A vegetação herbácea, caracterizada por gramíneas e plantas de porte herbáceo, teve maior predominância em 2015, sugerindo condições favoráveis para o crescimento e desenvolvimento dessas espécies nesse período. Por outro lado, as áreas descobertas, que correspondem a solos expostos, áreas sem vegetação ou cobertura rasteira, foram mais expressivas em 2017.

A vegetação arbórea-arbustiva e os recursos hídricos tiveram uma presença mais discreta. As categorias de vegetação foram mais expressivas durante os períodos chuvosos e relativamente mais baixas durante os períodos mais secos de cada ano. No entanto, as áreas descobertas foram mais pronunciadas durante os períodos mais secos, com exceção de 2017

(Figura 9). Além disso, entre as categorias observadas, os corpos hídricos apresentaram as menores proporções de cobertura da terra no entorno do reservatório. Especificamente, o ano de 2015 registrou a menor média de cobertura da terra pelos corpos hídricos, com apenas 0,40% em comparação com os outros anos estudados (Figura 9, Tabela 3).

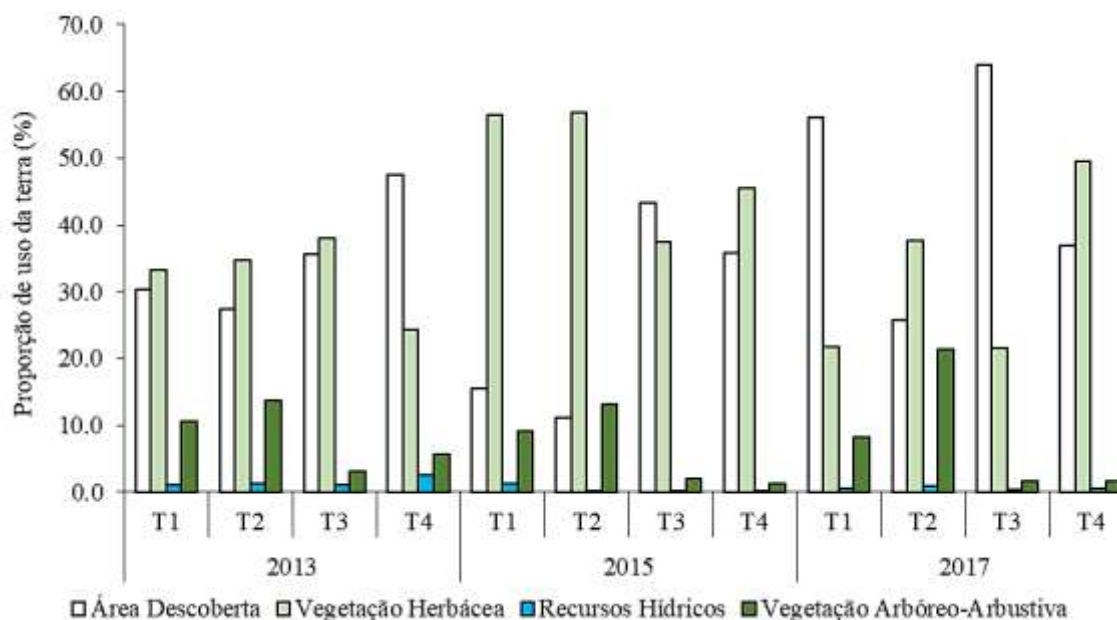


Figura 9 – Proporção em porcentagem de categorias de cobertura da terra, nos trimestres (T1, T2, T3, T4) dos anos de 2013, 2015 e 2017. Obtidos por meio do processamento digital de imagens de satélite para 1 km de raio da margem da lâmina de água na área de drenagem do reservatório de Santa Cruz, Rio Grande do Norte.

Fonte: Autores (2024).

Tabela 3 – Estatísticas descritivas para as proporções de cobertura da terra no entorno do reservatório, obtidas para os anos de 2013, 2015 e 2017. Utilizando processamento digital de imagens de satélite, para a área do reservatório de Santa Cruz, Rio Grande do Norte.

Ano	Estatística Descritiva	Área Descoberta (%)	Vegetação Herbácea (%)	Recursos Hídricos (%)	Vegetação Arbóreo-Arbustiva (%)
2013	Média	35,21	32,55	1,51	8,29
	Desvio Padrão	8,89	5,86	0,72	4,75
	Mínimo	27,37	24,26	1,00	3,15
	Máximo	47,50	37,99	2,58	13,70
2015	Média	26,42	49,05	0,40	6,43
	Desvio Padrão	15,56	9,36	0,55	5,76
	Mínimo	11,07	37,46	0,03	1,34
	Máximo	43,29	56,88	1,23	13,22
2017	Média	45,66	32,61	0,56	8,21
	Desvio Padrão	17,52	13,57	0,20	9,31
	Mínimo	25,67	21,49	0,38	1,57
	Máximo	63,99	49,5	0,86	21,36

Fonte: Autores (2020).

Enquanto isso, apesar das observações de variações no número de indivíduos de *P. squamosissimus* relacionadas à sazonalidade climática, as análises estatísticas de *Kruskal-Wallis* indicaram ausência de diferenças tanto entre os anos

($\chi^2=5,54$; $p=0,063$), quanto entre os períodos de chuva e seca ($\chi^2=0,10$; $p=0,74$), bem como entre os trimestres ($\chi^2=0,74$; $p=0,86$) (Figura 10).

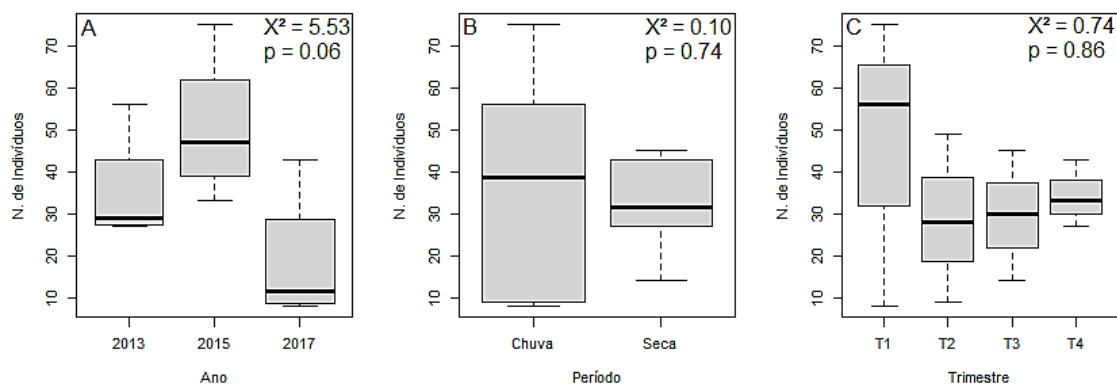


Figura 10 – Diferenças anuais (A), periódicas (B) e trimestrais (C) do número de indivíduos coletados de *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840), durante os anos de 2013, 2015 e 2017, no Reservatório de Santa Cruz, Apodi, Rio Grande do Norte, apresentando para cada gráfico de boxplot o valor de χ^2 (qui-quadrado) e p-value, para os testes não paramétricos de Kruskal-Wallis.

Fonte: Autores (2024).

As análises de regressão linear revelaram que o número de indivíduos de *P. squamosissimus* coletados não apresentou diferença em relação às variáveis examinadas, incluindo temperatura média, precipitação acumulada mensal, volume e área de lâmina de água do RSC, proporção de vegetação arbóreo-arbustiva e recursos hídricos. Em contrapartida, a presença de vegetação herbácea (F: 10,13; R^2_{adj} : 0,4535; $p<0,01$) e áreas descobertas (F: 6,198; R^2_{adj} : 0,3209; $p<0,05$) foram estatisticamente relevantes (Tabela 4).

Tabela 4 – Análises de regressão linear, modelando o número de indivíduos de *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) pela temperatura média, precipitação, volume e área de lâmina de água do reservatório de Santa Cruz, Rio Grande do Norte, proporção de cobertura da terra no entorno do reservatório: vegetação arbóreo-arbustiva, vegetação herbácea, áreas descobertas e recursos hídricos. Para cada análise há valores de estatística F (F-Stat), R^2 ajustado (R^2_{adj}) e valor de p (p-value).

Variáveis	Nº de Indivíduos <i>P. squamosissimus</i>		
	F-Stat	R^2_{adj}	p-value
Temperatura Média (°C)	1,39	0,03	0,26
Precipitação (mm)	0,19	-0,07	0,66
Volume do reservatório (hm ³)	1,64	0,05	0,22
Área de Lâmina de água do reservatório (km ²)	1,69	0,05	0,22
Vegetação Arbórea-Arbustiva (%)	0,10	-0,08	0,75
Vegetação Herbácea (%)	10,13	0,45	0,01
Áreas Descobertas (%)	6,19	0,32	0,03
Recursos Hídricos (%)	3.945e-07	-0,1	0,99

Fonte: Autores (2020).

Esses resultados indicam que a presença de vegetação herbácea exerce um impacto positivo (Figura 11, F) na abundância de *P. squamosissimus*, enquanto a presença de áreas descobertas está associada a uma redução na abundância da espécie (Figura 11, E). Ao considerar o ajuste da linha de regressão aos pontos de dados e os valores de R^2_{adj} , pode-se observar que o efeito promovido pela vegetação herbácea é mais forte em comparação com o efeito promovido pelas áreas descobertas no entorno do reservatório. Isso sugere que a presença de vegetação herbácea pode proporcionar condições favoráveis para o aumento da abundância de peixes, como abrigo, alimento ou outros recursos importantes para a espécie (BERTORA *et al.*, 2022). Por outro lado, a presença de áreas descobertas pode ter efeitos negativos na abundância da

espécie, possivelmente devido à falta de cobertura vegetal ou à exposição a condições desfavoráveis (ZENI; HOEINGHAUS; CASATTI, 2017).

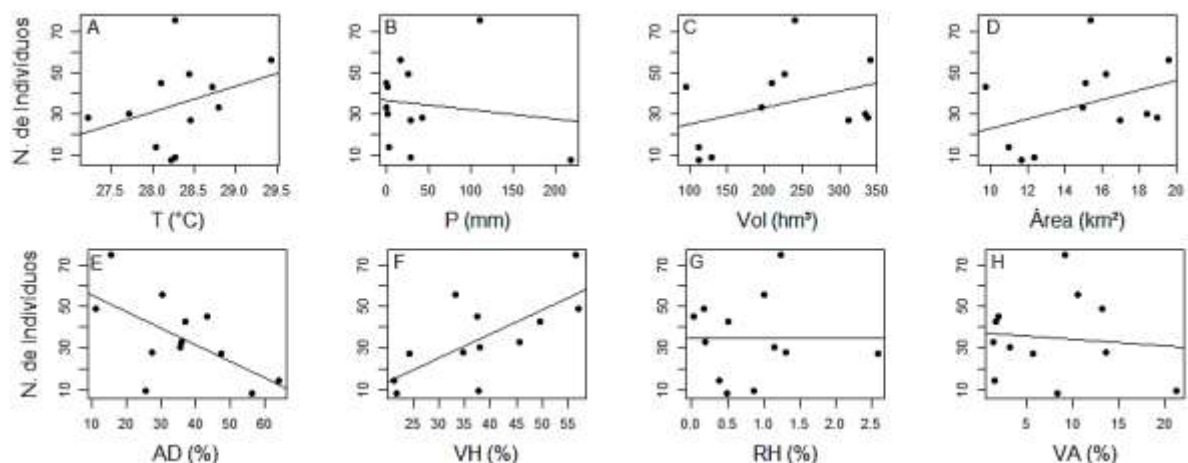


Figura 11 – Modelos lineares de regressão entre o número de indivíduos de *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840), pela Temperatura média (A), Precipitação acumulada (B), Volume do reservatório de Santa Cruz (C), Área de lâmina de água do reservatório (D), Áreas descobertas (E), Vegetação Herbácea (F), Recursos Hídricos (G), e Vegetação Arbórea-Arbustiva (H) obtidos durante os anos de 2013, 2015 e 2017, no reservatório de Santa Cruz, Apodi, Rio Grande do Norte.

Fonte: Autores (2024).

É importante mencionar que *P. squamosissimus* na região semiárida do RN é classificada como carcinófaga devido ao seu principal hábito alimentar: o consumo de camarão, especialmente *Macrobrachium amazonicum* (Crustacea, Decapoda). A presença de vegetação ao redor do reservatório é importante como refúgio para o desenvolvimento do camarão. À medida que o nível do reservatório diminui, as áreas antes inundadas ficam expostas, resultando na proliferação de microalgas, aumentando a disponibilidade de camarão como presa para *P. squamosissimus* (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

Plagioscion squamosissimus demonstra uma tendência a se especializar no consumo de camarão quando há abundância desse recurso no ecossistema (SOUZA *et al.*, 2017). Ambientes com vegetação natural ao redor tendem a abrigar espécies de peixes especialistas em sua alimentação, mas a conversão dessas áreas em ambientes urbanos ou agrícolas favorece espécies com estratégias alimentares mais generalistas (BARBOSA; PIRES; SCHULZ, 2020). No entanto, *P. squamosissimus* apresenta ampla plasticidade trófica e consegue diversificar sua alimentação em resposta às condições ambientais. No reservatório de Sobradinho, na Bahia, a disponibilidade de peixes levou a espécie a ser predominantemente piscívora, com insetos aquáticos e camarão como itens secundários, com a vegetação ripária inundada sendo importante para o fornecimento desses recursos alimentares (SANTOS *et al.*, 2014). A plasticidade trófica permite que a espécie se adapte e diversifique sua alimentação em resposta às condições ambientais, influenciando positivamente sua abundância.

4. Conclusão

Não foram encontradas diferenças significativas no número de indivíduos de *Plagioscion squamosissimus* capturados em relação à sazonalidade climática e ao volume do reservatório. No entanto, foi observado que as categorias de cobertura da terra, especificamente as áreas descobertas e as áreas de vegetação herbácea, exerceram influência sobre o número de indivíduos coletados, o que influencia sua alimentação carcinófaga, devido ao seu principal hábito alimentar: o consumo do camarão, especialmente *Macrobrachium amazonicum*.

Referências

ANA. Agência Nacional de Águas. Reservatórios do Semiárido Brasileiro: Hidrologia, Balanço Hídrico e Operação: Relatório Síntese. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos – SPR, Brasília: ANA, p. 1-88, 2017.

- BARBOSA, Amanda Saldanha; PIRES, Mateus Marques; SCHULZ, Uwe Horst. Influence of land-use classes on the functional structure of fish communities in southern Brazilian headwater streams. *Environmental management*, v. 65, n. 5, p. 618-629, 2020.
- BATUR, Ersan; MAKTAV, Derya. Transformation of surface reflectance of Göktürk-2 images using image-based methods. In: 2017 8th International Conference on Recent Advances in Space Technologies (RAST). IEEE, p. 155-159, 2017.
- BERTORA, Andrea et al. Fish assemblage structure in a Neotropical urbanised prairie stream exposed to multiple natural and anthropic factors. *Ecology of Freshwater Fish*, v. 31, n. 2, 224-242, 2022.
- CHANDER, Gyanesh. Cross-calibration of the ETM+, TM, IRS-P6 AWIFS/LISS-III, and CBERS-2 HRSCCD sensors. 27 nov. 2007. 24 slides. Work performed under USGS contract 03CRCN0001, USGS – United States Geological Survey. Disponível em: <<https://ipad.fas.usda.gov/pdfs/2007/13%20Gyanesh%20Chander.pdf>>. Acesso em: 22 fev. 2022.
- COSTA, Marcia da Silva et al. Landscape composition and inorganic contaminants in water and muscle tissue of *Plagioscion squamosissimus* in the Araguari River (Amazon, Brazil). *Environmental Research*, v. 208, 1-9, 2022
- FILGUEIRA, Ramon et al. The influence of watershed land use cover on stream fish diversity and size-at-age of a generalist fish. *Ecological indicators*, v. 60, 248-257, 2016.
- HUETE, Alfredo R. A soil-adjusted vegetation index (SAVI). *Remote sensing of environment*, v. 25, n. 3, 295-309, 1988.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Geociências. 2020. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>>. Acesso em: 21 mai. 2024.
- INMET - Instituto Nacional de Meteorologia, Base de dados meteorológicos. 2020. Disponível em: <<https://bdmep.inmet.gov.br>>. Acesso em: 21 mar.2020.
- INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Catálogo de Imagens, Divisão de Geração de Imagens. Coordenação Geral de Observação da Terra. 2020. Disponível em: <www.dgi.inpe.br/CDSR>. Acesso em: 21 mar. 2020.
- INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, TOPODATAS – Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil. 2009. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/topodata/index.php>>. Acesso em: 21 mar. 2020.
- JEPPESEN, Erik et al. Ecological impacts of global warming and water abstraction on lakes and reservoirs due to changes in water level and related changes in salinity. *Hydrobiologia*, v. 750, 201-227, 2015.
- JUNGER, Pedro Ciarlini et al. Effects of seasonality, trophic state and landscape properties on CO₂ saturation in low-latitude lakes and reservoirs. *Science of the Total Environment*, v. 664, 283-295, 2019.
- KNIGHT, Tiffany Marie et al. Trophic cascades across ecosystems. *Nature*, v. 437, n. 7060, 880-883, 2005.
- LIAUTAUD, Kevin et al. Superorganisms or loose collections of species? A unifying theory of community patterns along environmental gradients. *Ecology letters*, v. 22, n. 8, p. 1243-1252, 2019.
- MARENGO, José Antonio; TORRES, Roger Rodrigues; ALVES, Lincoln Muniz. Drought in Northeast Brazil—past, present, and future. *Theoretical and Applied Climatology*, v. 129, 1189-1200, 2017.
- MCFEETERS, Stuart K. The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. *International journal of remote sensing*, v. 17, n. 7, 1425-1432, 1996.
- NOVO, Evlyn Márcia Leão de Moraes. Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações. 4 ed. São Paulo: Blucher, 2010.
- MORID, Reihaneh; SHIMATANI, Yukihiko; SATO, Tatsuro. An integrated framework for prediction of climate change impact on habitat suitability of a river in terms of water temperature, hydrological and hydraulic parameters. *Journal of Hydrology*, v. 587, 124936, 2020.

- NASCIMENTO, Evelyn F. et al. Comparison of water index for MUX/CBERS-4 digital number and monochrome reflectance images. *Journal of Hyperspectral Remote Sensing*, v. 10, n. 1, 34-44, 2020.
- NOBRE, Regina Lúcia Guimarães et al. Precipitation, landscape properties and land use interactively affect water quality of tropical freshwaters. *Science of the Total Environment*, v. 716, 137044, 2020.
- NOVAES, José Luís Costa et al. Diagnóstico da pesca artesanal em um reservatório do semiárido brasileiro. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 41, n. 1, 31-42, 2015.
- OLIVEIRA, Jean Carlos Dantas de et al. Does the oscillation of the water volume of the reservoir influence in the same way in fish diet?. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 30, 1-13, 2018.
- OLIVEIRA, Jônnata Fernandes de et al. Estrutura trófica da ictiofauna em um reservatório do semiárido brasileiro. *Iheringia. Série Zoologia*, v. 106, 1-9, 2016.
- OLIVEIRA, Jônnata Fernandes de. Composição e estrutura trófica de peixes em reservatórios no semiárido neotropical. Tese (Doutorado em Ciência Animal), Programa de Pós Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2017.
- PENNOCK, Casey A. et al. Can spatial and temporal differences in fish assemblage structure inform conservation of an endangered sucker in a large western reservoir?. *Transactions of the American Fisheries Society*, v. 152, n. 4, 475-489, 2023.
- PIMENTEL, Franciele de Oliveira; ASSIS, Wellington Lopes. Análise da variabilidade climática no município de Petrolina-PE entre os anos de 1973-2021. *Revista de Geografia-PPGEO-UFJF*, v. 12, n. 2, p. 281-303, 2022.
- PONZONI, Flávio Jorge; SHIMABUKURO, Yosio Edemir; KUPLICH, Tatiana Mora. Sensoriamento remoto da vegetação. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.
- QGIS.org, QGIS. An open-source Geographic Information System Version: 3.22.11-Białowieża, QGIS Association, 2020. Disponível em: <https://qgis.org/pt_BR/site/forusers/download.html>. Acesso em: 21 mar. 2020
- R CORE DEVELOPMENT TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria:2020. Disponível em:<<https://www.R-project.org>>. Acesso em: 21 mar. 2020.
- RUHOFF, Anderson Luis; NOVO, Bernardo Barbosa da Silva; ROCHA, Humberto Ribeiro da. Determinação da irradiância solar no topo da atmosfera para cálculo do albedo e balanço de energia a partir de imagens LANDSAT 8 OLI. *Anais...*, João Pessoa-PB, Brasil, INPE, 4496-4502, 2015.
- SANTOS, Natália Carneiro Lacerda dos et al. Uso de recursos alimentares por *Plagioscion squamosissimus*-piscívoro não-nativo no reservatório de Sobradinho-BA, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 40, n. 3, 397-408, 2014.
- SEMARH - Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte. Ficha Técnica do reservatório Santa Cruz. 2020. Disponível em: <<http://sistemas.searh.rn.gov.br/MonitoramentoVolumetrico/Monitoramento>>. Acesso em: 21 mar. 2020.
- SERVILI, Arianna et al. Climate change impacts on fish reproduction are mediated at multiple levels of the brain-pituitary-gonad axis. *General and Comparative Endocrinology*, v. 291, 113439, 2020.
- SOUZA, Antonia E. F. et al. Effects of a suprasedasonal drought on the ecological attributes of *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Pisces, Sciaenidae) in a Brazilian Reservoir. *The Scientific World Journal*, v. 2017, 1-9, 2017
- USGS - United States Geological Survey, Earth Explorer, 2020. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 21 mar. 2020.
- ZENI, Jaqueline O.; HOEINGHAUS, David J; CASATTI, Lilian. Effects of pasture conversion to sugarcane for biofuel production on stream fish assemblages in tropical agroecosystems. *Freshwater Biology*, v. 62, n. 12, 2026-2038, 2017.