


BIODIVERSIDADE DE PEIXES EM RIACHOS INTERMITENTES DA REGIÃO SEMIÁRIDA BRASILEIRA (BACIA DO RIO ACARAU, BRASIL)


FISH BIODIVERSITY IN INTERMITTENT STREAMS OF THE BRAZILIAN SEMIARID REGION (ACARAU RIVERBASIN, BRAZIL)

Artigo Original

Júlia Silva Oliveira¹

 <https://orcid.org/0000-0003-0820-9450>

Ana Márcia Pinto dos Santos²

 <https://orcid.org/0000-0003-3115-7177>

Victor Coelho dos Santos³

 <https://orcid.org/0000-0002-2566-6621>

Antônio Lucas de Menezes Xavier⁴

 <https://orcid.org/0000-0003-2900-039X>

Antônio Lucas Fernandes da Conceição⁵

 <https://orcid.org/0000-0002-9404-5220>

Bianca de Freitas Terra⁶

 <https://orcid.org/0000-0003-0229-2388>

RESUMO

Rios e riachos intermitentes são ambientes dinâmicos que experimentam a secagem parcial ou total de seu fluxo durante o período de estiagem e são os ecossistemas aquáticos dominantes no Nordeste brasileiro. O ciclo de corrente, poças e seca destes sistemas influencia diretamente a dinâmica da comunidade aquática. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi caracterizar a composição e estrutura da assembleia de peixes nas fases aquáticas do ciclo hidrológico de riachos intermitentes da região semiárida brasileira. O levantamento foi realizado em cinco riachos pertencentes à bacia do Rio Acaraú, localizada no Ceará, Nordeste do Brasil, nas fases corrente e de poças. As espécies de peixes dominantes diferiram entre as fases aquáticas do ciclo. No entanto, nenhum dos descritores ecológicos apresentou diferença significativa entre as fases e nenhuma das 25 espécies foi considerada indicadora de alguma das fases. As espécies presentes nos riachos amostrados estão adaptadas à dinâmica natural destes sistemas e se refugiam nas poças durante o período seco, sendo assim, é fundamental considerar as mudanças ao longo do ciclo hidrológico em ações que objetivem conservar os corpos d'água intermitentes.

Palavras-chave: Ichthyofauna. Comunidade biótica. Resistência.

Abstract

Intermittent rivers and streams are dynamic environments that experience partial or total flow drying during the dry season and are the dominant aquatic ecosystems in Northeast Brazil. Flowing, pools e drought cycle directly influences the dynamic of aquatic community in these systems. Thus, this study aimed to characterize the composition and structure of fish assemblage in aquatic phases of the hydrological cycle of intermittent streams in the Brazilian semiarid region. This study was conducted in five streams in the Acaraú River basin, Ceará, Northeastern, Brazil, in flowing and pool phases. Dominant fish species differed between aquatic phases of the cycle. However, none of the ecological descriptors showed a significant difference between phases, and none of the 25 species was considered an indicator of phases. Species present in these streams are adapted to the natural dynamics of intermittent systems and refuge in the pools during the dry period, therefore, it is fundamental to consider the changes along the hydrological cycle in actions that aim to protect intermittent rivers and streams

Keywords: Semiarid. Biotic community. Resistance.



Recebido em: 16/01/2023

Aprovado em: 14/03/2023



Copyright (c) 2023 Essentia - Revista de Cultura, Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual Vale do Acaraú
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

¹Bióloga. Mestre e Doutoranda em Ecologia e Conservação pelo Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Estadual da Paraíba, Rua Baraúnas. Campina Grande. Paraíba. Brasil.

²Bióloga. Mestre em Ecologia e Conservação pelo Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Estadual da Paraíba, Rua Baraúnas. Campina Grande. Paraíba. Brasil.

³Biólogo. Mestrando em Ecologia e Conservação pelo Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Estadual da Paraíba, Rua Baraúnas. Campina Grande. Paraíba. Brasil.

⁴Biólogo. Centro de Ciências Agrárias e Biológicas, Universidade Estadual Vale do Acaraú. Sobral. Ceará. Brasil.

⁵Biólogo. Centro de Ciências Agrárias e Biológicas, Universidade Estadual Vale do Acaraú. Sobral. Ceará. Brasil.

⁶Bióloga. Doutora em Ciências Ambientais e Florestais. Professora adjunta do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual Vale do Acaraú. Professora do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande. Paraíba. Brasil.

INTRODUÇÃO

Rios e riachos intermitentes são ecossistemas altamente dinâmicos, que secam parcial ou totalmente durante o período de estiagem (Datry; Bonada; Boulton, 2017). Tais ecossistemas apresentam três fases distintas ao longo do ciclo hidrológico: corrente, poças e seca (Datry, 2012; Datry; Larned; Tockner, 2014). Na fase corrente, o fluxo de água é contínuo. Quando o fluxo cessa, o leito torna-se um mosaico de habitats terrestres e aquáticos, o que caracteriza a fase de poças. Já a fase seca tem início quando as poças secam e o leito seco fica disponível para a colonização de espécies terrestres (Larned et al., 2010). Os corpos d'água intermitentes são tão comuns quanto os perenes e, como consequência, compõem a paisagem de grande parcela dos biomas (Larned et al., 2010; Datry; Larned; Tockner, 2014). A classificação dos ecossistemas aquáticos em intermitentes depende da frequência e previsibilidade da secagem do fluxo de água, podendo ser sistemas maiores e amplamente influenciados por outros corpos d'água, como os rios principais das bacias hidrográficas, ou sistemas menores e com menor influência de outros corpos d'água, como os riachos (Datry; Bonada; Boulton, 2017).

Na região Nordeste do Brasil, a maior parte das bacias apresenta característica intermitente irregular, condicionada pela dominância do clima semiárido (Brasil, 2017). Essa região se distingue por apresentar aspectos como alta variação espacial e temporal da precipitação, baixa amplitude térmica, alta evapotranspiração potencial, solos rasos e mal estruturados e bacias de drenagem caracterizadas por riachos e rios intermitentes (Barbosa et al., 2012). Esses ecossistemas apresentam ciclos hidrológicos compostos por extremos de inundações e longos períodos de seca. Tais inundações são geralmente associadas a curtos eventos de fluxo, que variam em intensidade, frequência e magnitude (Maltchik, 1999; Barbosa et al., 2012). A Caatinga, inserida nesta região, é dividida em quatro ecorregiões aquáticas, sendo a Nordeste Médio-Oriental dominada por bacias hidrográficas intermitentes (Lima et al., 2017).

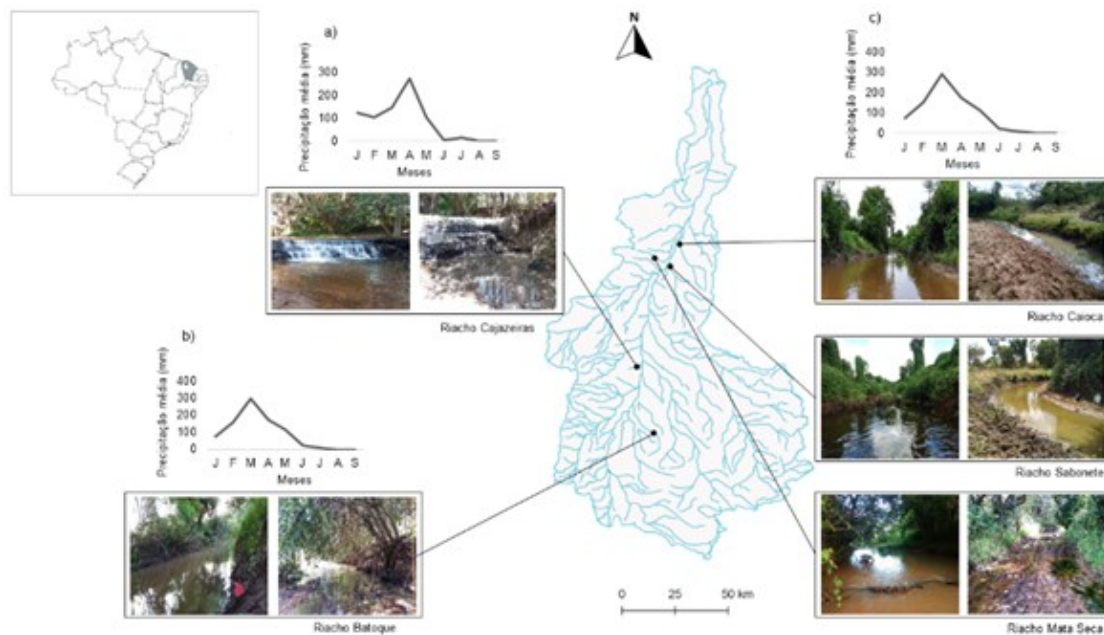
Apesar da menor proporção de água doce entre as águas superficiais do mundo, 43% das espécies de peixes catalogadas são consideradas de água doce (Nelson; Grande; Wilson, 2016). Estudos recentes apontam que na Caatinga existam aproximadamente 371 espécies nativas de peixes, sendo Characidae a família mais rica ($n = 62$), no entanto, apenas 91 espécies ocorrem na ecorregião Nordeste Médio-Oriental (Lima et al., 2017). A menor riqueza encontrada pode ser justificada pelo regime de cheia e secagem que desafia a permanência de espécies de peixes que não se adaptaram a estas perturbações sazonais.

Conhecer a composição da ictiofauna em rios e riachos intermitentes é de extrema importância para a manutenção da diversidade onde esses ecossistemas dominam. Nas últimas décadas, os ecossistemas de água doce naturais do Nordeste do Brasil têm se tornado objetos de estudos com enfoque na distribuição dos peixes, uso do habitat pela ictiofauna em regiões semiáridas, entre outras questões ecológicas (e.g. Maltchik; Medeiros, 2006; Mendes et al., 2011; Ramos; Ramos; Ramos, 2014; Costa et al., 2017; Teixeira et al., 2017; Oliveira-Silva et al., 2018; Silva; Duarte; Medeiros, 2018; Faustino; Terra, 2020; Rodrigues-Filho et al., 2020). No entanto, ainda é necessário conhecer a estrutura da ictiofauna em riachos intermitentes considerando as diferentes fases do ciclo hidrológico para propor estratégias eficientes de conservação e manejo desse grupo ameaçado por processos como construção de barragens, poluição por derramamento de esgoto, introdução de espécies não nativas, entre outros. Assim, o objetivo deste estudo foi caracterizar a composição e estrutura das assembleias de peixes nas fases aquáticas (corrente e poça) do ciclo hidrológico de riachos intermitentes da região semiárida brasileira.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na bacia hidrográfica do Rio Acaraú (Figura 1), localizada na região Noroeste do estado do Ceará, Nordeste do Brasil, a qual abrange uma área de aproximadamente 14.600 km² e está integralmente inserida na região Ecológica da Caatinga, com vegetação arbórea, arbustiva densa, arbustiva aberta e áreas de matas úmidas nos brejos de altitude (Ceará, 2010; Brasil, 2017; Silva et al., 2017). O clima na região é do tipo BSh (semiárido quente), com temperatura média acima de 26°C e taxas de precipitação irregulares, entre 300 e 800 mm por ano, com o período chuvoso se estendendo de janeiro a junho/julho (Ceará, 2017).

Figura 1. Localização dos riachos amostrados na bacia hidrográfica do Rio Acaraú, com fotos dos riachos nas fases corrente e de poças e variação mensal na precipitação média dos municípios onde as coletas foram realizadas durante o ano de 2019. a) Varjota-CE, b) Hidrolândia-CE, c) Sobral-CE.



Fonte: Autoria própria. Dados de precipitação retirados do Portal Hidrológico do Ceará, 2020.

Cinco riachos (de 1^a a 3^a ordem) foram amostrados nas fases aquáticas de riachos intermitentes, corrente e poças (Tabela 1). Em cada fase, um trecho de 100 metros foi considerado. Na fase corrente, cada trecho foi dividido em 10 seções. A amostragem da ictiofauna foi realizada através de um arrasto no sentido oposto ao fluxo do riacho e de duas peneiradas, uma em cada margem, por seção, totalizando 10 arrastos e 20 peneiradas por trecho amostrado. Na fase de poças, o esforço amostral foi proporcional ao tamanho das poças e variou entre um arrasto e duas peneiradas e quatro arrastos e oito peneiradas por poça. Como o esforço amostral para a assembleia foi proporcional nas duas fases amostradas, os dados utilizados não foram transformados em captura por unidade de esforço. A coleta foi realizada com o auxílio de uma rede de arrasto com 3,5 m x 2,3 m e malha de 5 mm entre nós opostos, e uma peneira com 67 cm de diâmetro e malha de 1 mm.

Tabela 1. Lista de riachos amostrados na bacia do Rio Acaraú com informações de localização, quantidade e o comprimento médio das poças amostradas em cada riacho.

Riachos	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Poças
1	3°35'22,97"	40°16'12,15"	54	9 (19,68 m ± 5,36 m)
2	4°25'3,78"	40°23'0,14"	194	4 (50,63 m ± 17,28 m)
3	3°41'15,16"	40°18'39,29"	63	8 (16,95 m ± 2,57 m)
4	3°39'3,11"	40°22'45,18"	105	6 (16,25 m ± 5 m)
5	4°7'37,31"	40°27'26,34"	125	2 (7 m - 50 m)

Fonte: Autoria própria.

Os peixes capturados foram anestesiados em Eugenol (100 mg de óleo de cravo, 10 ml de álcool metílico e 1000 ml de água), levados ao gelo por um período de duas a cinco horas e,

posteriormente, fixados em formaldeído 10% por 48 horas. Em laboratório, os indivíduos foram conservados em álcool 70%, identificados ao nível de espécie com o auxílio de chave de identificação (Ramos, 2012) e consulta à especialista do Laboratório de Ecologia Aquática da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), tendo sido cada um deles pesado (g) e medido (cm). O procedimento recebeu autorização da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Estadual Vale do Acaraú (número 003. 05. 018. UVA. 205.13) e obteve autorização de coleta (número 64822-1) do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO).

A profundidade de cada trecho foi mensurada em cinco pontos equidistantes no início e no centro de cada uma das seções na fase corrente e em cinco pontos equidistantes ao longo de cinco transectos em cada poça. A velocidade do fluxo foi classificada visualmente pela mesma pessoa durante o período de amostragem em remanso, corrente ou rápido.

Para analisar a estrutura da assembleia de peixes, foram utilizados os descritores ecológicos riqueza e composição de espécies, abundância e biomassa total, os índices de diversidade de Shannon, Simpson, calculados através da função "diversity", do pacote VEGAN (Oksanen et al., 2019), e a riqueza de Margalef através da função "margalef" do pacote abdiv (Bittinger, 2020). O Teste t pareado foi utilizado para investigar se havia diferença nos descritores ecológicos entre as fases do ciclo hidrológico. A análise de espécies indicadoras foi usada para verificar a preferência de cada espécie entre as fases hidrológicas. Este método, desenvolvido por Dufrêne e Legendre (1997), mede a associação entre espécies e grupos de amostras através de um índice, produto de dois componentes: especificidade (espécie capturada apenas nas amostras de determinado grupo) e fidelidade (espécie capturada em todas as amostras de determinado grupo). Esta análise foi calculada por meio da função "multipatt" do pacote INDICESPECIES (De Cáceres; Jansen, 2019). A normalidade das variáveis foi testada através do teste de ShapiroWilk ($p < 0,05$), função "shapiro.test" no pacote STATS (R Core Team, 2022). Todas as análises estatísticas foram realizadas em ambiente R, versão R 3.6.1 (R Development Core Team, 2019).

RESULTADOS

Ao todo, 1.389 (781,75g) peixes foram coletados, pertencentes a 25 espécies, 20 gêneros, 11 famílias e quatro ordens, sendo duas espécies não nativas (*Cichla monoculus* e *Poecilia reticulata*). A ordem Characiformes foi a mais abundante, com 76,6% dos indivíduos, e a mais rica, com seis famílias e 16 espécies. A família mais representativa foi a Characidae, com 72,57% ($S=11$) do total de indivíduos coletados. *Hemigrammus rodwayi* (23,69%), *Poecilia reticulata* (19,44%) e *Astyanax fasciatus* (18,07%) foram as espécies mais abundantes. Em relação à biomassa, as espécies mais representativas foram *Cichla monoculus* (23,54%, $n=3$), *Astyanax fasciatus* (12,42%, $n=251$) e *Astyanax bimaculatus* (10,5%, $n=81$). Na fase corrente, a riqueza variou entre 5 e 14, com um total de 20 espécies, 494 indivíduos e biomassa de 217,72 gramas. As espécies mais abundantes foram *Astyanax fasciatus* (29,76%), *Serrapinnus heterodon* (20,24%) e *Phenacogaster calverti* (17%). Na fase de poças, a riqueza variou de 5 a 15, com um total de 18 espécies, 895 indivíduos e biomassa total de 564,03 gramas. *Hemigrammus rodwayi* (32,96%), *Poecilia reticulata* (29,16%) e *Astyanax fasciatus* (11,62%) foram as espécies mais abundantes nas poças (Tabela 2).

Tabela 2. Classificação de espécies da ictiofauna com valores de abundância total e biomassa. (C = Corrente; P = Poças).

Ordem/Família	Espécie	Abundância total		Biomassa (g)	
		C	P	C	P
Characiformes Anostomidae	<i>Leporinus</i> sp.	2	-	0,58	-

Tabela 2. Classificação de espécies da ictiofauna com valores de abundância total e biomassa. (C = Corrente; P = Poças).

Ordem/Família	Espécie	Abundância total		Biomassa (g)	
		C	P	C	P
Characidae	<i>Astyanax bimaculatus</i> (Linnaeus, 1958)	40	41	32,7	49,37
	<i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819)	147	104	54,63	42,45
	<i>Bryconamericus</i> sp.	2	-	1,33	-
	<i>Compsura heterura</i> (Eigenmann, 1915)	5	31	0,91	5,12
	<i>Hemigrammus rodwayi</i> (Durbin, 1909)	34	295	13,48	57
	<i>Hyphessobrycon piabinhas</i> (Fowler, 1941)	1	-	0,29	-
	<i>Hyphessobrycon</i> sp.	1	-	0,06	-
	<i>Phenacogaster calverti</i> (Fowler, 1941)	84	6	12,16	1,06
	<i>Moenkhausia</i> cf. <i>sanctaefilomenae</i> (Steindachner, 1907)	1	-	0,38	-
	<i>Serrapinnus heterodon</i> (Eigenmann, 1915)	100	56	29,16	7,9
	<i>Serrapinnus piaba</i> (Lütken, 1875)	25	35	22,6	3,70
Crenuchidae	<i>Characidium</i> sp.	15	-	5,74	-
Curimatidae	<i>Steindachnerina notonota</i> (Miranda Ribeiro, 1937)	6	17	2,77	6,34
Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	5	10	11,83	41,77
Serrasalminidae	<i>Pygocentrus nattereri</i> (Kner, 1858)	-	1	-	65
Perciformes Cichlidae	<i>Cichla monoculus</i> (Spix & Agassiz, 1831)	-	3	-	184
	<i>Cichlasoma orientale</i> (Kallander 1983)	6	18	26,72	43,96
	<i>Crenicichla brasiliensis</i> (Bloch, 1792)	-	5	-	2,19
	<i>Crenicichla menezesi</i> (Ploeg, 1991)	1	1	0,26	0,86
Siluriformes Callichthyidae	<i>Aspidoras pilotus</i> (Nijssen & Isbrücker, 1976)	-	2	-	0,32
Heptapteridae	<i>Pimelodella</i> sp.	1	-	0,36	-
Loricariidae	<i>Hypostomus</i> sp.	9	2	0,82	0,82
Cyprinodontiformes Poeciliidae	<i>Poecilia reticulata</i> (Peters, 1859)	9	261	1,029	50,31
	<i>Poecilia vivipara</i> (Bloch & Schneider, 1801)	-	7	-	1,87

Fonte: Autoria própria.

As espécies dominantes diferiram entre as fases hidrológicas. *Astyanax fasciatus* foi a espécie dominante na fase corrente e *Hemigrammus rodwayi*, na fase de poças. Apenas *Astyanax fasciatus* esteve entre as três espécies mais abundantes nas duas fases hidrológicas amostradas. Apesar da variação dentro das fases, nenhum dos descritores ecológicos apresentou diferença entre as fases corrente e de poças ($p > 0,05$; Tabela 3). Entre as espécies de peixes coletadas, 28% ($n=7$) foram encontradas apenas na fase corrente, enquanto 20% ($n=5$) apenas nas poças e 52% ($n=13$) em ambas as fases. Ainda, nenhuma das 25 espécies capturadas foi considerada indicadora de alguma das fases do ciclo hidrológico ($p>0,05$).

Tabela 3. Descritores ecológicos da ictiofauna amostrada em cinco riachos da bacia do Rio Acaraú nas fases aquáticas (corrente e poças) do ciclo hidrológico de intermitência.

Rio	Fase	Riqueza	Abundância	Biomassa (g)	Diversidade de Simpson	Diversidade de Shannon	Riqueza de Margalef
1	Corrente	14	231	60,331	1,67	0,75	2,39
2	Corrente	13	93	47,175	1,86	0,79	2,65
3	Corrente	8	63	17,857	1,33	0,62	1,69
4	Corrente	5	21	6,841	1,15	0,61	1,31
5	Corrente	9	86	84,4909	1,40	0,68	1,80
1	Poças	6	26	43,76	1,44	0,69	1,53
2	Poças	14	579	128,917	1,63	0,72	2,04
3	Poças	13	82	277,969	1,87	0,78	2,72
4	Poças	5	185	83,897	0,18	0,06	0,77
5	Poças	5	23	29,49	1,14	0,64	1,28

Fonte: Elaborada pelos autores.

Durante a fase corrente, o fluxo dos riachos era um mosaico de águas rápidas e remanso, com profundidade média de 23,62 cm ($\pm 0,92$). As poças, por sua vez, consistiam inteiramente de áreas de remanso, com profundidade média de 13,07 cm ($\pm 0,57$).

DISCUSSÃO

A assembleia de peixes manteve composição semelhante entre as fases corrente e de poças, o que mostra que as espécies estão adaptadas à dinâmica natural dos sistemas intermitentes. A secagem sazonal do fluxo de água nos riachos atua como um filtro ambiental, selecionando as espécies que conseguem sobreviver diante das flutuações no volume de água e das conseqüentes alterações nas características do habitat, o que pode explicar a permanência das espécies da fase corrente nas manchas de água remanescente nos leitos dos riachos (Poff, 1997; Lytle; Poff, 2004; Lennox et al., 2019). Esse padrão pode ser ilustrado pela menor riqueza de peixes no Nordeste Médio-Oriental, entre as ecorregiões da Caatinga, uma vez que esta é dominada por rios intermitentes e espécies sensíveis à secagem do fluxo de água não conseguiram se estabelecer nestes ecossistemas (Lima et al., 2017).

As espécies nativas encontradas nos sistemas intermitentes são aquelas resistentes à secagem do fluxo e às alterações ambientais recorrentes, conseguindo sobreviver e se reproduzir, mantendo assim suas populações (Bogan, et al., 2017; Lennox et al., 2019). Nesse sentido, a família Characidae apresentou maior riqueza e abundância de espécies, com *Astyanax fasciatus* e *Hemigrammus rodwayi* sendo as espécies dominantes nas duas fases amostradas. Representantes desta família se distribuem pelas Américas Central e do Sul (Nelson; Grande; Wilson, 2016) e dominam sistemas perenes e intermitentes do Nordeste brasileiro (Lima et al., 2017). Ademais, as espécies desta família são, em sua maioria, generalistas (Ramos; Ramos; Ramos, 2014; Teixeira et al., 2017; Oliveira-Silva et al., 2018), o que facilitou seu estabelecimento nos corpos d'água intermitentes da região.

O aumento na abundância da espécie invasora *Poecilia reticulata* nas poças pode ser justificado por apresentar características comuns a espécies nativas de regiões dominadas por riachos intermitentes, dieta generalista e flexibilidade adaptativa (Deacon; Magurran, 2016; Kereszy et al., 2017). Além disso, a redução na disponibilidade de habitat entre as fases corrente e de poças promove o aumento na densidade de indivíduos, como observado neste estudo, o que pode beneficiar algumas espécies através do aumento na quantidade de recursos disponíveis ou prejudicar através da intensificação das relações interespecíficas (Magoulick; Kobza, 2003; Looy, et al., 2019).

Portanto, a existência das poças durante a fase seca é fundamental para a manutenção da diversidade durante a secagem do fluxo de água, mesmo que estes ambientes pareçam desafiadores para os indivíduos presentes na fase corrente, porque servem de refúgio aquático até o próximo evento de inundação. Ainda, é importante considerar a adaptação da comunidade aquática à dinâmica sazonal de secagem e cheia em estratégias que objetivem a conservação dos riachos intermitentes, uma vez que qualquer alteração na dinâmica natural afetaria a diversidade destes sistemas. Estes riachos são ecossistemas intensamente ameaçados pelas mudanças climáticas e pela exploração antrópica, e estão mais vulneráveis devido a proteção legal limitada (Acuña, et al., 2014; Chiu et al., 2017). Sendo assim, a conservação dos corpos d'água intermitentes é urgente e fundamental para a manutenção da biodiversidade aquática do planeta e, em especial, de regiões com dominância destes ecossistemas, como o Nordeste brasileiro.

REFERÊNCIAS

- Acuña, V; Datry, T; Marshall, J; Barceló, D; Dahm, C.N; Ginebreda, A; McGregor, G; Sabater, S; Tockner, K; Palmer, M.A. Why should we care about temporary waterways? *Science*, v 343, p 1080-108, 2014.
- Bittinger, K. Alpha and Beta Diversity Measures. In: *R Core Team (Org.). R Package 0.2.0*, 2020.
- Bogan, M.T; Chester, E.T; Datry, T; Murphy, A.L; Robson, B.J; Ruhi, A; Stubbington, R; Whitney J.E. Resistance, resilience, and community recovery in intermittent rivers and ephemeral streams. In: Datry, T; Bonada, N; Boulton, A. *Intermittent Rivers and Ephemeral Streams*. London: Academic Press (Elsevier), 2017, p 349-376.
- Brasil. Agência Nacional das Águas. *Reservatórios do semiárido brasileiro: Hidrologia, balanço hídrico e operação (Anexo D: Acaraú, Curu, Pacoti, Parnaíba)*. 2017. Disponível em: https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/ccc25b76-f711-41ea-a79e-c8d30c287e53/attachments/Reservatrios_do_semiarido_brasileiro_hidrologia_balano_hdrico_e_operao.pdf. Acesso em: 01 de setembro de 2021.
- Barbosa, E.J.L; Medeiros, E.S.F; Brasil, J; Cordeiro, R.S; Crispim, M.C.; Silva, G.H.G. Aquatic systems in semi-arid Brazil: limnology and management. *Acta Limnologica Brasiliensis*, v 24(1), p 103–118, 2012.

Ceará. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. *Ceará em Números*. 2017. Disponível em: http://www2.ipece.ce.gov.br/publicacoes/ceara_em_numeros/2017/completa/Ceara_em_Numeros_2017.pdf. Acesso em: 01 de setembro de 2021.

Ceará, Secretaria de Recursos Hídricos. *Plano de gerenciamento das águas da Bacia do Acaraú: síntese do relatório final*. 2010.

Costa, N.K.R; Paiva, R.E.C; Silva, M.J; Ramos, T.P.A; Lima, S.M.Q. Ichthyofauna of Ceará-Mirim river basin, Rio Grande do Norte state, northeastern Brazil. *ZooKeys*, v 715, p 39-51, 2017.

Chiu, M.C; Leigh, C; Mazor, R; Cid, N; Resh, V. Anthropogenic threats to intermittent rivers and ephemeral streams. In: Datry, T; Bonada, N; Boulton, A. *Intermittent Rivers and Ephemeral Streams*. London: Academic Press (Elsevier), 2017, p 433-454.

Datry, T. Benthic and hyporheic invertebrate assemblages along a flow intermittence gradient: effects of duration of dry events. *Freshwater Biology*, v. 57, p 563-574, 2012.

Datry, T; Larned, S.T; Tockner, K. Intermittent rivers: A challenge for freshwater ecology. *BioScience*, v 64, p 229-235, 2014.

Datry, T, Bonada, N; Boulton, A. General introduction. In: Datry, T; Bonada, N; Boulton, A. *Intermittent Rivers and Ephemeral Streams*. London: Academic Press (Elsevier), 2017, p 1-20.

Deacon, A.E; Magurran, A.E. How behaviour contributes to the success of an invasive Poeciliid fish: The Trinidadian Guppy (*Poecilia Reticulata*) as a model species. In: Weis, J.S; Sol, D. *Biological invasions and animal behaviour*. Cambridge: Cambridge University Press., 2016, p 266-290.

De Caceres, M; Jansen, F. Indicspecies: Relationship between species and groups of sites. In: *R Core Team (Org.)*. R Package 1.7.8, 2019.

Dufrêne, M.; Legendre, P. Species assemblage and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological monographs*, v 67, p 345-366, 1997.

Faustino, A.C.Q; Terra, B.F. Ecological drivers of fish metacommunities: Environmental and spatial factors surpass predation in structuring metacommunities of intermittent rivers. *Ecology of freshwater fish*, v 29, p 145-155, 2020.

Kereszy, A; Gido, K; Magalhães, M.F; Skelton, P.H. The biota of intermittent rivers and ephemeral streams: fishes. In: Datry, T; Bonada, N; Boulton, A. *Intermittent Rivers and Ephemeral Streams*. London: Academic Press (Elsevier), 2017, p 349-376.

Larned, S; Datry, T; Arscott, D.B; Tockner K. Emerging concepts in temporary-river ecology. *Freshwater Biology*, v 55, p 717-738, 2010.

Lennox, R.J; Crook, D.A; Moyle, P.B; Struthers, D.P; Cooke, S.J. Toward a better understanding of freshwater fish responses to an increasingly drought-stricken world. *Reviews in fish biology and fisheries*, v 29, p 71-92, 2019.

- Lima, S.M.Q; Ramos, T.P.A; Silva, M.J; Rosa, R.S. Diversity, distribution, and conservation of the caatinga fishes: advances and challenges. In: Silva, F.R; Leal, I.R; Tabarelli, M. *Caatinga: The largest tropical dry forest region in South America*. Suíça: Springer, 2017, p 97-131.
- Looy, K.V; Tonkin, J.D; Flourey, M; Leigh, C; Soininen, J; Larsen, S; Heino, J; Poff, N.L; Delong, M; Jahnig, S.C; Datry, T; Bonada, N; Roseberry, J; Jamonea, A; Ormerod, S.J; Collier, K.J; Wolter, C. The three Rs of river ecosystem resilience: Resources, recruitment, and refugia. *River research and applications*, v 35, p 1-14, 2019.
- Lytle, D.A; Poff, N.L. Adaptation to natural flow regimes. *Trends in ecology and evolution*, v 19, p 94-100, 2004.
- Magoulick, D.D; Kobza, R.M. The role of refugia for fishes during drought: a review and synthesis. *Freshwater Biology*, v 48, p 186-1198, 2003.
- Maltchik, L. Ecologia de rios intermitentes tropicais. In: Pompeo, M.L.M. *Perspectivas da limnologia no Brasil*. São Luís: Grafica e Editora União, 1999, p 77-89.
- Maltchik, L; Medeiros, E.S.F. Conservation importance of semi-arid streams in north-eastern Brazil: implications of hydrological disturbance and species diversity. *Aquatic conservation: marine and freshwater ecosystems*, v 16, p 665-677, 2006.
- Mendes, L.B; Borges, J.A.T; Silva, M.J; Ramos, R.T.C; Medeiros, E.S.F. 2011. Food habits of *Triportheus signatus* (Teleostei, Characidae) in a Brazilian semi-arid intermittent river. *Revista Brasileira de Zootecias*, v 13, p 59-71, 2011.
- Nelson, J.J; Grande, T.C; Wilson, M.V.H. *Fishes of the World*. 5ª ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2016.
- Oksanen, J; Kindt, R; Legendre, P; O'Hara, B; Simpson, G.L; Solymos, P; Stevens, M.H.H; Wagner, H. Vegan: community ecology package. Ordination methods, diversity analysis and other functions for community and vegetation ecologists. In: *R Core Team (Org.)*. R Package 2.5.6., 2019.
- Oliveira-Silva, L; Ramos, T.P.A; Carvalho-Rocha, Y.G.P; Viana, K.M.P; Avellar, R.C; Ramos, R.T.C. Ichthyofauna of the Mamanguape river basin, Northeastern, Brazil. *Biota Neotropica*, v 18(3), p 1-11, 2018.
- Poff, N.L. Landscape filters and species traits: towards mechanistic understanding and prediction in stream ecology. *Journal of the north american benthological society*, v 16, p 391-409, 1997.
- R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing. *R Foundation for Statistical Computing*, Vienna. Disponível em: <http://www.R-project.org>., 2019.
- Ramos, T.P.A. Manual de Identificação dos peixes de água doce da Bacia do Rio Parnaíba. In: Ramos, T.P.A. *Ictiofauna de água doce da bacia do Rio Parnaíba*. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa – PB, 2012.

Ramos, T.P.A; Ramos, R.T.C; Ramos, S.A.Q.A. Ichthyofauna of the Parnaíba river Basin, Northeastern Brazil. *Biota Neotropica*, v14(1), p 1-8, 2014.

Rodrigues-Filho, C.A.S; Gurgel-Lourenço, R.C; Ramos, E.A; Novaes, J.L.C; Gareez, D.S; Costa, R.S; Sánchez-Botero, J.I. Metacommunity organization in an intermittent river in Brazil: the importance of riverine networks for regional biodiversity. *Aquatic Ecology*, v 54, p 145-161, 2020.

Silva, E.P; Duarte, M.R.N; Medeiros, E.S.F. Length-weight relationship of two fish species from a dryland intermittent river in northeastern Brazil. *Neotropical Biology and Conservation*, v 13, p 90-93, 2018.

Silva, J.M.C; Barbosa, L.C.F; Leal, I.R; Tabarelli, M. The Caatinga: understanding the challenges. In: Silva, F.R; Leal, I.R; Tabarelli, M. *Caatinga: The largest tropical dry forest region in South America*. Suíça: Springer, 2017, p 3-19.

Teixeira, F.K; Ramos, T.P.A; Paiva, R.E.C; Távora, M.A; Lima, S.M.Q; Rezende, C.F. Ichthyofauna of Mundaú river basin, Ceará State, Northeastern Brazil. *Biota Neotropica*, v 17, p 1-9, 2017.