



Caracterização do *habitat* e área de distribuição do peixe rivulídeo *Melanorivulus leali* Costa, 2013 (Cyprinodontiformes: Rivulidae), uma espécie ameaçada de extinção

Júlia Isabela da Silva Kohler^{1*} , Luciana Carvalho Crema² , Izabel Correa Boock de Garcia³ 

*Contato principal

¹ Universidade Federal do Paraná/UFPR, Ciências Biológicas, Curitiba/PR, Brasil. < jukohler15@gmail.com >.

² Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/ICMBio, Coordenação de Manejo de Espécies Exóticas Invasoras/CMEEI, Brasília/DF, Brasil. < luciana.crema@icmbio.gov.br >.

³ Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/ICMBio, Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade Aquática Continental/CEPTA, Pirassununga/SP, Brasil. < izabel.garcia@icmbio.gov.br >.

Como citar:

Kohler JIS, Crema LC, Garcia ICB. Caracterização do *habitat* e área de distribuição do peixe rivulídeo *Melanorivulus leali* Costa, 2013 (Cyprinodontiformes: Rivulidae), uma espécie ameaçada de extinção. Biodivers. Bras. [Internet]. 2025; 15(4): e2651. doi:10.37002/biodiversidadebrasileira.v15i4.2651

Recebido em 10/07/2024 – Aceito em 28/09/2025

RESUMO – *Melanorivulus leali* é um rivulídeo não-anual endêmico do Brasil, e a primeira espécie do gênero descrita na drenagem do rio Grande, bacia do Alto Paraná. Sua região de ocorrência vem sendo intensamente alterada pela ocupação por monocultivo de cana-de-açúcar e urbanização, restando raros vestígios da vegetação original. Por essa razão, *M. leali* foi categorizada como “vulnerável” pelo ICMBio. O presente trabalho objetivou complementar informações sobre a distribuição, caracterização do *habitat* e principais ameaças à espécie, a partir de sua prospecção nas bacias dos rios Pardos e Mogi-Guaçu (estado de São Paulo). Foram realizadas duas campanhas de coleta, nas quais foram amostrados 26 pontos, onde se observou grande influência antrópica, como a presença de espécies exóticas invasoras, além de atividades agropecuárias. Foram coletados indivíduos de *Melanorivulus leali* em cinco pontos: um monocultivo de cana-de-açúcar em Sertãozinho, na Estação Ecológica de Santa Maria e na Estação Experimental de São Simão, todos sob influência do rio Pardo. O ambiente de ocorrência da espécie consiste em pequenos cursos d’água, rasos, de água transparente e abundante presença de macrófitas aquáticas submersas, substrato de folhiço, lama ou areia, alta concentração de oxigênio dissolvido, apesar da presença de espécies exóticas. Os pontos localizados em áreas protegidas apresentam conexão hidrológica e natural com o ribeirão Tamanduá, afluente do rio Pardo. Dessa forma, ampliaram-se os registros de *M. leali*, incluindo o primeiro registro da espécie em uma unidade de conservação. O fato de 80% dos registros estarem no interior de áreas protegidas reforça sua importância para a conservação da biodiversidade aquática.

Palavras-chave: Cerrado; espécies exóticas invasoras; ictiofauna; impactos ambientais; unidade de conservação.

Habitat characterization and distribution area of the killfish *Melanorivulus leali* Costa, 2013 (Cyprinodontiformes: Rivulidae), an endangered species

ABSTRACT – *Melanorivulus leali* is a non-annual rivulid endemic to Brazil, and the first species of the genus described in the Grande River drainage, Upper Paraná basin. Its distribution area has been intensely altered by sugarcane monoculture and urbanization, leaving only rare traces of the original vegetation remaining. For this reason, *M. leali* has been categorized as “vulnerable” by

ICMBio. The present study aimed to complement information on the distribution, *habitat* characterization and main threats to the species, based on surveys conducted in the Pardo and Mogi-Guaçu rivers basins (São Paulo State). Two sampling expeditions were carried out at 26 sites, where strong anthropogenic influence was observed, including the presence of invasive alien species and agricultural activities. Individuals of *Melanorivulus leali* were collected at five sites: one in a sugarcane monoculture in Sertãozinho, at Santa Maria Ecological Station, and at São Simão Experimental Station, all under the influence of the Pardo River. The species occurs in small, shallow streams with clear water, abundant submerged aquatic macrophytes, leaf litter, mud or sand, high dissolved oxygen concentrations, despite the presence of alien species. Sites located within protected areas show natural hydrological connection with the Tamanduá stream, a tributary of the Pardo River. Thus, the records of *M. leali* were expanded, including the first record of the species in a protected area. The fact that 80% of the records are located inside a protected area highlights their importance for conserving aquatic biodiversity.

Keywords: Cerrado; invasive alien species; ichthyofauna; environmental impacts; protected areas.

Caracterización del *habitat* y área de distribución del pez Rivulido *Melanorivulus leali* Costa, 2013 (Cyprinodontiformes: Rivulidae), una especie en peligro de extinción

RESUMEN – *Melanorivulus leali* es un rivulido no anual endémico de Brasil y la primera especie de rivulido del género descrita en el drenaje del Río Grande, cuenca del Alto Paraná. Su área de distribución ha sido intensamente alterada por el monocultivo de caña de azúcar y la urbanización, quedando solo escasos vestigios de la vegetación original. Por esa razón *M. leali*, fue categorizada como “vulnerable” por el ICMBio. El presente estudio tuvo como objetivo complementar la información sobre la distribución, caracterización del hábitat y principales amenazas a la especie, a partir de prospecciones en las cuencas de los ríos Pardo y Mogi-Guaçu (estado de São Paulo). Se realizaron dos campañas de muestreo, en 26 sitios, donde se observó una fuerte influencia antrópica, incluyendo la presencia de especies exóticas invasoras y actividades agropecuarias. Se recolectaron individuos de *Melanorivulus leali* en cinco sitios: un monocultivo de caña de azúcar en Sertãozinho, en la Estación Ecológica Santa María y en la Estación Experimental de San Simón, todos bajo la influencia del río Pardo. La especie habita pequeños cursos someros, de agua transparente, con abundante presencia de macrófitas acuáticas sumergidas, sustrato de hojarasca, lodo o arena, y alta concentración de oxígeno disuelto, a pesar de la presencia de especies exóticas. Los sitios localizados en áreas protegidas presentan conexión hidrológica y natural con el arroyo Tamanduá, afluente del río Pardo. De esta manera, se ampliaron los registros de *M. leali*, incluyendo el primer registro de la especie en un área protegida. El hecho de que el 80% de los registros se encuentren dentro de Áreas Protegidas refuerza su importancia para la conservación de la biodiversidad acuática.

Palabras llave: Cerrado; especies exóticas invasoras; ictiofauna; impactos ambientales; unidad de conservación.

Introdução

Os rivulídeos (Cyprinodontiformes: Aplocheiloidei), ou *killifish*, são peixes de pequeno porte pertencentes à família Rivulidae, uma das mais diversificadas famílias de peixes de água doce do Brasil [1], com aproximadamente 486 espécies válidas [2]. Quanto à morfologia, as espécies possuem corpo alongado e comprimento variado, atingindo usualmente cerca de 30 mm e raramente ultrapassando 80 mm de comprimento total [1][3]. Apresentam nadadeira caudal arredondada, dimorfismo sexual e ausência de espinhos nas nadadeiras. Os rivulídeos se caracterizam visualmente por diferentes padrões de cores, em especial nos machos. Essa beleza,

combinada ao pequeno tamanho da maioria das espécies, contribui para que sejam alvo de interesse para aquaríofilistas [3][4].

Nativos da região Neotropical, se distribuem entre o México e a Argentina, habitando ambientes aquáticos rasos parcialmente ou completamente isolados de rios, tais como poças, brejos, banhados e pequenas lagoas [1][4]. As formações vegetais próximas a esses locais influenciam diretamente as características físicas e químicas da água, o que tem efeito na alta especificidade quanto ao tipo de ambiente e distribuição espacial dos rivulídeos [1].

Quanto ao tipo de desenvolvimento, podem ser classificados em anuais ou não-anuais [1][4]. Os rivulídeos anuais, popularmente conhecidos como peixes-das-nuvens, completam seu ciclo de vida em ambientes de água doce sazonais, formados em época de chuva e depositam seus ovos no substrato [4][5][6]. Os ovos, em diapausa, só eclodem e retomam seu desenvolvimento com a chegada de um novo período chuvoso [1]. Já os rivulídeos não-anuais vivem em áreas permanentemente alagadas, como brejos e riachos de pequena ordem, geralmente rasos, usualmente ocupando suas margens. Possuem períodos reprodutivos longos e depositam seus ovos no substrato ou em plantas aquáticas [1][7][8][9]. Os rivulídeos ainda são capazes de tolerar condições ambientais extremas, permitindo que ocupem *hábitats* aquáticos marginais, mesmo com baixa qualidade de água: baixa concentração de oxigênio dissolvido, pH ácido e altas concentrações de amônia, o que seria considerado impróprio para a maior parte das espécies de peixes nativas do Brasil [10].

O gênero *Melanorivulus* compreende 63 espécies válidas de peixes não-anuais de pequeno porte (20-40 mm) que ocupam habitat rasos de água doce, com distribuição no centro norte e nordeste da América do Sul [2][11], sendo sua maior diversidade concentrada no Cerrado brasileiro, na região das bacias hidrográficas do Alto Paraná e Alto Araguaia [12]. A espécie *Melanorivulus leali* Costa 2013 é endêmica do Brasil [13], consistindo-se no primeiro rivulídeo do gênero registrado na drenagem do rio Grande, bacia do Alto Paraná, na região Sudeste do Brasil [12]. Foi inicialmente conhecido apenas por sua localidade-tipo: um pequeno córrego em área de Cerrado na drenagem do rio Pardo, afluente do rio Grande, situado no município de Serra Azul, no estado de São Paulo. Embora a espécie tenha sido descrita em 2013, os exemplares foram coletados em 2007, e em 2014 foram realizados dois registros adicionais nos municípios de Serra Azul e Sertãozinho [13].

A região conhecida de sua distribuição, ao longo dos últimos dois séculos, tem sofrido intensas alterações na cobertura da vegetação original. Esse processo comprometeu a integridade dos ambientes aquáticos e, conseqüentemente, a diversidade da ictiofauna [12]. Durante o processo de avaliação do risco de extinção, realizado pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), a área de ocupação de *M. leali* foi calculada em 12 km² e a espécie foi categorizada como “vulnerável” (VU) [14].

Por ser uma espécie de distribuição aparentemente restrita, inserida em uma região bastante antropizada e ainda pouco estudada, o presente estudo objetivou ampliar o conhecimento sobre a distribuição atual de *M. leali* no estado de São Paulo, bem como caracterizar os *habitat* de sua ocorrência. Além disso, buscou-se identificar e relatar as principais ameaças à sua conservação.

Material e Método

Área de estudo

A bacia do Alto Paraná é uma das maiores do Brasil, localizada nas regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste, abrangendo parcialmente os estados de Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina e São Paulo [15]. Nela está incluída a bacia do rio Grande, que abrange uma área de 161.000 km², sendo que destes,

58.000 km² estão localizados no estado de São Paulo [15]. O rio Grande é um típico rio de planalto e dentre seus principais afluentes se destacam o rio Pardo, com 34.960 km² e o rio Mogi-Guaçu, afluente do rio Pardo, com aproximadamente 17.303 km², na região Norte/Nordeste de São Paulo [15][16]. Está inserida em área de Clima Tropical Brasil Central, podendo variar entre Mesotérmico Brando Úmido, Quente Semiúmido e Quente Úmido, dependendo da localidade. Apresenta temperaturas médias anuais de 22 °C, variando entre 16 e 1°C [17].

Táxon-alvo: *Melanorivulus leali*

Para fins de identificação da espécie, foram utilizados como base os dados presentes no artigo de sua descrição [12]. A espécie *Melanorivulus leali* (Figura 1) possui padrão de coloração que a difere de seus congêneres, sendo constituído por pontos vermelhos em padrão de ziguezague ao lado do corpo, acompanhados de uma longa faixa cinza escuro em todo o flanco, que por sua vez é levemente azulado nos machos, apresentando, ainda, as porções dorsal e ventral da nadadeira ventral de cor vermelho alaranjado em machos e porção dorsal da base da nadadeira caudal com uma pequena mancha preta alongada verticalmente. Ainda, características como a presença de uma barra preta, quase em contato com a pupila, na porção anterior e posterior da íris, bem como o formato e disposição do padrão de ziguezague no flanco, indicam que *M. leali* está mais intimamente relacionada com congêneres endêmicos do sistema fluvial Paraná-Paraguai do que com os endêmicos da bacia do rio Amazonas [12].



Figura 1 – Exemplos de *Melanorivulus leali*. À esquerda: macho, comprimento total: 39 mm. À direita: fêmea, comprimento total: 37 mm.
Foto: Izabel Boock, 2025.

Definição dos pontos amostrais

A seleção de trechos e locais para prospecção de coleta foi realizada após consulta aos registros de ocorrência da espécie na base de dados do Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade (SALVE/ICMBio) e pelo fornecimento de informações por pesquisadores. Esse conjunto de dados foi confrontado com imagens de satélite provenientes do Google Earth [18]. Dessa forma, foram identificados possíveis pontos de coleta, que se caracterizaram por corpos d'água de pequeno porte, em áreas com vegetação nativa remanescente nas bacias dos rios Mogi-Guaçu e Pardo, especialmente nas sub-bacias dos rios Tamandua e Tamanduazinho. Foram definidos como viáveis corpos d'água de pequeno porte, como riachos, bem como porções de correntes mais lentas e alagadiças. No mês de novembro de 2022 foram realizadas visitas nos pontos de coleta pré-definidos. Após a validação, foram estabelecidos 26 pontos de amostragem, que incluíam três unidades de conservação (UCs) estaduais e uma área protegida (AP): Parque Estadual de Porto Ferreira, Parque Estadual do Vassununga, Estação Ecológica de Santa Maria e Estação Experimental de São Simão; e uma UC federal: Área de Relevante Interesse Ecológico Cerrado Pé-de-Gigante.

Para cada ponto de amostragem foi preenchida ficha de campo denominada “Protocolo para Monitoramento das Áreas de Ocorrência das Espécies de Peixes-Anuais Contempladas no Plano de Ação Nacional dos Rivulídeos” [19]. A ficha objetiva reunir informações relacionadas à caracterização do ambiente, ao uso das áreas adjacentes, tipo de cobertura vegetal predominante, parâmetros gerais da qualidade da água e classificação da pressão antrópica presente ou potencial nos pontos amostrados (Quadro 1). As análises da conformidade dos valores obtidos para os parâmetros físicos e químicos da água foram realizadas com base nos parâmetros para uso de água doce Classe II, presentes na Resolução CONAMA nº357, de 17 de março de 2005 [20].

Quadro 1 – Classificação da pressão antrópica, de acordo com o Protocolo para Monitoramento das Áreas de Ocorrência das Espécies de Peixes-Anuais Contempladas no Plano de Ação Nacional dos Rivulídeos [19].

Classificação da pressão antrópica
5 - Ambiente totalmente alterado/descharacterizado, sem confirmação da presença das espécies.
4 - Pressão eminentemente alta devido a risco de desaparecimento do biótipo remanescente ou da espécie por empreendimentos, ação humana nefasta e/ou coletas furtivas.
3 - Pressão potencialmente alta se não houver ação do poder público para coibir a destruição do biótopo, ação humana nefasta e/ou coletas furtivas.
2 - Média pressão por indícios de destruição do biótopo por empreendimentos, ação humana nefasta e/ou coletas furtivas.
1 - Baixa pressão atual, sem indícios de aumento da pressão devido à destruição do biótipo por empreendimento ou ação humana nefasta (ex.: lixo, gado, trânsito de veículos).
0 - Não há pressão observada. Área integralmente protegida pela lei.

Coletas de exemplares

Os peixes foram capturados com o auxílio de puçás e peneiras. As espécies que não corresponderam a *M. leali*, foram fotografadas para posterior identificação e imediatamente devolvidas ao local de origem.

Os exemplares de *M. leali* coletados foram transportados até o Laboratório de Ictiologia do CEPTA/ICMBio e acondicionados em aquários de 40 L para a confirmação da identificação taxonômica através dos caracteres morfológicos e, posteriormente, eutanasiados por imersão em solução em benzocaína, fixados em solução de formaldeído a 10% e transferidos para solução aquosa de etanol a 70%. Os espécimes foram tombados na coleção do Laboratório de Ictiologia de Ribeirão Preto/USP. Todas as espécies registradas no estudo foram classificadas como nativas ou exóticas da bacia do Alto Paraná [21][22][23]. As atividades realizadas foram autorizadas pelo SISBio/ICMBio (nº 85721) e Instituto de Pesquisas Ambientais de São Paulo (IPA), por meio da autorização para pesquisa junto ao Cadastro e Gestão de Pesquisas da Fundação Florestal do Estado de São Paulo (Processo nº 000000002722/2023).

Resultados

Foram realizadas duas campanhas de coleta, em janeiro e junho de 2023 (Tabela 1). Os parâmetros gerais da qualidade da água foram obtidos apenas nos pontos onde se conseguiu registrar a presença e coleta de *M. leali*. Foram eles: pH, condutividade, turbidez, oxigênio dissolvido e profundidade, obtidos com auxílio de sonda multiparâmetros (Horiba U-5000G).

Tabela 1 – Pontos de amostragem de *Melanorivulus leali* distribuídos entre os municípios paulistas de Serra Azul, Sertãozinho, Pirassununga, São Simão e Santa Rita do Passa Quatro.

Ponto	Município	Coordenadas Geográficas		Drenagem
		Latitude	Longitude	
1	Serra Azul	-21.32701	-47.62265	rio Tamanduazinho
2		-21.32704	-47.62255	
3		-21.32668	-47.62276	
4		-21.30119	-47.65838	
5	Sertãozinho	-21.06506	-47.88000	rio Pardo
6		-21.04730	-47.87250	
7	Pirassununga	-21.93137	-47.37940	rio Mogi-Guaçu
8		-21.93150	-47.37911	
9		-21.91886	-47.38327	
10		-21.93233	-47.37091	
11		-21.93131	-47.37752	
12	Serra Azul	-21.30213	-47.65850	rio Tamandua
13	Sertãozinho	-21.32691	-47.62266	rio Pardo
14	Serra Azul	-21.32775	-47.62291	rio Tamanduazinho
15		-21.29255	-47.65508	
16	Porto Ferreira	-21.85279	-47.41683	ribeirão dos Patos
17		-21.85286	-47.41678	
18	Santa Rita do Passa Quatro	-21.64877	-47.63944	rio Mogi-Guaçu
19		-21.64916	-47.63916	
20		-21.72972	-47.59111	
21		-21.72194	-47.64750	
22	Sertãozinho	-21.06878	-47.88222	rio Pardo
23	São Simão	-21.37316	-47.61279	rio Tamandua
24		-21.40111	-47.61671	
25		-21.41981	-47.62103	
26		-21.36958	-47.64556	

A caracterização dos ambientes e a classificação da pressão antrópica nos pontos de coleta estão apresentados na Tabela 2. Os resultados obtidos mostram variação entre os pontos quanto ao aspecto da cor da água, sendo sua maioria transparentes (54%). Também foi registrada variação entre os pontos quanto à presença de macrófitas, observando-se que, em 70% deles, esse tipo de vegetação esteve presente. A composição dos substratos variou entre lama ou combinação de lama e folhço (totalizando 38%), areia, cascalho e rocha. Os pontos apresentaram conexão hidrológica com o rio de quatro formas distintas, sendo a constante/natural limitada a onze pontos (42%).

Em sua totalidade, 22 pontos apresentaram a presença de estruturas artificiais, estando ausentes somente nos pontos 2, 3 e 5. Foi identificada a presença de uma ou mais atividades agropecuárias em 15 pontos (58%), sendo 12 pontos (46%) caracterizados especificamente como área de cultivo de cana de açúcar.

Tabela 2 – Características e classificação da pressão antrópica dos pontos de coleta.

Ponto	Cor da água	Macrófitas aquáticas	Composição substrato	Comunicação com corpo hídrico	Estruturas artificiais	Atividades agropastoris	Índice de pressão antrópica
1	Tv	N	L	A	6	IV	5
2	Tv	N	L	Sc	Não	Não	3
3	Tv	N	L	Sc	Não	Não	3
4	B	S	L	A	1; 2; 3; 4; 6; 7; 8; 9	I; II; III	5
5	B	N	L	Al	Não	IV	5
6	Tr	N	L	E	10	II; IV	4
7	Tr	S	A	C	1; 2; 5	Não	1
8	Tr	S	A	C	1; 2; 5	Não	1
9	Tr	S	C e F	C	1	Não	4
10	Tr	S	L, A	C	10	IV	4
11	Tv	S	L, A	T	1	IV	2
12	E	S	L	A	1; 2; 3; 4; 6; 7; 8; 9	I; II; III	5
13	Tr	S	L	A	4; 6	IV	4
14	Tr	S	L	-	-	I	-
15	E	S	L	N	1; 9	IV	-
16	B	N	Rb	N	2	IV	2
17	C	N	A, F	I	1; 5; 6	Não	1
18	Tr	S	L, F	C	1; 5; 7	IV	2
19	Tr	S	-	A	1; 5; 6	IV	3
20	Tr	S	L, F	-	1, 2, 5, 6 8	IV	2
21	Tr	S	L	S	1; 5	IV	3
22	Tr	S	L	A	4; 6	IV	4
23	Tr	S	L, F	C, N	6	Não	1
24	-	S	L, F	C, N	4; 6	Não	1
25	-	-	A	C, N	2	Não	2
26	Tr	S	A	C, N	5	IV	2

Cor da água: turva (Tv); barrenta (B); transparente (Tr); escura (E); cor de chá (C). Macrófitas aquáticas: sim (S) e não (N). Composição do substrato: lama (L); areia (A); cascalho/seixo (C); folhoso (F); rocha basáltica (Rb). Comunicação com o rio: sem comunicação aparente (Sc); artificial (A); alagado (Al); escoamento (E); constante (C); (N) natural; (I) isolada; (S) sazonal. Estruturas artificiais: 1- diques/barramentos de água; 2- pontes/passarelas/deques; 3- estábulos/pocilgas/viveiros; 4 - rodovia/estrada/rua; 5 - ciclovia/trilha; 6 - tubos e canais de escoamento/drenagem; 7 - muro/cercas/telas; 8 - casas/galpões/depósitos; 9 - empreendimento de pesque-pague/pesqueiro/piscicultura; 10 - manilha. Atividades de agricultura: I - criação de bovinos, suínos ou aves; II - cultivo de verduras ou frutas; III - piscicultura; IV - cana-de-açúcar.

Os pontos amostrados no interior da AP e das UCs estaduais e na UC federal (pontos 16, 23, 24, 25 e 26) apresentaram, em sua maioria, água de cor transparente e presença de macrófitas (Tabela 2). Quanto às composições do substrato, foram identificadas como sendo lama, areia, leito rochoso basáltico, folhoso ou cascalho. Essas localidades apresentaram conexão com o rio de forma predominantemente constante/natural (Tabela 2). Em 11 pontos (42%) foram capturadas 23 espécies de peixes de 13 famílias distintas, sendo quatro classificadas como espécies exóticas na bacia do Alto Paraná (Tabela 3).

Tabela 3 – Espécies pertencentes a ictiofauna encontrada ao longo das coletas, sua classificação como exótica (E) ou nativa (N) na bacia do Alto Paraná e pontos de coleta.

Família	Táxon	Classifi- cação	Pontos												
			4	11	12	13	15	16	19	20	22	23	24	25	26
Callichthyidae	<i>Callichthys callichtys</i> (Scopoli, 1777)	N				x	x					x	x		
	<i>Corydoras</i> sp.1	-					x								
	<i>Corydoras</i> sp.2	-					x								
	<i>Lepthoplosternum pectorale</i> (Boulenger, 1895)	N				x	x				x	x	x		
Acestrorhamphidae	<i>Megalampodus eques</i> (Steindachner, 1882)	E										x			
	<i>Moenkhausia bonita</i> Benine, Castro & Sabino, 2004	N	x	x	x										
	<i>Astyanax</i> sp.	-		x					x					x	x
	<i>Psalidodon</i> aff. <i>fasciatus</i> (Cuvier, 1819)	N								x					
Characidae	<i>Hemigrammus</i> sp.	-												x	
	<i>Serrapinnus</i> sp.	-												x	
Cichlidae	<i>Geophagus brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	N	x	x	x	x		x			x	x	x	x	
	<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	E	x	x	x										
Erythrinidae	<i>Erythrinus erythrinus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	E						x					x		
	<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	N		x			x								
Heptapteridae	<i>Rhamdia quelen</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	N										x		x	
Lebiasinidae	<i>Pyrrhulina australis</i> (Eigenmann & Kennedy, 1903)	N	x		x	x	x	x			x		x	x	x
Loricariidae	sp.1.	-					x								
	sp.2	-					x								
Loricariidae	<i>Otocinclus</i> sp.	-							x						
Poeciliidae	<i>Poecilia reticulata</i> Peters, 1859	E	x	x					x						
Rivulidae	<i>Melanorivulus leali</i> (Costa, 2013)	N									x	x	x	x	x
Sternopygidae	<i>Eigenmannia</i> sp.	-											x		
Synbranchidae	<i>Synbranchus</i> sp. (Bloch, 1795)	-				x					x	x			

Os indivíduos da espécie-alvo (MS1) foram coletados em cinco pontos, sendo três na UC Estadual Estação Ecológica (ESEC) Santa Maria (pontos 23 a 25), um na AP Estação Experimental (EEx) de São Simão (ponto 26) e um em uma propriedade rural produtora de cana-de-açúcar, no distrito de Cruz das Posses, município de Sertãozinho (ponto 22) (Tabela 1).

A região indicada por pesquisadores como sendo a localidade-tipo da espécie (pontos 4 e 12) foi visitada nas duas campanhas de coleta, porém o ambiente se encontrava bastante descaracterizado. A área está ocupada por tanques escavados de piscicultura (~100 tanques) e o canal de drenagem onde o holótipo e parátipos haviam sido coletados, hoje são utilizados como vala de escoamento de efluentes desses tanques, tendo sido observada a presença de tilápias (*Oreochromis niloticus*), provavelmente provenientes de escape.

Com as novas informações obtidas, foi elaborado o mapa da área de ocorrência da espécie, que está restrita à bacia hidrográfica do Rio Pardo, especificamente em riachos de pequena ordem afluentes do próprio rio Pardo e do ribeirão Tamanduá, abrangendo os municípios de Sertãozinho e São Simão/SP (Figura 4).

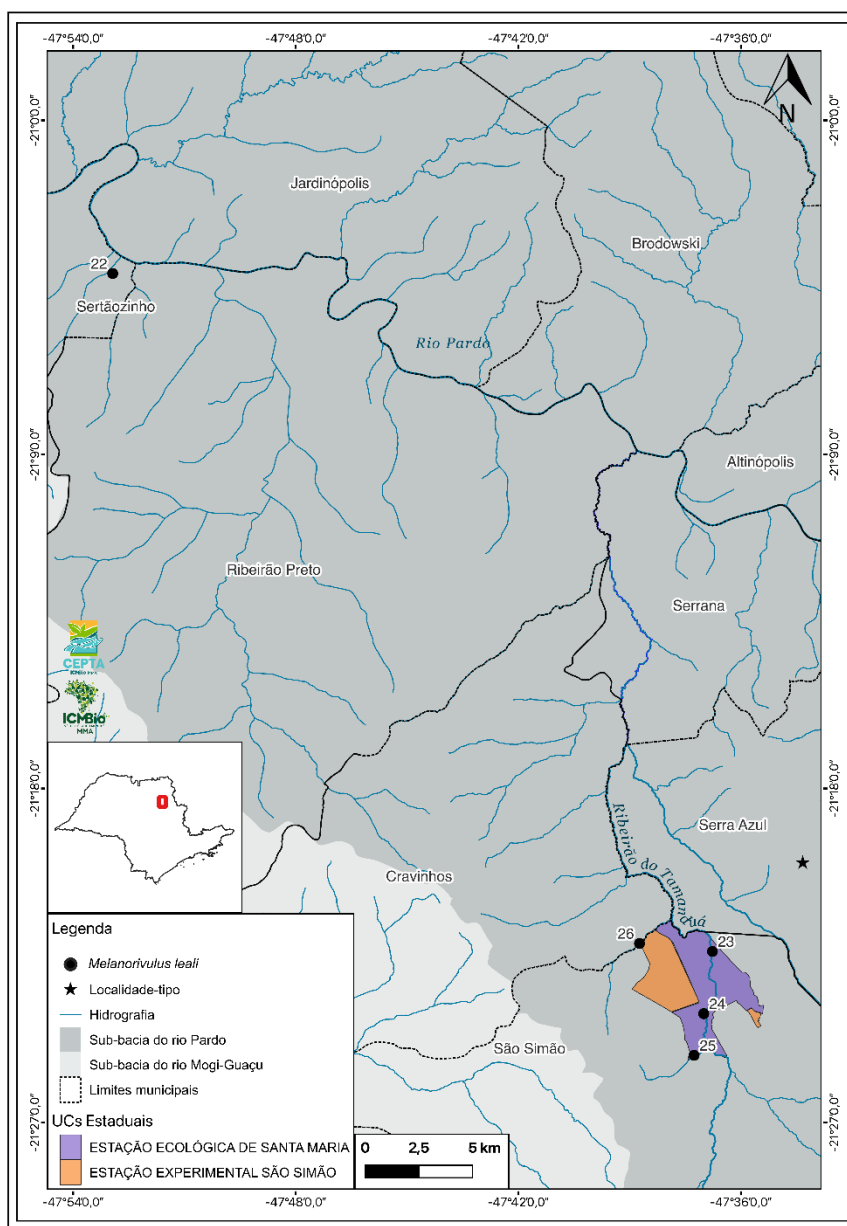


Figura 4 – Área de ocorrência de *Melanorivulus leali* (pontos 22, 23, 24, 25, 26 e localidade-tipo). Sistema de Coordenadas Geográficas Datum SIRGAS 2000.

Fonte: Pontos de coleta – Equipe ICMBio/CEPTA; Hidrografia e limite da bacia: ANA, 2017; Limite municipal: IBGE, 2022; UCs: SIGAM, 2022; CNUC, 2024; Elaboração: Mariana Bissoli de Moraes (CEPTA/ICMBio), 2025.

Os ambientes de ocorrência da espécie-alvo (Figura 5) se caracterizaram por pequenos cursos d'água, rasos (média de 30 cm de profundidade), com água transparente e abundante presença de macrófitas submersas, com substrato variável (folhiço, lama ou arenoso). Quanto aos parâmetros da água (Tabela 4), foram obtidos valores altos de oxigênio dissolvido ($>5,0$ mg/L e entre 50% e 240,9% de %OD), e baixos valores de turbidez (<40 NTU), estando de acordo com os valores para corpos d'água Classe II da Resolução CONAMA nº 357/2005, para um ambiente dulcícola saudável e propício para a ocorrência de biodiversidade aquática [20].

Tabela 4 – Parâmetros da água dos locais com ocorrência de *Melanorivulus leali*. OD = oxigênio dissolvido; ESEC = estação ecológica; EEx= estação experimental.

Ponto	Localidade	Município	Rio	pH	OD (mg/L)	% OD	Turbidez (NTU)
22	Canal Canavial	Sertãozinho	Pardo	6,96	12,8	158,9	0,2
23	ESEC Santa Maria	São Simão	Tamanduá	5,39	5,12	50	0
24				5,33	9,66	110,6	26
25				5,45	21,23	240,9	4,3
26	EEx São Simão	São Simão	Tamanduá	4,24	10,01	113	0



Figura 5 – Locais com ocorrência de *Melanorivulus leali* de acordo com a Tabela 3: a) ponto 22 = Sertãozinho; b) ponto 23 = ESEC Santa Maria; c) ponto 24 = ESEC Santa Maria; d) ponto 25 = ESEC Santa Maria; e) ponto 26 = EEx São Simão. Fonte: Izabel Boock, 2023.

Os quatro pontos amostrados em áreas protegidas apresentaram conexão hidrológica contínua e natural com o ribeirão Tamanduá e estão distantes a cerca de 40km do ponto localizado em área de cultivo de cana-de-açúcar, que corresponde a uma drenagem próxima ao rio Pardo. Todos os cinco pontos apresentaram estruturas

artificiais nas proximidades do local de coleta da espécie-alvo (Tabela 2). Nos três pontos situados dentro da ESEC Santa Maria, não foram identificadas atividades agropecuárias. Segundo o índice de pressão antrópica (Quadro 1), os pontos onde *M. leali* foi encontrada obtiveram classificação entre 1 e 4, variando entre “baixa pressão atual” e “pressão eminentemente alta” sendo eles, de menor grau de pressão: ESEC Santa Maria (pontos 23 e 24), classe 1 e maior grau o ponto localizado no canal de drenagem no interior de monocultivo de cana-de-açúcar (ponto 22), classe 4 (Tabela 5).

Tabela 5 – Resumo das pressões antrópicas presentes na área de ocorrência de *Melanorivulus leali*.

Pressão antrópica observada	Drenagem canavial	ESEC Santa Maria	EEx São Simão		
	Ponto 22	Ponto 23	Ponto 24	Ponto 25	Ponto 26
Drenagem e/ou alagamento	x		x		
Riscos de aterramento e/ou assoreamento	x		x	x	x
Presença de gado e/ou trânsito de pessoas	x				x
Veículos e/ou lixo	x				x
Contaminação por produtos químicos e/ou poluição	x				x
Implantação de empreendimentos	x	x		x	
Mineração e ferrovia				x	
Classificação	4	1	1	2	2

Legenda: 0 a 5, sendo 0 = não há pressão observada e a área é protegida integralmente por lei; e 5 = ambiente totalmente alterado/descaracterizado, sem confirmação da presença das espécies). ESEC = estação ecológica; EEx = estação experimental.

Discussão

Nos últimos 200 anos, a região de ocorrência de *Melanorivulus leali* vem passando por intenso processo de antropização, relacionada principalmente ao desmatamento e alteração no uso e ocupação do solo, levando à degradação de seus *habitat* [12]. Entre os anos de 1981 e 2021, por exemplo, a área cultivada de cana-de-açúcar do estado de São Paulo teve um crescimento de aproximadamente 543,7%. Tais áreas são desprovidas de vegetação nativa e estão sujeitas a erosão do solo, além de contaminação por nitrogênio e fósforo, provenientes de agrotóxicos e fertilizantes, que podem volatilizar, alcançar camadas mais profundas do solo e contaminar cursos naturais de água [24][25].

Somado a isto, a região sudeste do país apresenta o maior índice de invasão de espécies exóticas da ictiofauna, sendo a maior parte dos registros realizados nas bacias hidrográficas do alto Paraná e Paraíba do Sul [26]. Essas espécies apresentam como principais vetores de introdução e dispersão a aquariofilia, a pesca esportiva, o escape de estações de piscicultura e a violação de barreira geográfica [26][27], representando uma ameaça para a ictiofauna nativa, devido à predação e à competição por recursos e *habitat*.

A maioria das espécies de rivulídeos é caracterizada por apresentar baixa plasticidade ecológica, portanto altamente suscetíveis aos impactos decorrentes de ações antrópicas [28]. Nesse contexto, as formações vegetais

adjacentes às áreas de ocorrência desses peixes influenciam diretamente as propriedades físicas e químicas da água, o que contribui para elevada especificidade ambiental e restrição na distribuição espacial das espécies [1]. Essas especificidades foram consideradas na avaliação do grau de antropização das localidades amostradas neste estudo. Observou-se que a maioria das áreas onde não houve registro da espécie-alvo, especialmente nos pontos da bacia do rio Pardo, apresentava ambientes significativamente alterados e degradados, em contraste com as cinco localidades onde a espécie foi encontrada, as quais exibiam condições ambientais mais conservadas, apesar do registro de atividades antrópicas. Essas localidades apresentam parâmetros de qualidade da água em conformidade com o estipulado, para a ocorrência de uma biodiversidade dulcícola saudável [20]. Destacam-se os elevados valores de oxigênio dissolvido que podem ser explicados por fatores naturais e sazonais que influenciam a dinâmica dos ambientes aquáticos. Em especial, a elevada cobertura de macrófitas e/ou de fitoplâncton pode intensificar o processo fotossintético durante o dia, resultando em supersaturação de oxigênio. Da mesma forma, a maior turbulência em trechos rasos ou com correnteza favorece a difusão do oxigênio atmosférico para a coluna d'água, elevando os níveis de oxigênio dissolvido [29][30][31]. Não obstante as pressões antrópicas, a qualidade da água pode estar sendo sustentada pela biodiversidade conservada em áreas protegidas, incluindo a contribuição das macrófitas para processos ecológicos essenciais. A presença desses vegetais em ambientes dulcícolas, quando não em excesso, mostra-se importante por participarem da manutenção da qualidade da água, além de servirem como esconderijo, abrigo e substrato para reprodução e desenvolvimento dos organismos, especialmente os de tamanho reduzido [32][33]. Dessa forma, as macrófitas contribuem para a constituição de um ambiente favorável e diverso para as comunidades de animais aquáticos [30][32].

Com relação à distribuição geográfica de *M. leali*, por ocorrer em regiões da drenagem da bacia do rio Grande, levantou-se a hipótese de que a espécie pudesse apresentar uma distribuição mais ampla, abrangendo os tributários do rio Mogi-Guaçu, principal afluente do rio Pardo e reconhecido por sua alta diversidade de espécies da ictiofauna [16]. Entretanto, a espécie não foi registrada em nenhuma das dez localidades amostradas sob influência da bacia do Mogi-Guaçu, mesmo em áreas protegidas, sugerindo que sua distribuição é restrita a bacia hidrográfica do rio Pardo, no trecho a montante de sua confluência com o rio Mogi-Guaçu. Assim como outras espécies congêneres, *M. leali* parece ser uma espécie de distribuição restrita [9].

Na localidade-tipo, situada no município de Serra Azul, além da ocorrência de atividades antrópicas capazes de exercer elevada pressão sobre a qualidade dos ecossistemas, tais como escoamento de efluentes, incluindo resíduos provenientes de atividade de aquicultura e esgoto doméstico, foi registrada a presença de duas espécies exóticas-invasoras: *Oreochromis niloticus* (tilápia do Nilo) e *Poecilia reticulata* (lebiste).

A tilápia é uma espécie com alta capacidade de dispersão e rápida colonização de novos ambientes, apresentando ainda, elevada tolerância a condições degradadas, o que favorece sua sobrevivência e expansão [26]. Seus impactos negativos sobre a fauna aquática nativa são amplamente documentados, incluindo alterações na estrutura das populações, redução da disponibilidade de recursos alimentares como microcrustáceos planctônicos e diminuição da transparência da água [34][35]. O lebiste, por sua vez, pode causar expressivo impacto ambiental por meio da eliminação e substituição de espécies nativas [26]. Assim, infere-se que as alterações na qualidade e na composição dos *habitat*, ocorridas desde o primeiro registro de *M. leali* possam explicar, entre outros fatores, a ausência atual da espécie em sua localidade-tipo.

Os fatores acima descritos podem justificar a ausência de *M. leali* em regiões antropizadas, especialmente naquelas com registro de atividades agropecuárias, cultivo de cana-de-açúcar e presença de espécies exóticas invasoras. Entretanto, *M. leali* foi registrada em três pontos que apresentavam importantes tipos de pressão antrópica: 1- monocultura de cana-de-açúcar localizado em Sertãozinho; e 2- espécies exóticas invasoras, tais

como *Megalamphodus eques* (mato-grosso) e *Erythrinus erythrinus* (jeju), ambos localizados na ESEC Santa Maria.

Megalamphodus eques apresenta comportamento gregário e elevada capacidade reprodutiva e dieta onívora, características que lhe conferem alto potencial invasor. Endêmica da bacia do rio da Prata, que se estende do México à Argentina, essa espécie foi introduzida nos ecossistemas brasileiros principalmente pela aquariofilia [36]. Seu comportamento oportunista pode resultar em competição por recursos e a desestabilização das espécies nativas; entretanto, seus impactos ainda são pouco reportados na literatura [36]. A concorrência dessa espécie com *M. leali* pode ser explicada pela proximidade do local de coleta com o rio Tamanduá, a menos de 50 m.

Erythrinus erythrinus, por sua vez, é carnívora, capaz de atacar outros peixes tanto para alimentação ou quanto em disputas territoriais. Observou-se a ocorrência de mimetismo agressivo entre *E. erythrinus* e espécies de rivulídeos, utilizado como estratégia predatória [37][38]. Ademais, apresenta elevada tolerância a variações de temperatura, salinidade e baixos níveis de oxigênio [35]. No entanto, informações sobre sua introdução nos ecossistemas brasileiros e seus impactos ambientais permanecem escassas na literatura.

A área constituída por monocultura de cana-de-açúcar, embora fortemente antropizada, apresenta níveis de oxigênio dissolvido e turbidez ainda compatíveis com os padrões aceitáveis para manutenção da qualidade da água. Além disso, a área apresenta características observadas em outros locais de ocorrência da espécie, como a presença de macrófitas e água com coloração transparente indicando condições ambientais potencialmente compatíveis com a sobrevivência de *M. leali*. Entretanto, é importante destacar que somente esses parâmetros não são suficientes para determinar a qualidade ambiental do *habitat*, considerando a possibilidade contínua de contaminação da água por produtos químicos usualmente utilizados em cultivos intensivos. Com base nos dados apresentados, infere-se que, embora a área de distribuição conhecida de *M. leali* tenha sido ampliada, incluindo registros em UC e AP, a espécie está sujeita a impactos decorrentes da antropização, como a disseminação de espécies exóticas invasoras, a contaminação da água por produtos químicos e o assoreamento dos corpos d'água por remoção da mata ciliar e atividades de mineração, realizada no entorno da UC [39], o que pode comprometer sua persistência no local.

Além dos impactos observados em campo, o Plano de Manejo da ESEC Santa Maria [39] aponta alguns graves problemas ambientais que podem ter interface negativa com a ocorrência de *M. leali*, como (i) a presença de empresa mineradora de areia, argila e turfa, localizada na planície do Ribeirão Tamanduá, a montante do limite da Estação, que tem como impactos a destruição do *habitat* pela escavação, disposição dos rejeitos e risco de assoreamento dos cursos d'água; (ii) a linha de trens de carga, na qual circulam constantemente os mais diversos tipos de matéria-prima, tendo sido presenciado, ao lado da mineradora, mas fora da Unidade, diversos vagões descarrilados que continham enxofre em estado bruto, espalhado e exposto no solo da área, oferecendo risco grave de contaminação de corpos d'água, especialmente pela proximidade da via férrea com a planície fluvial; (iii) a presença de indústria de tecidos na cidade de São Simão, que libera efluentes de sua atividade diretamente em corpos d'água (lavagens, tinturas, etc.); e (iv) a presença de rodovias no entorno e pequenos carregadores que cruzam o entorno e a parte interna da área, o que pode aumentar os impactos nas bordas dos fragmentos florestais, facilitar a ocorrência de erosões por concentração de fluxo hídrico e potencializar incêndios [39].

Conclusão

Os resultados obtidos neste estudo ampliam os registros de *M. leali* na bacia do rio Pardo, incluindo o primeiro registro da espécie em uma Unidade de Conservação. A espécie não foi encontrada nas localidades

visitadas sob influência da bacia do rio Mogi-Guaçu e tampouco na sua localidade-tipo, no município de Serra Azul, onde havia sido coletada em 2007, possivelmente devido aos impactos decorrentes do intenso processo de antropização, especialmente relacionado a alteração da paisagem, com a construção de centenas de tanques para criação de peixes, que levaram a disseminação de espécies exóticas invasoras.

Dos 26 pontos amostrados, *M. leali* foi registrada em apenas cinco: um associado a uma área de cultivo de cana-de-açúcar e quatro localizados no interior de duas áreas protegidas do Estado de São Paulo: a Estação Ecológica de Santa Maria e a Estação Experimental de São Simão, ambas geridas pela Fundação Florestal. Esses *habitat* apresentaram características favoráveis à espécie, como águas rasas com elevada concentração de oxigênio dissolvido, baixa turbidez e pH ácido, abundância de macrófitas e conexão direta com os rios. Apesar disso, alguns locais continham espécies exóticas invasoras e estão sujeitos à contaminação da água por produtos químicos e ao assoreamento dos corpos d'água por remoção da mata ciliar e atividades de mineração, destacando a pressão antrópica ainda presente nesses ambientes.

Em 2010, *M. leali* foi avaliada pelo ICMBio e classificada como “dados insuficientes” (DD). Em 2022, após nova avaliação, foi reclassificada como “vulnerável” (VU) pelo critério D2, em razão de sua área de ocupação restrita e dos impactos já registrados sobre a espécie. Com base nas informações adicionais obtidas neste estudo e na aplicação das categorias e critérios da Lista Vermelha da IUCN [40], verifica-se que: (i) a extensão de ocorrência da espécie é inferior a 1000 km²; (ii) a população encontra-se severamente fragmentada em razão da expansão urbana e da intensa modificação da paisagem original; e (iii) há um declínio na qualidade do *habitat*, sendo o principal impacto a contaminação dos corpos d'água, que levou à provável perda da população da localidade-tipo e ameaça, no futuro, às populações sob influência da monocultura de cana-de-açúcar, em Sertãozinho, bem como aquelas situadas no interior das áreas protegidas em São Simão, na planície do ribeirão Tamanduá, sujeitas a pressões da mineração, lançamentos de efluentes da indústria têxtil e potenciais acidentes na linha férrea, todos em áreas adjacentes aos locais de ocorrência da espécie. Esses fatores aumentam a probabilidade de redução no número de localidades conhecidas para *M. leali*. Assim, conclui-se que a espécie se encontra em situação de ameaça, sendo sugerida sua inclusão na categoria “em perigo” (EN), pelo critério B1ab (iii, iv).

Recomenda-se a realização de estudos mais detalhados sobre os parâmetros físicos e químicos da água nos locais onde a espécie ainda é encontrada, incluindo nitrogênio e fósforo, bem como análises de bioacumulação de resíduos de agrotóxicos e fertilizantes nos indivíduos, a fim de avaliar com precisão o grau de contaminação do *habitat* e seus efeitos sobre a espécie.

Agradecimentos

Ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, pela iniciativa de incentivo a pesquisa científica através do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC/ICMBio), e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa a JISK durante o período de desenvolvimento do projeto. Ao Projeto Estratégia Nacional para a Conservação de Espécies Ameaçadas de Extinção (GEF Pró-Espécies), pelo apoio a iniciativas em prol da conservação de espécies ameaçadas; à equipe do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade Aquática Continental (CEPTA/ICMBio), pela orientação e apoio nas coletas e, especialmente, à Dra. Mariana Bissoli de Moraes, pela elaboração dos mapas; à Dra. Isabel Matos Soares, pela identificação das espécies de ictiofauna; e à Dra. Carla Polaz, pelo apoio na aplicação das categorias e critérios IUCN. Agradeço ao Laboratório de Ictiologia de Ribeirão Preto/USP, pelo tombamento e recebimento dos espécimes em sua coleção científica. Ainda, agradecemos ao professor Mayler

Martins (Instituto Federal de Minas Gerais/IFMG – Campus Bambuí), pelo fornecimento de informações detalhadas sobre os locais de ocorrência da espécie. Por fim, nossos sinceros agradecimentos aos revisores anônimos e à equipe da revista Biodiversidade Brasileira, envolvidos no processo de revisão, editoração e publicação deste manuscrito.

Referências

1. BRASIL. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Sumário Executivo do Plano de Ação Nacional para a Conservação de Peixes Rivulídeos Ameaçados de Extinção. Brasília: ICMBio; 2013.
2. Fricke R, Eschmeyer WN, Fong JD. Eschmeyer's Catalog of Fishes: Genera/Species by Family/Subfamily. 2023. [acesso em: 08 set. 2023]. Disponível em: <https://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>. Acesso em: 08 set. 2023.
3. Costa WJEM. Phylogeny and classification of Rivulidae revisited: origin and evolution of annualism and miniaturization in rivulid fishes (Cyprinodontiformes: Aplocheiloidei). J Comp Biol. 1998; 3(1): 33-92. Available from: <http://bionames.org/references/4a3f32fcd74c371362e3c563f22f19da>
4. Costa WJEM. Peixes anuais brasileiros: diversidade e conservação. Curitiba: Editora da UFPR; 2002. p. 15-20.
5. Furness AI. The evolution of an annual life cycle in killifish: adaptation to ephemeral aquatic environments through embryonic diapause. Biol Rev. 2016; 91(3): 796-812. [doi:10.1111/brev.12194](https://doi.org/10.1111/brev.12194).
6. Berois N, Garcia G, De Sá RO. A global community effort to decipher the unique biology of annual killifish. Dev Dyn. 2017; 246(11): 807-811. [doi:10.1002/dvdy.24533](https://doi.org/10.1002/dvdy.24533).
7. Costa WJEM. Aplocheloid fishes of the Brazilian Atlantic Forest: history, diversity and conservation. Rio de Janeiro: Museu Nacional; 2009. 171 p.
8. Cassel M, Mehanna M, Mateus L, Ferreira A. Gametogenesis and reproductive cycle of *Melanorivulus* aff. *punctatus* (Boulenger, 1895) (Cyprinodontiformes, Rivulidae) in Chapada dos Guimarães, Mato Grosso, Brazil. Neotrop Ichthyol. 2013; 11: 179–192. [doi:10.1590/S1679-62252013000100021](https://doi.org/10.1590/S1679-62252013000100021)
9. Volcan MV, Severo-Neto F, Lanés LEK. Unrecognized biodiversity in a world's hotspot: three new species of *Melanorivulus* (Cyprinodontiformes: Rivulidae) from tributaries of the right bank of the Rio Paraná basin, Brazilian Cerrado. *Zoosystematics and Evolution*. 2018; 94: 263-280.
10. Volcan, M.V. & Severo-Neto, F. *Austrolebias ephemerus* (Cyprinodontiformes: Rivulidae), a new annual fish from the upper Rio Paraguai basin, Brazilian Chaco. Zootaxa. 2019; 4560(3): 541-553. [doi:10.11646/zootaxa.4560.3.6](https://doi.org/10.11646/zootaxa.4560.3.6)
11. Costa WJEM. Phylogenetic position and taxonomic status of *Anablepsoides*, *Atrantirivulus*, *Cynodonichthys*, *Laimosemion* and *Melanorivulus* (Cyprinodontiformes: Rivulidae). *Ichthyol Explor Freshwaters*. 2011; 22(3): 233-249.
12. Costa WJEM. A new killifish of the genus *Melanorivulus* from the upper Paraná river basin, Brazil (Cyprinodontiformes: Rivulidae). *Vertebrate Zoology*. 2013; 63(3): 277-281.
13. ICMBio. Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade – SALVE. Dados não publicados. [acesso em: 01 set. 2022].
14. Pavanelli CS, Fukakusa CK, Garcez DK, Nielsen DTB, Da Costa Neto FPS, Lira FO, et al. *Melanorivulus leali*. Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade - SALVE - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio. 2022. [acesso em: 26 de Aug. de 2025]. Disponível em: <https://salve.icmbio.gov.br/doi:37002/salve.ficha.24984.2>
15. Paiva MP. As represas e os peixes do Rio Grande: bacia do Paraná, Brasil. Rio de Janeiro: Interciência; 2002.
16. Meschiatti, AJ. and Arcifa, MS. Acta Limnol. Bras. A review on the fishfauna of Mogi-Guaçu River basin: a century of studies., 2009; (21)1: 135-159.
17. Associação Regional de Proteção Ambiental da Bacia do Rio Grande. Bacia Hidrográfica do Rio Grande – BHRG. ARPA Rio Grande. [acesso em: 11 abr. 2025]. Disponível em: <https://arpariogrande.org.br/>.
18. Google. Google Earth website. [acesso em: fev. 2023]. Disponível em: <http://earth.google.com/>. 2009.
19. ICMBio. Diretrizes para adequada consideração dos peixes rivulídeos nos empreendimentos passíveis de atos autorizativos ambientais. Pirassununga: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio, 2025.

- [acesso em: 2025]. Disponível em: https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/pan/pan-rivulideos/2-ciclo/produtos/2025_pan_rivulideos_protocolo_licenciamento.pdf.
20. Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº357, de 17 de março de 2005.
21. Instituto Hórus. Base de Dados Nacional de Espécies Exóticas Invasoras. [acesso em: 2024]. Disponível em: <https://bd.institutohorus.org.br/>.
22. São Paulo. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Portaria Pesca nº 49, de 18 de junho de 2018: lista de espécies exóticas proibidas e permitidas para cultivo e comercialização. São Paulo, 2018. [acesso em: 17 jan. 2025]. Disponível em: <https://www.cati.sp.gov.br/portal/themes/unify/arquivos/produtos-e-servicos/legislacao-dcaa/PortariaPesca2018-ListaExoticas.pdf>.
23. Ota R, Deprá G, Graça W, Pavanelli C. Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes: Revised, annotated and updated. Neotropical Ichthyology. 2018; 16. [doi:10.1590/1982-0224-20170094](https://doi.org/10.1590/1982-0224-20170094).
24. Manzotti AR. Padrões espaciais da ictiofauna de riachos associados ao cultivo de cana-de-açúcar na bacia do Alto Paraná [tese]. São José do Rio Preto; 2022 Apr; 120. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/234729>
25. Scarpinella GD. Erosão em carreadores da cultura da cana-de-açúcar: estudo de caso na bacia do Ribeirão do Feijão (SP) [tese]. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos; 2012. [doi:10.11606/T.18.2012.tde-05092012-095743](https://doi.org/10.11606/T.18.2012.tde-05092012-095743).
26. Bueno ML, Magalhães ALB, Andrade Neto FR, Alves CBM, Rosa DM, Junqueira NT. Alien fish fauna of southeastern Brazil: species status, introduction pathways, distribution and impacts. Biological Invasions. 2021; 23(4). [doi:10.1007/s10530-021-02564-x](https://doi.org/10.1007/s10530-021-02564-x).
27. ICMBio. Guia de Manejo de Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais. Versão 3, 2019.
28. Mariano WS. Peixes anuais e alterações ambientais - revisão de literatura. Jornada do Meio Ambiente, Sociedade Contemporânea e Sustentabilidade Palmas, TO: Pedro & João Editores; 2010. P. 39-47. Livro de resumos. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/878378>
29. Esteves FA. Fundamentos de Limnologia. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. [acesso em: 2025]. Disponível em: https://www.academia.edu/19765246/Fundamentos_de_Limnologia_ESTEVES_Francisco_de_Assis_Esteves.
30. Tundisi JG, e Takako M. Limnologia. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
31. Xia Shen, Sheng Li, Shikun Sun, Dengke Qing, Dehong Li, Kai Wang, Weizheng Gao, Liwei Cao, b. The mechanism of dissolved oxygen mixing and atmospheric reoxygenation at the confluence with different flow ratios and junction angles, Journal of Hydrology, Volume 626, Part A, 2023, 130191, ISSN 0022-1694. [doi:10.1016/j.jhydrol.2023.130191](https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2023.130191).
32. Piedade MTF, Lopes A, Demarchi LO, Cruz J, Junk WJ. Os campos naturais e as plantas herbáceas na planície de inundação amazônica e sua utilização. Várzeas amazônicas: Desafios para um Manejo Sustentável. Editora INPA; 2020. p. 87-105.
33. Agostinho, Angelo & Gomes, Luiz & Jr, H.F. Relações entre macrófitas aquáticas e fauna de peixes. Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas. 261-279. Piedade MTF, Junk WJ. Natural herbaceous plant communities in the Amazon floodplains and their use. The Central Amazon Floodplain: actual use and options for a sustainable management. Backhuys Publishers; 2003. Disponível em: https://repositorio.inpa.gov.br/bitstream/1/40004/1/p_467_484.pdf.
34. Attayde JL, Okun N, Brasil J, Menezes R, Mesquita P. Impactos da introdução da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, sobre a estrutura trófica dos ecossistemas aquáticos do bioma caatinga. Oecologia Brasiliensis - Ecologia da Caatinga. 2007; 11(3): 450-461. [doi:10.4257/oeco.2007.1103.13](https://doi.org/10.4257/oeco.2007.1103.13)
35. Vitule JRS, Freire CA, Simberloff D. Introduction of non-native freshwater fish can certainly be bad. Fish and Fisheries. 2009; 10(1): 98-108. [doi:10.1111/j.1467-2979.2008.00312.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2008.00312.x).
36. Castelletto LGP, Pereira AD, Jarduli LR. Modelagem de nicho ecológico da espécie invasora *Hyphessobrycon eques* (Steindachner, 1882). Unifio. 2020. Disponível em: <http://www.cic.fio.edu.br/anaisCIC/anais2020/pdf/03.08.pdf>
37. Brosset A. Aggressive mimicry by the characid fish *Erythrinus erythrinus*. Ethology. 1997 Jan; 103: 926-934. [doi:10.1111/j.1439-0310.1997.tb00134.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.1997.tb00134.x).
38. Sondré JG. Interações comportamentais e relações predador-presa entre *Erythrinus erythrinus* (Bloch & Schneider, 1802) e *Rivulus micropus* (Steindachner, 1863) na Amazônia Central Brasileira. Manaus: Repositório INPA; 2014. [doi: https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/11235](https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/11235).
39. Instituto Florestal. Plano de Manejo – Estação Ecológica de Santa Maria [Internet]. São Paulo: Instituto Florestal; [citado 2025 set 15]. Disponível em: https://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Repositorio/511/Documentos/EE_SantaMaria/Plano_Manejo_Estacao_Ecologica-Santa%20Maria.pdf

40. International Union for Conservation of Nature. The IUCN Red List Categories and Criteria [Internet]. Gland: IUCN. [acesso em: 10 set. 2025]. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org/resources/categories-and-criteria>.
41. International Union for Conservation of Nature. IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. 2nd ed. [Internet]. Gland: IUCN; 2012. [acesso em: 10 set. 2025] Disponível em: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/RL-2001-001-2nd.pdf>

Biodiversidade Brasileira

Fluxo Contínuo

v. 15, n. 4, 2025

<https://revistaeletronica.icmbio.gov.br/index.php/BioBR/>

Biodiversidade Brasileira é uma publicação eletrônica científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que tem como objetivo fomentar a discussão e a difusão de experiências em conservação e manejo de unidades de conservação, gestão e uso sustentável de recursos naturais renováveis, biodiversidade e espécies ameaçadas, fiscalização e proteção da biodiversidade e patrimônio natural, e educação e formação para a conservação da sociobiodiversidade.

ISSN: 2236-2886

