

DISTRIBUIÇÃO E ABUNDÂNCIA DOS PEIXES DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DAS DUNAS DE PARACURU – CE, BRASIL

Distribution and abundance of fish in the Environmental Protection Area of Paracuru Dunes – CE, Brazil

Rômulo Roussel Cavalcante Arruda Filho ¹ 

Benaya Sanders Carneiro ² 

José Mozart de Albuquerque Araújo Júnior ³ 

Rodrigo de Salles ⁴ 

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Paracuru



romulo_roussel@hotmail.com

² Universidade Federal do Ceará – Faculdade de Medicina – Departamento de Patologia e Medicina Legal – Centro de Biomedicina



benayasanders@gmail.com

³ Consultor de turismo e ambiental



mozartparacuru@hotmail.com

⁴ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Paracuru



rodrigodesalles@ifce.edu.br

* corresponding author

How to cite this article:



ARRUDA FILHO, R. R. C.; CARNEIRO, B. S.; ARAÚJO JUNIOR, J. M. A.; DE SALLES, R. Distribuição e Abundância dos Peixes da Área de Proteção Ambiental das Dunas de Paracuru – CE, Brasil. *Arquivos de Ciências do Mar*, Fortaleza, v. 59, n. 1, (2026). DOI: <https://doi.org/10.36517/acmar.v59i1.94079>

OPEN ACCESS

License: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited. 

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgment: To the Integrated Center for Technology and Environment (NITMA), on behalf of the coordinator Dr. Cledeilson Pereira Santos and the students: Thamirys dos Santos Silva, Talita Maria Freitas Almeida Silva, and Manuel Ryan Nascimento Nogueira.

Accepted in: 26/06/2025
Published in: 24/03/2026

ABSTRACT

This article aimed to contribute information about the basic ecology of fish populations in the Paracuru Dunes Environmental Protection Area. From two field campaigns, carried out in 2020 and 2022, the following environments were studied: interdune lagoons, lagoons located in the deflation zone, streams that flow into the sea, and the Botija stream. The 80 samples revealed the existence of 14 species, distributed in ten families and eight orders. Currently, no species is at risk of extinction. Biodiversity was considered low, considering the absolute number of species and the values of the ecological diversity indexes (between 0.97 and 1.43) and species richness (between 0.45 and 1.52). Consequently, equitability was also low, with numerical participation concentrated in four species: *Poecilia vivipara*, *Cichlasoma orientale*, *Astyanax bimaculatus*, and *Oreochromis niloticus*. In addition to being dominant, the last species was classified as an invasive exotic, therefore, with a high potential for environmental impact. The species *Steindachnerina brevipinna* and *Crenicichla* sp. are also not part of the native fauna but offer lower risk potential. It is believed that the difference in fish assemblages is related to the level of connectivity and environmental characteristics of the different aquifers.

Keywords: Conservation unit. Ichthyofauna. Population ecology. Diversity.

RESUMO

Este artigo buscou contribuir com informações sobre a ecologia básica das populações de peixes da Área de Proteção Ambiental das Dunas de Paracuru. A partir de duas campanhas de campo, realizadas em 2020 e 2022, foram prospectados os ambientes: lagoas interdunares, lagoas localizadas na zona de deflação, riachos que deságuam no mar e o Riacho da Botija. As 80 amostragens revelaram a existência de 14 espécies, distribuídas em dez famílias e oito ordens. Atualmente nenhuma espécie encontra-se em risco de extinção. A biodiversidade foi considerada baixa, tendo em vista o número absoluto de espécies e os valores dos índices ecológicos de diversidade (entre 0,97 e 1,43) e riqueza de espécies (entre 0,45 e 1,52). Consequentemente, a equitabilidade também foi baixa, com a participação numérica concentrada em quatro espécies: *Poecilia vivipara*, *Cichlasoma orientale*, *Astyanax bimaculatus* e *Oreochromis niloticus*. Além de dominante, a última espécie foi classificada como exótica invasora, portanto, com alto potencial de impacto ambiental. As espécies *Steindachnerina brevipinna* e *Crenicichla* sp. também não fazem parte da fauna nativa, entretanto representam menor potencial de risco. Acredita-se que a diferença nas assembleias dos peixes tenha relação com o nível de conectividade e as características ambientais dos distintos aquíferos.

Palavras-chave: Unidade de conservação. Ictiofauna. Ecologia populacional. Diversidade.

1 INTRODUÇÃO

Invariavelmente as justificativas que norteiam os artigos relacionados aos peixes, particularmente os de água doce, indicam os impactos ambientais sobre os cursos d'água como uma das principais causas associadas à perda de biodiversidade e desestruturação populacional (Abell et al., 2008; Albert et al., 2011; Brosse, et al., 2021; Lévêque, et al., 2008). A criação e gestão de áreas protegidas têm se mostrado como uma das principais alternativas adotadas em todo o mundo para reverter esse padrão (Miqueleiz; Ariño & Miranda, 2023).

Do ponto de vista regional, as dunas e paleodunas constituem as unidades geológicas de maior potencial aquífero do estado do Ceará (Brandão, 1998). Detentora deste atributo, a Área de Proteção Ambiental das Dunas de Paracuru foi criada pelo Decreto Estadual N.º 25.418, em 1999 (Ceará, 1999), devido à importância de seus reservatórios naturais de água para o abastecimento da sede municipal e manutenção da biodiversidade (Nascimento, 2010; SEMACE, 2022b).

Apesar de sua relevância ambiental, o conhecimento sobre a biodiversidade do ecossistema de dunas ainda é escasso no Brasil. Entretanto, alguns inventários e estudos biogeográficos foram efetuados sobre a ictiofauna dos grandes rios perenes, localizados na APA Delta do Parnaíba, no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses e no rio São Francisco (Brito et al., 2019; Brito et al., 2020; Melo et al., 2016; Rosa et al., 2003). Tais estudos abrangeram parte do bioma semiárido e o bioma zona costeira, onde o ecossistema dunas está inserido.

Nos estados situados entre o Ceará e Sergipe, onde os rios são menores e intermitentes (Ab'Sáber, 1995), a falta de informação ainda é maior. Destaca-se um inventário sobre a ictiofauna da microbacia do rio Pratagi, situada a oeste de Natal – RN (Paiva, 2014) e um levantamento das espécies de peixes para a elaboração do plano de manejo da APA das dunas de Lagoinha - CE (SEMACE, 2022a). Na APA das Dunas de Paracuru, apenas dois estudos foram efetuados. O primeiro ocorreu em 2005, quando então foi elaborado o primeiro plano de manejo, mas que não chegou a ser publicado e impresso. Mais recentemente, durante a reavaliação do plano de manejo, os primeiros registros foram incorporados à lista de peixes locais (SEMACE, 2022b).

Portanto, é imprescindível conhecer este ambiente e sua biodiversidade. Do ponto de vista ecológico, os peixes ocupam diferentes níveis tróficos (Brasil-Sousa, 2022)

possuem alta sensibilidade fisiológica e são capazes de gerar correlações ambientais alusivas às mudanças no habitat (Carvalho et al., 2015) e no clima (Krabbenhoft et al., 2020). Ademais, os peixes vêm ganhando cada vez mais espaço como bioindicadores (Gutiérrez & Agudelo, 2020), podendo servir de parâmetro a estudos em diversas áreas do conhecimento.

Assim, tendo por referência os programas de pesquisa elencados no último Plano de Manejo da APA das Dunas de Paracuru (SEMACE, 2022b), este artigo tem como objetivos contribuir para o levantamento da biodiversidade, bem como avaliar informações preliminares sobre a ecologia das populações dos peixes existentes nos diferentes ambientes aquáticos do ecossistema dunar desta unidade de conservação.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

A APA das Dunas de Paracuru fica localizada a leste do município de Paracuru – CE, fazendo parte da região metropolitana de Fortaleza. Esta UC possui uma área de 39,09 km² (Ceará, 1999), formada por praias, terraços marinhos com presença de restinga, dunas móveis, dunas fixas, paleodunas, riachos, córregos e lagoas interdunares (Bezerra & Maia, 2012; Ceará, 2016).

Os corpos d'água avaliados estão localizados dentro dos limites da APA, sendo estes previamente agrupados em quatro ambientes. A metodologia proposta teve como premissa amostrar as comunidades ícticas dos quatro ambientes de maneira homogênea e sob a hipótese de serem diferentes, haja vista as distintas características ambientais presentes no ecossistema dunar. Deste modo, a escolha dos pontos de coleta levou em consideração a localização no sentido continente-praia, devido às variações geoambientais também se apresentarem neste sentido. Também foi levada em consideração a composição vegetativa interna e externa dos ambientes (Figura 1, Tabela I).

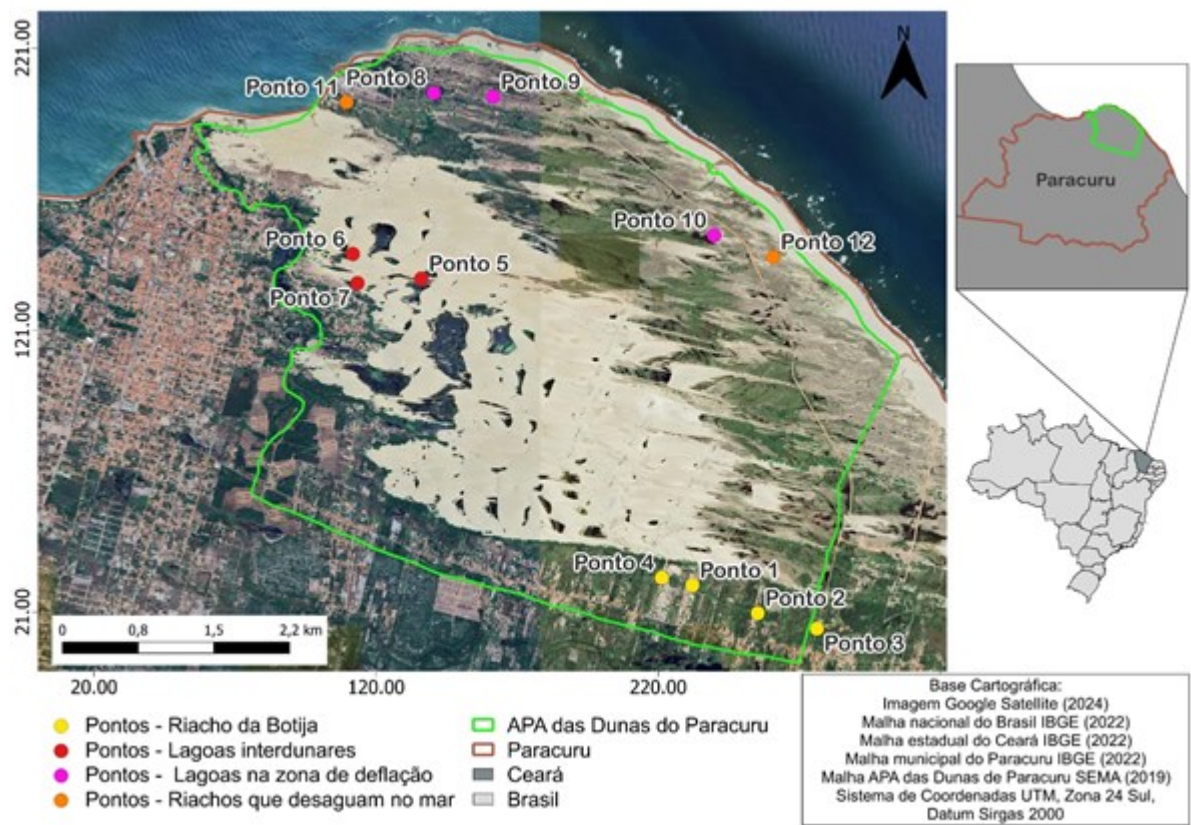


Figura 1. Demarcação da Área de Proteção Ambiental das dunas de Paracuru e detalhamento dos pontos de coleta, por ambientes, entre os anos de 2020 e 2022. Fonte: adaptada de Google Maps.

Tabela 1. Características dos ambientes aquáticos avaliados na APA das Dunas de Paracuru, durante os anos de 2020 e 2022.

Ambiente	Descrição
Riacho da Botija (RB)	Curso d’água único, estreito (entre 1m e 2m) e longo (cerca de 5 km), localizado no limite sul da UC, disposto paralelamente à estrada do São Pedro e à zona costeira, passando por propriedades particulares. Contém vegetação externa e interna e não sofre influência direta da dinâmica das dunas.
Lagoas interdunares (LI)	São três lagoas intermitentes, situadas dentro do campo dunar e localizadas mais distantes da costa. Contém pouca ou nenhuma vegetação ao redor e pouca vegetação aquática.
Lagoas na zona de deflação (LD)	São três lagoas intermitentes, localizadas próximas à costa e situadas na planície de deflação. Possuem vasta vegetação rasteira e arbustiva, além de vegetação aquática abundante.
Riachos que deságuam no mar (RM)	São dois cursos d’água situados na porção norte da UC, posicionados perpendicularmente à costa, entre a planície de deflação e o mar, sofrendo influência das marés na sua porção final. Possuem vegetação interna e externa.

Coleta de dados

Inicialmente foram feitas amostragens-testes, visando definir o período e as artes de pesca mais eficientes para o levantamento da ictiofauna. Desta forma, optou-se por efetuar as coletas no período de estiagem, pois durante a época chuvosa o aumento da profundidade inviabilizou o uso das redes de arrasto, método definido como sendo o mais apropriado para as coletas e largamente empregado em coletas desta natureza (Bordin et al., 2024; Melo, et al., 2015; Paiva, et al., 2014). Entretanto, também foi testado um tipo de armadilha, feita de garrafa PET, bem como a rede de emalhar e a tarrafa. Porém, não apresentaram eficiência, seja pela captura específica de apenas duas espécies, seja pela presença abundante de macroalgas, que inviabilizou o uso da rede de tarrafa.

Assim, a base de dados que subsidiou este artigo consta de duas campanhas de campo, sendo a primeira entre os meses de agosto e setembro de 2020 e a segunda entre os meses de agosto e outubro de 2022. Em cada ambiente foi padronizado o esforço amostral em dez arrastos anuais, totalizando 80 amostragens. Entretanto, o número de pontos amostrais não foi o mesmo para cada ambiente, dadas as especificidades hídricas de cada ambiente da UC (Tabela I).

Foram utilizadas duas redes de arrasto manual. Nos ambientes lênticos, empregou-se uma rede de 4 m de comprimento, 1,7 m de altura e com malhas de 20 mm. Os arrastos foram efetuados por duas pessoas, enquanto outras duas caminhavam nos limites da abertura da rede, afugentando os peixes para o centro da zona de arrasto. Já nos ambientes lóticos, utilizou-se um puçá retangular, apresentando 80 cm de largura, 50 cm de altura e malhas de 5 mm. Em ambos os casos, a distância percorrida pelos arrastos foi de aproximadamente 10 m.

Os peixes coletados foram quantificados, identificados em nível de espécie ou gênero e devolvidos ao ambiente. Este procedimento consistiu em retirar rapidamente os peixes da rede de arrasto e armazená-los temporariamente em um recipiente de 20 litros. Apenas quatro exemplares precisaram ser sacrificados e devidamente fixados para posterior identificação. Atualmente encontram-se depositados na Coleção Ictiológica Prof. Dias da Rocha, do Laboratório de Ciências do Mar, da Universidade Federal do Ceará. Os peixes foram identificados a partir de literatura especializada (Botero, et al., 2014; Britski, et al., 2019; Lasso-Alcalé & Lasso, 2008; Leal et al., 2010; Menezes, et al., 2015; Moura & Lindeman, 2007; Pezold & Cage, 2001).

Análise de dados

Com base em literatura especializada, as espécies foram classificadas em categoria trófica, habitat, estado da conservação e relevância para o manejo.

Desta forma, a classificação quanto à categoria trófica se adaptou a proposta de Bouchon-Navaro; Bouchon & Louis (1992), em: (O) onívoro – algas e invertebrados; (C-I) carnívoro de primeira ordem – invertebrados bentônicos; (C-II) carnívoro de segunda ordem – invertebrados e peixes; (C-III) carnívoro de terceira ordem – mais de 80% de peixes; (ID) iliófago detritívoro – invertebrados, larvas, ovos de invertebrados, algas e fezes de peixes.

Em relação à forma de utilização dos ambientes, as espécies foram classificadas a partir da adaptação de Potter et al. (2015) em: (D) dulcícolas; (DO) dulcícola estuarino oportunista; (MD) marinha estuarina dependente.

Quanto ao estado de conservação no Brasil, os peixes foram classificados segundo a União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN, 2024) e o Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (ICMBio, 2024), em: (DD) dados deficientes e (LC) pouco preocupante.

Por fim, a partir da relevância das espécies para o manejo, foram definidos os seguintes grupos: (E) exótica e (EI) exótica invasora (Latine et al., 2016), bem como (NR) novo registro para a APA das Dunas do Paracuru. Foram considerados novos registros apenas as espécies coletadas na campanha de 2022, haja vista que as coletadas em 2020 já fazem parte da lista publicada no Plano de Manejo da UC (SEMACE, 2022b).

A análise de similaridade levou em consideração a frequência de ocorrência relativa nos ambientes: riacho da Botija, lagoas interdunares, lagoas na zona de deflação e riachos que deságuam no mar. Os dendogramas foram elaborados por meio do programa gratuito Biodiversity Pro, versão 2.0.

As comunidades de peixes foram comparadas em relação aos índices ecológicos, sendo a diversidade de espécies calculada com base no índice de Shannon-Wiener (H'). A distribuição dos indivíduos entre as espécies foi verificada através do índice de equitabilidade de Pielou (J) e a riqueza de espécies através do índice de Margalef (d) (Magurran, 2011), com base nas seguintes equações:

$$(1) H' = - \sum_{i=1}^S p_i * \ln(p_i)$$

Onde, S = número de espécies e p_i = abundância relativa da espécie i.

$$(2) J = H' / \ln(S)$$

$$(3) d = (S - 1) / \ln(N)$$

Onde N = total de indivíduos capturados no ambiente.

Como forma de avaliar a eficiência do esforço amostral, foi elaborada uma curva de acumulação, considerando as 80 amostras e o número de espécies identificadas ao longo das amostragens.

3 RESULTADOS

Foram coletados 2.914 exemplares de peixes, pertencentes a 14 espécies, dez famílias e cinco ordens. Com exceção de quatro espécies, todas foram citadas em uma avaliação anterior (SEMACE, 2022b). As novas ocorrências para a área de estudo foram: *Hoplerythrinus unitaeniatus*, *Awaous* sp., *Dormitator maculatus* e *Lutjanus alexandrei* (Tabela II).

A maioria das espécies possui relação com o ecossistema dulcícola, sendo seis totalmente dependentes deste ambiente (42,9%) e duas (14,3%) consideradas dulcícolas estuarinas oportunistas, portanto, capazes de adentrar em zonas de maior salinidade. Contudo, seis espécies (42,9%) apenas foram coletadas nos riachos que deságuam no mar, indicando a dependência do ecossistema marinho para completar seus ciclos vitais (Tabela II).

Quanto aos hábitos alimentares, observou-se a predominância de peixes carnívoros (50,0%), seguida por peixes onívoros (33,3%) e iliófagos detritívoros (16,7%). Atualmente nenhuma espécie encontra-se sob algum nível de ameaça. No entanto, constatou-se que as espécies *Oreochromis niloticus*, *Steindachnerina brevipinna* e *Crenicichla* sp. não fazem parte da biota nativa deste ecossistema (Tabela II).

Tabela 2. Lista das Ordens, Famílias, espécies e nomes populares dos peixes capturados na APA das dunas de Paracuru, durante as campanhas de 2020 e 2022, com as respectivas informações sobre categoria trófica: (O) onívoro, (C-I) carnívoro de 1º ordem, (C-II) carnívoro de 2º ordem, (C-III) carnívoro de 3º ordem e (ID) iliófago detritívoro; habitat: (D) dulcícola, (DO) dulcícola estuarino oportunista e (MD) marinho estuarino dependente; status da conservação: (DD) dados deficientes e (LC) pouco preocupante; relevância: (E) exótica, (EI) exótica invasora e (NR) novo registro; ambientes de coleta: riacho da Botija (RB), lagoas interdunares (LI), lagoas na zona de deflação (LD) e riachos que deságuam no mar (RM).

Ordem / Família / Espécie	Nome popular	Categoria trófica	Habitat	ICMbio IUCN	Relevância/ N° tombo	Ambientes
CHARACIFORMES						
Erythrinidae						
<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	traíra	C - III ⁽⁶⁾	D ⁽⁶⁾	LC		LI; LD; RM
<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i> (Spix & Agassiz, 1892)	traíra anã	C - II ⁽¹⁰⁾	D ⁽¹⁰⁾	LC	NR	LD
Characidae						
<i>Astyanax bimaculatus</i> Linnaeus, 1758	piaba	O ⁽⁷⁾	D ⁽⁸⁾	LC		RB; LI; LD; RM
Curimatidae						
<i>Steindachnerina brevipinna</i> (Eigenmann & Eigenmann, 1889)	piaboçu	ID ⁽⁹⁾	D ⁽⁹⁾	DD	E	RB
MUGILIFORMES						
Mugilidae						
<i>Mugil rubrioculus</i> Harrison <i>et al.</i> 2007	saúna	ID ⁽¹⁸⁾	MD ⁽⁸⁾	LC		RM
CYPRINODONTIFORMES						
Poeciliidae						
<i>Poecilia vivipara</i> Bloch & Schneider, 1801	guaru	O ⁽¹⁾	DO ⁽¹⁾	LC		RB; LI; LD; RM
GOBIIFORMES						
Gobiidae						
* <i>Awaous</i> sp.	borê do mangue	---	MD ⁽¹⁵⁾	LC	NR 1064	RM
PERCIFORMES						
Eleotridae						
* <i>Eleotris pisonis</i> (Gmelin, 1789)	moré	C - I ⁽¹⁴⁾	MD ⁽¹⁴⁾	LC	1066	RM
* <i>Dormitator maculatus</i> (Bloch, 1792)	dorminhoco	O ⁽¹¹⁾	MD ⁽¹⁴⁾	LC	NR 1065	RM
Gerreidae						
<i>Eucinostomus</i> sp.	carapicú	---	MD ⁽¹³⁾	---		RM
Cichlidae						
<i>Oreochromis niloticus</i> Linnaeus, 1758	tilápia	O ⁽¹²⁾	DO ⁽¹³⁾	LC	EI	LI; LD; RM
<i>Cichlasoma orientale</i> Kullander, 1983	cara preto	C - I ⁽²⁾	D ⁽³⁾	LC		LI; LD; RM
* <i>Crenicichla</i> sp.	joão diá	C - II ⁽⁵⁾	D ⁽⁴⁾	---	E 1063	RB
Lutjanidae						
<i>Lutjanus alexandrei</i> Moura & Lindeman, 2007	vermelho	C - II ⁽¹⁶⁾	MD ⁽¹⁷⁾	DD	NR	RM

*Exemplares depositados na coleção ictiológica Prof. Dias da Rocha, Laboratório de Ciências do Mar – UFC. (1) Meffe & Snelson Jr. (1989); (2) Gurgel; Lucas & Sousa (2002); (3) Gurgel et al. (2011); (4) Montanã & Winemiller (2009); (5) Gurgel et al. (2005); (6) Carvalho; Fernandes & Moreira (2002); (7) Andrian; Silva & Peretti (2001); (8 e 13) Nelson (2006); (9) Giora & Fialho (2003); (10) Leal et al. (2010); (11) Franco-López et al. (2019); (12) Tesfahun & Temesgen (2018); (14) Teixeira (1994); (15) Lasso-Alcalé & Lasso (2008); (16) Garcia & Vendel (2016); (17) Moura & Lindeman (2007); (18) Vasconcelos Filho et al. (2009).

Verificou-se que as espécies *Poecilia vivipara*, *Cichlasoma orientale*, *Astyanax bimaculatus* e *Oreochromis niloticus* predominaram na APA das dunas de Paracuru. Isso é evidenciado pelo fato de que, individualmente, essas espécies ocorreram entre 35% e 60% das amostragens, contribuindo juntas com 87% da abundância (Figuras 2I e 2J).

As espécies *Astyanax bimaculatus* e *Poecilia vivipara* foram as únicas a ocorrerem em todos os ambientes (Tabela II). A espécie *Astyanax bimaculatus* predominou no Riacho da Botija, com 80% de ocorrência e 56% de abundância (Figuras 2A e 2B). Entretanto, nos demais ambientes sua contribuição específica foi baixa, com ocorrência entre 10% e 30% nas amostras e abundância insignificante (Figuras 2C, 2D, 2E, 2F, 2G e 2H). Já a espécie *Poecilia vivipara* teve ampla distribuição, com frequência de ocorrência variando entre 40% e 75% nos distintos corpos hídricos, além de uma representação numérica que variou entre 16% e 54% (Figuras 2A, 2B, 2C, 2D, 2E, 2F, 2G e 2H). As espécies *Oreochromis niloticus* e *Cichlasoma orientale*, ambas da Família Cichlidae, não foram encontradas no Riacho da Botija, porém predominaram nos ecossistemas lênticos das lagoas interdunares e de deflação, com frequência de ocorrência variando individualmente entre 45% e 60% (Figuras 2C e 2E). Em relação à abundância, a espécie *Oreochromis niloticus* se destacou nos dois ambientes, com participação numérica de 37% e 35%, respectivamente (Figuras 2D e 2F). No entanto, a espécie *Cichlasoma orientale* teve maior contribuição numérica nas lagoas de deflação, com abundância relativa de 40% (Figura 2F).

Os ambientes lênticos apresentaram similaridade de 83%, sugerindo que a composição íctica das lagoas interdunares e da zona de deflação é semelhante, assim como a ictiofauna desses dois ecossistemas também se assemelhou aos riachos que deságuam no mar, com similaridade de 70%. Por conseguinte, o ambiente constituído pela comunidade de peixes mais diferente dos demais corpos d'água foi a do riacho da Botija, cuja similaridade foi de apenas de 36% (Figura 3).

Os índices ecológicos revelaram que, tanto em relação à riqueza como em relação à diversidade de espécies, houve um aumento gradativo no sentido continente-praia. Desta forma, os menores índices ecológicos foram verificados para a comunidade de peixes do riacho da Botija, com riqueza de 0,45 e diversidade de 0,97, enquanto os maiores valores ocorreram nos riachos que deságuam no mar, com valores de 1,52 e 1,43, respectivamente. A equitabilidade apresentou pouca variação nos quatro ambientes, variando entre 1,37 nos riachos que deságuam no mar e 1,60, no Riacho da Botija (Tabela III).

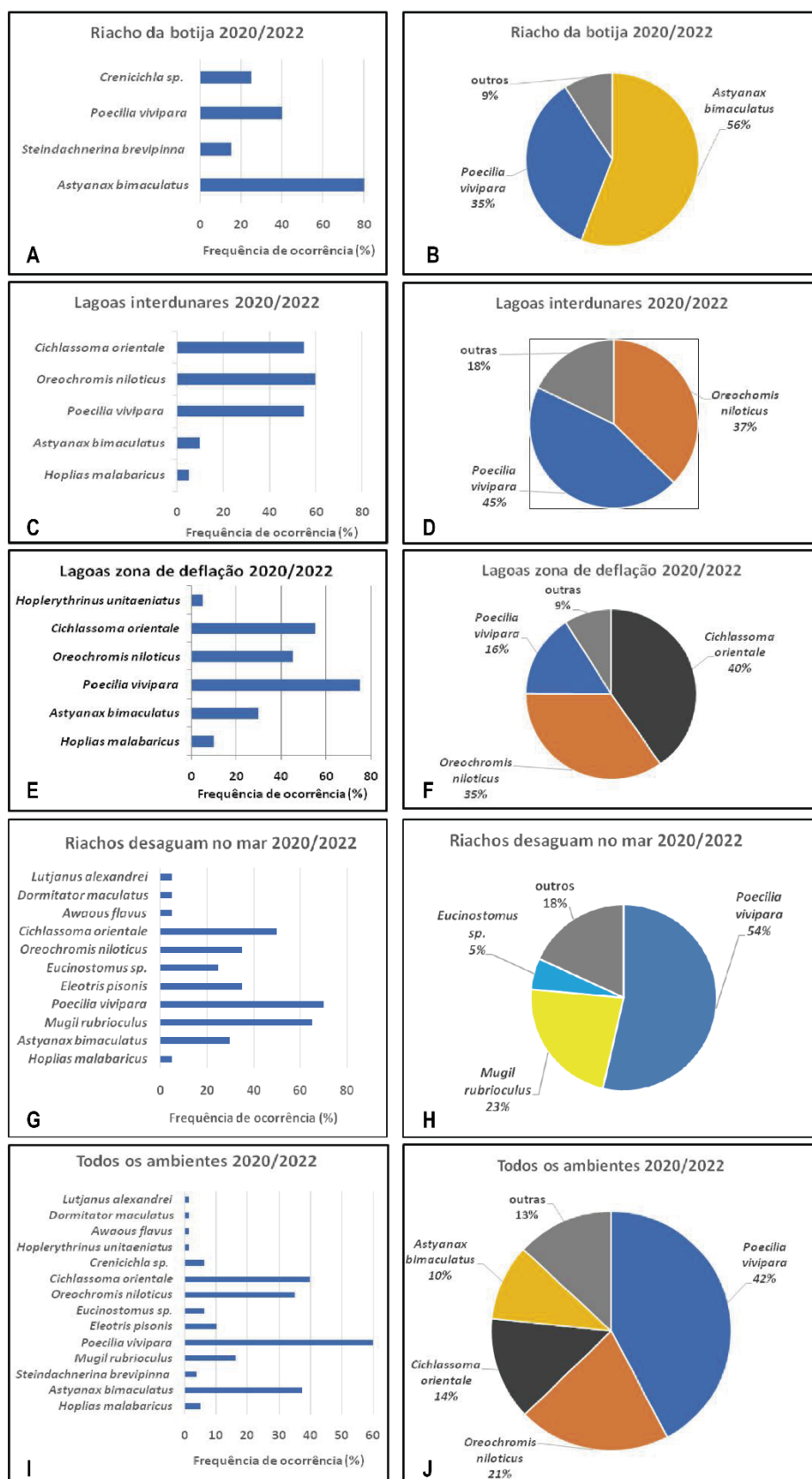


Figure 2. Frequência de ocorrência relativa e participação relativa das espécies mais abundantes, por ambientes, na APA das dunas de Paracuru, durante os anos de 2020 e 2022 (A - J).

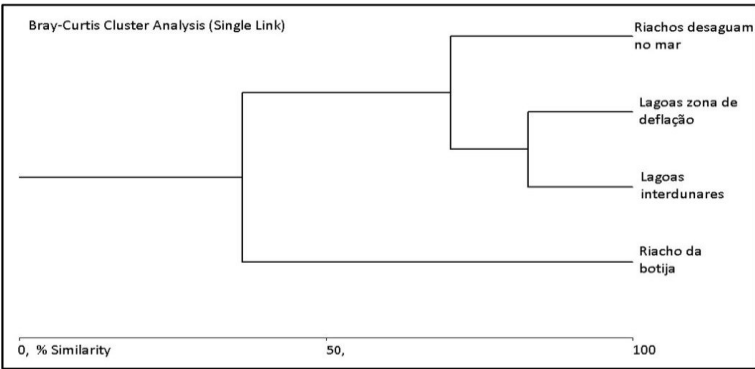


Figure 3. Análise de similaridade relacionando a frequência de ocorrência relativa das espécies de peixes amostrados nos diferentes ambientes: Riacho da Botija, lagoas interdunares, lagoas na zona de deflação e riachos que deságuam no mar, para dados agrupados de 2020 e 2022.

Tabela 3. Índices ecológicos de riqueza (d), equitabilidade (J) e diversidade (H') para as comunidades de peixes amostrados nos diferentes ambientes: riacho da Botija, lagoas interdunares, lagoas na zona de deflação e riachos que deságuam no mar, para dados agrupados de 2020 e 2022.

Ambientes	Índices ecológicos		
	Riqueza	Equitabilidade	Diversidade
	d	J	H'
Riacho da Botija	0,45	1,60	0,97
Lagoas interdunares	0,61	1,56	1,09
Lagoas na zona de deflação	1,04	1,54	1,30
Riachos que desaguam no mar	1,52	1,37	1,43

A curva de acumulação indicou que o número máximo de espécies estabilizaria em aproximadamente 300 amostras, alcançando a diversidade máxima teórica de 19 espécies. Isso indica que, com tal esforço, supostamente seria possível capturar mais quatro espécies na área de estudos (Figura 4).

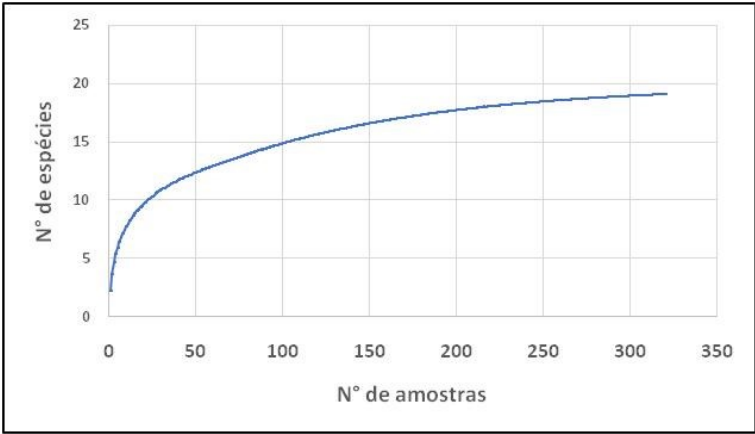


Figure 4. Curva de acumulação relacionando número de amostras e número de espécies de peixes, capturados na APA das dunas de Paracuru, entre os anos de 2020 e 2022.

4 DISCUSSÃO

Considerando a ictiofauna dos principais ecossistemas aquáticos existentes na zona costeira do nordeste brasileiro, tais como os recifes de corais (Chaves; Nunes & Sampaio, 2010; Pereira et al., 2021), riachos costeiros (Silva; Pérez-Mayorga & Romero, 2023; Limeira-Filho, 2023) e estuários (Gurgel-Lourenço, 2023), os resultados deste e de outros estudos semelhantes indicam que o número de espécies e os índices ecológicos são baixos no ecossistema dunas.

Assim, mesmo que o esforço amostral empregado nesta pesquisa tenha gerado um número de espécies (14) próximo à capacidade máxima (18), os valores de diversidade foram considerados baixos, oscilando entre 0,97 e 1,43 nos distintos ambientes, pois comunidades que apresentam índices medianos de diversidade devem variar entre 1,5 e 3,5 (Lima, et al., 2016). O mesmo foi observado para os índices de equitabilidade e riqueza de espécies, indicando que a comunidade de peixes apresenta concentração numérica de indivíduos em poucas espécies.

Embora com valores mais elevados de diversidade, oscilando entre 1,5 e 1,8, este padrão também foi observado na APA das dunas de Lagoinha – CE (SEMACE, 2022a) e nos aquíferos dunares do rio Pratagi - RN, onde foram identificadas 22 espécies de peixes (Paiva, et al., 2014). Existe semelhança entre a biodiversidade dos peixes desses ambientes com a observada no presente estudo, uma vez que 50% das espécies são as mesmas. Nestes casos, a baixa biodiversidade dos ecossistemas dunares pode estar relacionada à menor disponibilidade de recursos (Townsend; Begon & Harper, 2010), tendo em vista que o aporte de matéria orgânica para os corpos d'água fica restringido ou filtrado pelo campo de dunas.

Além disso, características climáticas regionais relacionadas à concentração de chuvas entre os meses de fevereiro e maio, com redução acentuada ou estiagem nos demais meses do ano (Meireles, 2014), interferem na estabilidade do ciclo vital dos peixes deste ecossistema. Isso ocorre sobretudo durante os anos de aporte hídrico abaixo da média, quando ocorre seca total dos ambientes lênticos, bem como a redução do fluxo de água dos ambientes lóticos.

Entretanto, mesmo sob drásticas alterações sazonais, as espécies *Poecilia vivipara*, *Cichlasoma orientale*, *Astyanax bimaculatus* e *Oreochromis niloticus* demonstraram resiliência às intempéries hídricas e dominaram o ecossistema, merecendo destaque em

estudos posteriores. As espécies que apresentaram ampla distribuição geográfica e abundância no ecossistema tendem a interferir com maior pressão dentro da comunidade biológica (Townsend; Begon & Harper, 2010). O resultado é corroborado pela dominância dessas espécies em outras regiões de ecossistema dunar (Paiva, et al., 2014; SEMACE, 2022a; SEMACE, 2022b).

Contudo, a frequência de ocorrência e a abundância das espécies não foram homogêneas nos distintos corpos d'água. Este resultado confirma o conceito de que as características ambientais interferem na composição das espécies de uma comunidade (Su, et al., 2022, Townsend; Begon & Harper, 2010), comprovando a hipótese proposta na estratégia metodológica deste estudo. Portanto, fatores como a temperatura média, a precipitação e o tamanho do habitat são as condições que mais interferem na diversidade biológica de um ecossistema (Schleuter et al., 2012).

Neste sentido, o riacho da Botija foi o ambiente com a menor similaridade, diversidade e riqueza de espécies, sendo predominantemente habitado pelas espécies *Astyanax bimaculatus* e *Poecilia vivipara*. Embora ainda não existam informações sobre o padrão de deslocamento das águas superficiais na região, sua localização parece ter pouca ou nenhuma conexão com os outros corpos d'água do ecossistema. Logo, o isolamento pode ter contribuído para a baixa biodiversidade. Por este motivo ressalta-se a importância da identificação dos padrões de deslocamento das espécies nos distintos ambientes (Silva et al., 2022). A presença de residências e condomínios ao longo deste riacho também pode ser um fator de impacto antrópico relacionado com a baixa diversidade de peixes.

Já as comunidades ícticas dos demais corpos d'água, indicaram maior semelhança. Sobretudo nos ambientes lênticos das lagoas localizadas entre as dunas e as situadas na zona de deflação, cujas espécies *Oreochromis niloticus*, *Cichlasoma orientale* e *Poecilia vivipara* se destacaram. Por sua vez, os riachos que deságuam no mar parecem conectar-se as lagoas nas zonas de deflação, sendo o ambiente com os maiores valores de diversidade e riqueza de espécies. A maior biodiversidade deste ambiente deve-se à presença de peixes dulcícolas e marinhos estuarinos, com dominância das espécies *Poecilia vivipara* e *Mugil rubrioculus*, respectivamente.

Presume-se haver, durante os períodos chuvosos, conexão hídrica entre os três ambientes, permitindo que as espécies se desloquem. Outra hipótese a ser testada, sobre a semelhança estrutural dessas comunidades, seria o transporte de espécies por

pescadores, tendo em vista que a estrutura das assembleias de peixes não é explicada apenas por variáveis ambientais, mas também por intervenções humanas e históricas (Su, et al., 2022).

Outro fator de impacto ambiental a ser considerado consiste na presença de espécies exóticas. Espécies não nativas do ambiente tendem a modificar as relações na cadeia trófica e causar a perda de biodiversidade (Okwiri; Donde & Kibet, 2019). Dentre a fauna de peixes exóticos, a espécie *Oreochromis niloticus* é classificada como exótica invasora, oferecendo alto potencial de risco às espécies nativas (Monroe et al., 2023; Moreira & Silva, 2023). Já as espécies *Steindachnerina brevipinna* e *Crenicichla* sp., que inclusive não são dominantes no ambiente, oferecem menos riscos à biodiversidade e não são classificadas como invasoras (Latine, et al., 2016).

5 CONCLUSÕES

Este artigo é pioneiro para a região e apresenta informações relevantes sobre o tema e sobre o ecossistema dunar. Entretanto, ainda existem muitas lacunas de conhecimento para compor o saber ecológico dos peixes, sobretudo em relação às características físico-químicas e biológicas dos aquíferos, bem como o padrão de conexão das águas superficiais desta UC

REFERÊNCIAS

- Ab' Sáber, A. N. The Caatinga Domain, p. 47-55 in Monteiro, S. & Kaz, L. (eds.) Caatinga - Sertão, Sertanejos. Livroarte, Rio de Janeiro, 1995.
- Albert, J.S. & Reis, R.E. Historical Biogeography of Neotropical Freshwater Fishes. Londres, University of California, 407 p., 2011.
- Andrian, I.F.; Silva, H.B.R. & Peretti, D. Dieta de *Astyanax bimaculatus* (Linnaeus, 1758) (Characiformes, Characidae), da área de influência do reservatório de Corumbá, Estado de Goiás, Brasil. *Acta Scientiarum*, v. 23, n. 2, p. 435-440, 2001.
- Bezerra, L.J.C. & Maia, L.P. Caracterização sedimentológica dos Tabuleiros Pré-Litorâneos do estado do Ceará. *Arquivos de Ciências do Mar*, v. 45, n. 1, 2012.
- Bordin, D. et al. Ocorrência de peixes em áreas entremarés na Baía Babitonga, região Sul do Brasil. *Revista CEPsul – Biodiversidade e conservação marinha*, v.13, p. 1-20, 2024.

Botero, J.I.S. et al. Anfíbios e peixes do parque nacional de Ubajara e entorno: Guia ilustrado. Nave, Coleção habitat 8, LABOMAR, UFC, 227 p., Fortaleza, 2014.

Bouchon-Navaro, Y.; Bouchon, C.; Louis, M. L'ichtyofaune des herbiers de phanérogames marines de la baie de Fort-de-France (Martinique, Antilles Françaises). *Cybiu*, v.16, n.4, p. 307-330, 1992.

Brandão, R.L. Diagnóstico geoambiental e os principais problemas de ocupação do meio físico da região metropolitana de Fortaleza. Projeto Sinfor, série ordenamento territorial, v.1, 108 p., 1998.

Brazil-Sousa, C. et al. A especialização individual é maior em populações generalistas de posições tróficas intermediárias a altas em peixes tropicais de água doce. *Ecological Society of Australia*, p. 1-14, 2023.

Brito, P.S. et al. Freshwater fishes of the Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses and adjacent áreas. *Biota Neotropica*, v. 19, n. 3, p. 1-12, 2019. <https://dx.doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2018-0660>.

Brito, P.S. et al. Updated and supplementary data on Brito et al. (2019): Freshwater fishes of the PN dos Lençóis Maranhenses and adjacent áreas. *Ichthyological Contributions of Peces Criollos*, v. 73, p. 1-17, 2020.

Britski, H.A. et al. Revalidation and redescription of *Steindachnerina nigrotaenia* and redescription of *S. insculpta* (Characiformes: Curimatidae). *Neotropical Ichthyology*, v. 17, n. 1, p. 1-14, e180076, 2019.

Brosse, S. et al. Fishmorph: A global database on morphological traits of freshwater fishes. *Global Ecology and Biogeography*, v. 30, p. 2330–2336, 2021. <https://doi.org/10.1111/geb.13395>.

Carvalho et al. Habitat structure determining the spatial distribution of ichthyofauna in a Brazilian stream. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, Maringá, v. 37, n. 4, p. 439-448, 2015.

Carvalho, L.N.; Fernandes, C.H.V. & Moreira, V.S.S. Alimentação de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Osteichthyes, Erythrinidae) no rio Vermelho, Pantanal Sul Mato-Grossense. *Rev. bras. Zoociências*, v. 4, n. 2, p. 227-236, 2002.

Ceará. Decreto nº 25.418, de 29 de março de 1999. Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental das dunas de Paracuru, no município de Paracuru, e adota outras providências. *Diário Oficial do Estado do Ceará*, série 2, n. 285, caderno 1/2, 52p., 1999.

Ceará. Reestruturação e atualização do mapeamento do projeto Zoneamento Ecológico-Econômico do Ceará – Zona Costeira e Unidades de Conservação Costeiras - Relatório final de caracterização ambiental e dos mapeamentos. Superintendência Estadual do Meio Ambiente. Fortaleza. 475p. 2016.

Chaves, L.C.T.; Nunes, J.A.C.C. & Sampaio, C.L.S. Shallow reef fish communities of south Bahia coast, Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, v. 58, p. 33-46, 2010.

Franco-López, J. et al. Ecological Aspects of *Dormitator maculatus* Bloch, 1792 in the Alvarado Lagoon, Veracruz, Mexico. *Turk. J. Fish. & Aquat. Sci.*, v. 20, n 1, p. 51-60, 2019. http://doi.org/10.4194/1303-2712-v20_1_05.

Garcia, A.F.S. & Vendel, A. L. Dietary overlap and food resource partitioning among fish species of a tropical estuary in northeastern Brazil. *Gaia Scientia*, v. 10, n. 4, p. 86-97, 2016.

- Giora, J. & Fialho, C.B. Biologia alimentar de *Steindachnerina brevipinna* (CHARACIFORMES, CURIMATIDAE) do rio Ibicuí-mirim, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Sér. Zool.*, v. 93, n. 3, p. 277-281, 2003.
- Gurgel, H.C.B.; Lucas, F.D. & Souza, L.L.G. Dieta de sete espécies de peixes do semi-árido do Rio Grande do Norte, Brasil. *Rev.ictiol.*, v. 10, n. 1, p. 7-16, 2002.
- Gurgel, H.C.B. et al. Alimentação da comunidade de peixes de um trecho do rio Ceará Mirim, em Umari, Taipu, Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. *Acta Sci. Anim. Sci.*, Maringá, v. 27, n. 2, p. 229-233, 2005.
- Gurgel, L.L. et al. Ecologia reprodutiva de *Cichlasoma orientale* (Osteichthyes: Cichlidae), um peixe endêmico do semi-árido brasileiro. *Biota Amazônia*, Macapá, v. 1, n. 2, p. 36-44, 2011. <http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v1n2p36-44>.
- Gurgel-Lourenço, R.C. et al. Fish fauna from the estuaries of Ceará state, Brazil: a checklist in support of conservation of the Brazilian semiarid coast. *The journal of biodiversity data*, v. 19, n. 1, p. 63-90, 2023. <https://doi.org/10.15560/19.1.63>.
- Gutiérrez, B.F.P. & Agudelo, C.A.R. Fish as bioindicators: coal and mercury pollution in Colombia's ecosystems. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 27, p. 27541-27562, 2020. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09159-4>.
- ICMBio. Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade – SALVE. 2024. Disponível em: <https://salve.icmbio.gov.br>. Acesso em: 26 de março de 2024.
- Krabbenhof et al. FiCli, the Fish and Climate Change Database, informs climate adaptation and management for freshwater fishes. *Nature*, v. 124, n. 7, p 1-6, 2020. <https://doi.org/10.1038/s41597-020-0465-z>.
- Lasso-Alcalé, O.M. & Lasso, C.A. Revisión taxonómica del Género *Awaous* Valenciennes 1837 (Pisces: Perciformes, Gobiidae) en Venezuela, con notas sobre su distribución y hábitat. *Mem. Fund. La Salle de Cienc.*, v. 168, p. 117-140, 2008.
- Latini, A.O. et al. Espécies exóticas invasoras de águas continentais no Brasil. Brasília: MMA, Série Biodiversidade 39, 791 p., 2016.
- Leal, M.E. et al. Primeiro registro e aspectos ecológicos de *Hoplerethrinus unitaeniatus* (Agassiz, 1829) (Characiformes, Erythrinidae) como espécie introduzida na Bacia do Rio dos Sinos, RS, Brasil. *Biota Neotrop.*, v. 10, n. 3, 2010. <http://www.biotaneotropica.org.br/v10n3/pt/abstract?article+bn00710032010>.
- Lima, M.S.C.S.; Souza, C.A.S. & Pederassi, J.S. Qual Índice de Diversidade Usar? *Cadernos UniFOA*, Volta Redonda, n. 30, p. 129-138, 2016.
- Limeira-filho, D. et al. Fish diversity in the rivers that drain the Baixada Maranhense and the Mearim basin in northeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 83, p. 1-12, 2023. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.273525>.
- Lévêque, C. et al. Global diversity of fish (Pisces) in freshwater, *Hidrobiologia*, v. 595, p. 545-567, 2008. <https://doi.org/10.1007/s10750-007-9034-0>.
- Meffe, G.K. & Snelson Jr, F.F. An ecological overview of poeciliid fishes. Prentice Hall, New Jersey, p. 1-32, 1989.

Magurran, A.E. Medindo a diversidade biológica. Paraná, UFPR, Brasil, 256 p. 2011.

Meireles, A.J.A. Geomorfologia Costeira: Funções Ambientais e Sociais. Universitária, UFC, Fortaleza, 494p., 2014.

Menezes, N.A. et al. Taxonomic review of the species of Mugil (Teleostei: Perciformes: Mugilidae) from the Atlantic South Caribbean and South America, with integration of morphological, cytogenetic and molecular data. Zootaxa, v. 3918, n. 1, p. 1-38, 2015.

Melo, F.A.G. et al. Guia de identificação de peixes do estuário dos rios Timonha e Ubatuba. Siearte, Parnaíba, 99 p., 2015.

Melo, F.A.G. et al. Fish fauna of the lower course of the Parnaíba river, northeastern Brazil. Bol. Mus. Biol. Mello Leitão, v. 38, n. 4, p. 363-400, 2016.

Miqueleiz, I.; Ariño, A.H. & Miranda, R. Spatial priorities for freshwater fish conservation in relation to protected áreas. Aquatic Conserv: Mar Freshw Ecosyst, v. 33, p. 1028–1038, 2023. <https://10.1002/aqc.4000>.

Monroe, T.G.R. et al. Inventory reveals non-native species and variation in patial-temporal dynamics of fish community in a Brazilian protected area. Brazilian Journal of Biology, v. 83, p. 1-11, 2023. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.274232>.

Montaña, C.G. & Winemiller, K.O. Comparative feeding ecology and habitats use of Crenicichla species (Perciformes: Cichlidae) in a Venezuelan floodplain river. Neotropical Ichthyology, v. 7, n. 2, p. 267-274, 2009.

Moreira, E.A. & Silva, D.P. Uma dúzia de peixes: algumas espécies exóticas invasoras encontradas em águas brasileiras e seus impactos. Cienc. Anim. Bras., v. 24, e-74647p., 2023. DOI: <https://10.1590/1809-6891v24e-74647P>.

Moura, R.L & Lindeman, K.C. new species of snapper (Perciformes: Lutjanidae) from Brazil, with comments on the distribution of Lutjanus griseus and L. apodus. Zootaxa, v. 1422, p. 31–43, 2007.

Nascimento, A.P. Análise dos Impactos das Atividades Antrópicas em Lagoas Costeiras – Estudo de Caso da Lagoa Grande em Paracuru – CE. Dissertação (Mestrado), Instituto de Ciências do Mar, Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Universidade Federal do Ceará, 110 p., Fortaleza, 2010.

Nelson, J.S. Fishes of de World. 4^oed. John Wiley & Sons, Inc, Canadá, 622 p., 2006.

Okwiri, B; Donde, O.O. & Kibet, C.J. Status and impacts of non-native freshwater fish on fisheries biodiversity and biogeography in Kenya: A management perspective. Lakes & Reserv. v. 24, p. 332–343, 2019. <https://10.1111/lre.12291>.

Paiva, R.E.C. et al. Fish fauna of Pratagi River coastal microbasin, extreme North Atlantic Flores, Rio Grande do Norte State, northeastern Brasil. Journal of species list and distribution, v. 10, n. 5, p. 968-975, 2014. <https://10.15560/10.5.968>.

Pereira, P.H. et al. Reef fishes biodiversity and conservation at the largest Brazilian coastal Marine Protected Area (MPA Costa dos Corais). Neotropical Ichthyology, v. 19, n. 4, p. 1-26, 2021. <https://doi.org/10.1590/1982-0224-2021-0071>.

Pezold, F. & Cage, B. A Review of the spinycheek sleepers, genus *Eleotris* (Teleostei: Eleotridae), of the western hemisphere, with comparison to the west african species. *Tulane Studies in Zoology and Botany*, v. 31, n. 2, p. 1-45, 2001.

Potter, I.C. et al. The ways in which fish use estuaries: a refinement and expansion of the guild approach. *Fish and Fisheries*, v. 16, n. 2, p. 230-239, 2015.

Rosa, R.S. et al. Diversidade, padrões de distribuição e conservação dos peixes da caatinga, p. 135-181. In Leal, I.L.; Tabarelli, M. & Silva, J.M.C. (eds.) *Ecologia e conservação da caatinga*. Universitária, UFPE, Pernambuco, 822 p., 2003.

Schleuter, D. et al. Geographic isolation and climate govern the functional diversity of native fish communities in European drainage basins. *Global Ecology and Biogeography*, v. 21, p. 1083–1095, 2012. <https://10.1111/j.1466-8238.2012.00763.x>.

SEMACE. Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental das Dunas de Lagoinha: Diagnóstico Socioambiental. Governo do Estado do Ceará, Secretaria do turismo e Secretaria do Meio Ambiente, v. 1, 341p., 2022a.

SEMACE. Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental das Dunas de Paracuru: Diagnóstico Socioambiental. Governo do Estado do Ceará, Secretaria do turismo e Secretaria do Meio Ambiente, v. 1, 322 p., 2022b.

Silva, V.E.L. et al. Relative importance of habitat mosaics for fish guilds in the northeastern coast of Brazil. *Regional Studies in Marine Science*, v. 50, p. 1-8, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2021.102145>.

Silva, R.G.A.; Pérez-Mayorga, M.A. & Romero, R.M. Coastal freshwater stream fish fauna from a threatened estuarine lagoon complex in northeastern Brazil. *Environ. Biol. Fish.*, v.106, p. 2141-2156, 2023. <https://doi.org/10.1007/s10641-023-01495-x>.

Su, G. et al. Contemporary environment and historical legacy explain functional diversity of freshwater fishes in the world Rivers. *Global Ecol Biogeogr.*, v. 31, p. 700–713, 2022. <https://10.1111/geb.13455>.

Teixeira, R.L. Abundance, reproductive period, and feeding habits of eleotrid fishes in estuarine habitats of north-east Brazil. *Fish Biology*, v. 45, n. 5, p. 749-761, 1994.

Tesfahun, A. & Temesgen, M. Food and feeding habits of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.) in Ethiopian water bodies: A review. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, v. 6, n. 1, p. 43-47, 2018.

The IUCN red list of threatened species. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org>. Acesso em: 26 de abril de 2024.

Townsend, C.R.; Begon, M. & Harper, J.L. *Fundamentos em Ecologia*. Artamed, 576p. Porto Alegre, 2010.

Vasconcelos Filho, A.L. et al. Hábitos alimentares de consumidores primários da ictiofauna do sistema estuarino de Itamaracá (Pernambuco - Brasil). *Rev. Bras. Enga. Pesca*, v. 4, n. 1, 2009.