

A ictiofauna de áreas com interesse para a proteção ambiental de Joinville, Santa Catarina, Brasil

Ictiofauna of areas with interest to environmental protection of the Joinville, Santa Catarina, Brazil

Pedro Carlos **PINHEIRO**^{1, 2}; Roger Henrique **DALCIN**¹ & Thiago Toniolo **BATISTA**¹

RESUMO

O presente estudo investigou os peixes de riachos em seis áreas com interesse para a proteção ambiental do município de Joinville (SC). As estações de coleta são formadas por pequenos riachos da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira. A composição de espécies foi avaliada para compreender os padrões de distribuição espacial e o endemismo regional. Os resultados dos levantamentos de campo nas 18 estações de coleta registraram 22 espécies pertencentes a nove famílias e seis ordens. Characidae foi a família com maior riqueza, seguida por Poeciliidae e Callichthyidae. As espécies mais representativas em termos de abundância foram *Poecilia reticulata*, *Atlantirivulus haraldsiolii*, *Phalloceros megapolos* e *Geophagos brasiliensis*. A análise dos atributos ecológicos da comunidade mostrou variação dos índices de diversidade, equitabilidade e dominância nas estações de coleta. A presença de espécies exóticas como *Poecilia reticulata*, *Oreochromis niloticus* e *Xiphophorus helleri* indica que a maioria dos locais sofre algum tipo de alteração física do habitat em função de atividades antrópicas. O ponto amostral localizado nas nascentes do Rio Cachoeira apresentou a maior riqueza, espécies endêmicas e nenhuma espécie exótica, indicando ser um local de alta relevância para a proteção da ictiofauna da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira.

Palavras-chave: distribuição espacial; índices de diversidade; mata atlântica; peixes de riachos.

ABSTRACT

The present study investigated fish of streams in six areas of interest for the environmental protection of the city of Joinville (SC). The sampling stations are formed by small streams of the watershed of the Cachoeira river. The species composition was evaluated to understand the spatial distribution patterns and the regional endemism. The results of the field surveys at the 18 sampling stations recorded 22 species belonging to nine families and six orders. Characidae was the richest family, followed by Poeciliidae and Callichthyidae. The most representative species in terms of abundance were *Poecilia reticulata*, *Atlantirivulus haraldsiolii*, *Phalloceros megapolos* and *Geophagos brasiliensis*. The analysis of the ecological attributes of the community showed variation of the indexes of diversity, equitability and dominance in the sampling stations. The presence of exotic species such as *Poecilia reticulata*, *Oreochromis niloticus* and *Xiphophorus helleri* indicate that most of the sites suffer some kind of physical alteration of the habitat due to anthropic activities. The sampling point located in the sources of the Cachoeira river presented the greatest richness, endemic species and no exotic species, indicating that it is a highly relevant site for the protection of ictiofauna in the Cachoeira river basin.

Keywords: Atlantic forest; brook fish; diversity indexes; spatial distribution.

Recebido em: 4 abr. 2017
Aceito em: 17 nov. 2017

¹ Universidade da Região de Joinville (Univille), departamento de Ciências Biológicas, Laboratório de Nectologia/Ictiologia, Rodovia Duque de Caxias, km 8, n. 6.365 – Iperoba, São Francisco do Sul, SC, Brasil.

² Autor para correspondência: pedropinheiro@univille.br.

INTRODUÇÃO

A modificação dos ambientes aquáticos decorrente das perturbações antropogênicas está levando à extinção a fauna de peixes de água doce (BUCKUP *et al.*, 2007). Em riachos da região de mata atlântica, as perturbações, além de prejudicar as comunidades locais, afetam as relações ecológicas nos rios dos quais esses riachos são tributários. As perturbações não decorrem somente dos usos múltiplos da água, como também do uso do solo, e ambos interferem na hidrologia da bacia e modificam o habitat aquático (KARR, 1981; MELO *et al.*, 2003). Tal cenário é também observado nos ambientes aquáticos de Joinville (SC), que se encontram sob intensa pressão resultante de atividades antropogênicas, como ocupação desordenada, industrialização e urbanização (MULLER, 2012). Essas atividades causam destruição e degradação do ambiente e poluição química, sendo as principais causas da extinção de espécies (OLIVIERI & VITALIS, 2001), afetando assim a estrutura e a composição das comunidades aquáticas.

Observa-se que em locais não perturbados e com presença de mata ripária há uma maior diversidade de espécies de peixes, por causa da maior disponibilidade de habitats e de uma baixa oscilação nas condições ambientais (GOMIERO & BRAGA, 2006). Essa situação também se aplica a outros organismos que servem de alimento aos peixes, como é o caso dos insetos aquáticos, cuja diversidade (GALVES *et al.*, 2007), abundância (OLIVEIRA *et al.*, 1997) e riqueza (BERKMAN & RABENI, 1987) tendem a ser maiores em locais não perturbados.

Peixes de água doce são capazes de utilizar uma grande variedade de habitats, podendo apresentar migrações sazonais. Estas podem ser divididas em movimentos longitudinais (dentro dos corpos principais de rios) e laterais (FERNANDES, 1997), entre o rio e sua planície de inundação (WELCOMME, 1985). Vários fatores são capazes de influenciar a distribuição dos peixes. A variabilidade dos padrões locais de diversidade está relacionada a complexidades estruturais e funcionais do sistema, influenciando a disponibilidade de micro-habitats e recursos (ROSSI *et al.*, 2007).

O conhecimento científico sobre as populações de peixes da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira (BHRC) é escasso. No único trabalho sobre peixes realizado nesse rio, Ferreira & Adeli-Alves (2005) citam a ocorrência de espécies e táxons endêmicos do complexo das bacias costeiras do Paraná e norte de Santa Catarina, como *Mimagoniates microlepis* e *Atlantirivulus* sp., que, embora não sejam considerados raros, fazem parte de um grupo restrito de peixes que ocorrem na região (GIRARDELLO, 2008; PINHEIRO, 2009; BENINCA, 2010; ROSSINI, 2010). Regiões com ocupação urbana intensa refletem-se negativamente na estabilidade e sobrevivência das comunidades de peixes nativos. Para evitar um quadro generalizado de perda de espécies, faz-se necessário um maior e melhor conhecimento regional da ictiofauna de água doce e da situação dos rios e bacias hidrográficas do norte de Santa Catarina. Nesse sentido, a busca por informações científicas sobre os peixes do Rio Cachoeira se torna efetivamente importante pelo grau de degradação ambiental que está instalado na bacia e seus efeitos sobre a biodiversidade local.

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREAS AMOSTRAIS E ESTAÇÕES DE COLETA

Para a caracterização da ictiofauna, definiram-se seis áreas amostrais que apresentam as melhores condições de preservação no município de Joinville. Em cada localidade foram dispostas três estações de coleta (mostradas nas figuras 1 e 2 e descritas na tabela 1). No total foram coletadas 72 amostras nas 18 estações, em dois períodos (verão e inverno) e dois anos de amostragens. A seguir são caracterizadas as áreas amostrais a partir das observações em campo.

ÁREA NASCENTES DO RIO CACHOEIRA

Essa área amostral possui a vegetação em diferentes estados de conservação, apresentando áreas com mata secundária e locais de mata nativa preservada. Em locais próximos às residências, é comum o acúmulo de lixo nas encostas e margens dos riachos. As estações localizadas nessa área estão em uma altitude média de 22 metros e possuem um traçado sinuoso, com alternância de pequenas corredeiras com áreas maiores de remansos. Os riachos apresentam águas turvas, com profundidade de até 30 cm e substrato constituído por areia, folhiço e galhos.

ÁREA DE RELEVANTE INTERESSE ECOLÓGICO (ARIE) MORRO DO IRIRIÚ

A altitude média das três estações de coleta é de 80 metros. Os riachos possuem um traçado linear e presença de mata nativa em ambas as margens. As águas são claras e apresentam substrato rochoso formado por pequenas pedras, que, juntamente com a declividade acentuada, proporcionam muitas corredeiras e poucas áreas de remansos e poças.

ARIE MORRO DO BOA VISTA

Neste local existem pequenos diques artificiais usados para a captação de água. Além de alterações como assoreamento e erosão das margens, pode ser observada a extração de cascalho do fundo. Os riachos são pouco sinuosos e apresentam vegetação preservada em ambas as margens. Observa-se a presença de vegetação aquática submersa. As águas são turvas com substrato constituído basicamente por acúmulo de material orgânico. A largura média dos riachos é de 90 cm, e a profundidade pode atingir cerca de 60 cm nas áreas de remanso.

ÁREA DO MORRO ATIRADORES

As estações estão localizadas na Área Militar do Exército Brasileiro. A altitude varia em torno de 40 metros. Grande parte da formação vegetacional apresenta mata secundária, sendo predominante a presença de mais de três estratos fisiográficos. Os riachos e córregos são sinuosos e possuem águas claras com o leito rochoso-arenoso. Há deposição de material orgânico e vegetação aquática submersa e, em determinados locais, ocorre a formação de poços pouco profundos.

ÁREA SÃO MARCOS

Os riachos desta área possuem um traçado retificado por ações antrópicas. A vegetação, quando presente, não ocupa um trecho grande em cada lado das margens, que normalmente estão ocupadas por gramíneas e arbustos, deixando boa parte do rio descoberto e com maior incidência da luz solar. Os riachos têm águas com baixa transparência e substrato constituído por cascalho, areia, argila e pouca deposição de detritos.

ÁREA DO ITINGA

A altitude nesta área varia em torno de 42 metros. Os riachos apresentam sinuosidade evidente, alternando entre locais de remanso e corredeiras. Alguns trechos possuem áreas em que o canal aparenta ter sido retificado. Em uma das margens há supressão da mata ciliar; a outra tem vegetação composta por espécies nativas e exóticas, formando trechos com e sem sombreamento. A turbidez é moderada, com substrato constituindo basicamente de argila, areia e pouca quantidade de cascalho. A largura média entre as margens é de 1,70 metros, e a profundidade varia entre 10 e 50 cm.

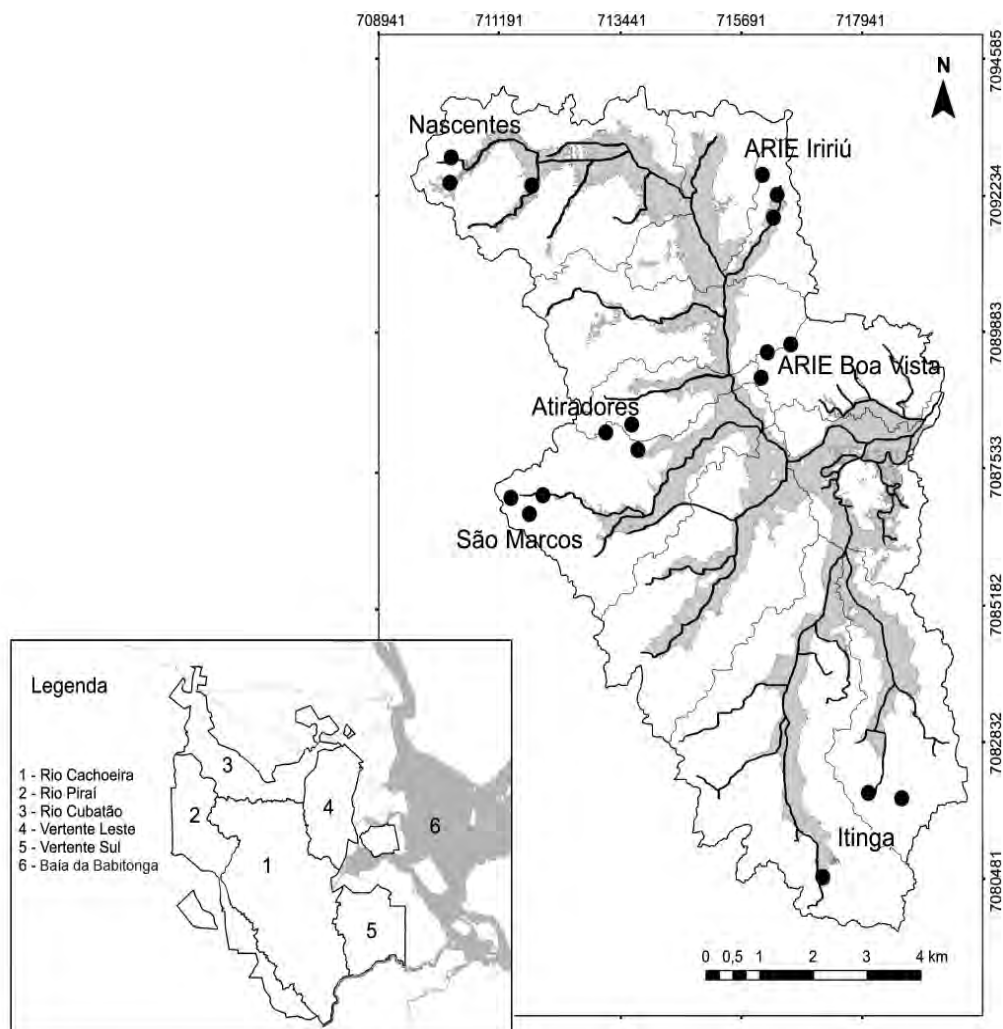


Figura 1 – Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira com localização das estações de coletas, realizadas no verão e inverno de 2015 e 2016.

Tabela 1 – Indicação das estações de coleta e áreas amostrais com seus respectivos rios e coordenadas geográficas (UTM).

Área amostral	Localização	Estação	Longitude	Latitude
Nascentes	Nascente Cachoeira	E1	710198	7092514
	Rio Cachoeira	E2	710599	7092702
	Rio Luiz Tonneman	E3	711125	7091757
Arie Morro do Iriú	Rio Bom Retiro	E4	715931	7093251
	Rio Mirandinha 1	E5	716188	7092930
	Rio Mirandinha 2	E6	716445	7092609
Arie Morro do Boa Vista	Rio Busch Lepper	E7	716434	7089248
	Rio do Engenho	E8	716245	7089758
	Zoobotânico	E9	715833	7089847
Morro Atiradores	Rio Mathias	E10	712973	7088405
	Afluente Mathias	E11	713281	7088141
	Rio Elling	E12	713036	7087860
São Marcos	Rio Jaguarão	E13	711662	7086910
	Riacho Goiânia	E14	711709	7087278
	Riacho Hortências	E15	711534	7087698
Itinga	Rio Antônio Degelmann	E16	719338	7082582
	Rio Itaum-açu	E17	717339	7080874
	Rio Ronco d'Água	E18	718296	7080388



Figura 2 – Trechos dos riachos amostrados nas estações de coleta. Área das Nascentes do Rio Cachoeira: E1 – Nascente Cachoeira; E2 – Rio Cachoeira e E3 – Rio Luiz Tonneman. Área Morro do Iririú: E4 – Rio Bom Retiro; E5 – Rio Mirandinha1 e E6 – Rio Mirandinha 2. Área Morro do Boa Vista: E7 – Rio Busch Lepper; E8 – Rio do Engenho e E9 – Zoobotânico. Área Atiradores: E10 – Rio Mathias; E11 – Afluente Mathias e E12 – Rio Elling. Área Morro do São Marcos: E13 – Rio Jaguarão; E14 – Riacho Goiânia e E15 – Riacho Hortências. Área do Itinga: E16 – Rio Antônio Degelmann; E17 – Rio Itaumaçu e E18 – Rio Ronco d'Água.

COLETA DE DADOS

As amostragens ocorreram nos períodos de verão (fevereiro a março) e inverno (julho a setembro) dos anos de 2015 e 2016. As atividades de campo foram realizadas durante o dia, sempre considerando a condição de ausência de chuvas de, no mínimo, dois dias antes das coletas. As estações de coleta foram previamente planejadas, levando-se em conta a facilidade de acesso, boas condições das margens e da estrutura vegetacional ripária.

Recorreu-se à pesca elétrica para a captura dos peixes. Para cada amostragem definiu-se uma extensão de cerca de 100 metros do rio, onde foram realizadas buscas por varredura. A mesma extensão foi dimensionada em cada estação de coleta a fim de padronizar o esforço de captura.

Todos os exemplares capturados foram fixados em solução de formol a 10% e acondicionados em sacos plásticos etiquetados com lacres, separados por estação de coleta e colocados em tonéis para transporte. Os peixes foram contabilizados e identificados em nível específico³ e conservados, em lotes, em solução de etanol a 70% e depositados na Coleção de Referência de Ictiologia do Laboratório de Nectologia/Ictiologia da Universidade da Região de Joinville (Univille).

TRATAMENTO DOS DADOS

A diversidade de espécies foi medida por meio dos índices de diversidade específica de Shannon ($H' = -\sum p_i \ln p_i$), da dominância de Simpson ($D = \sum p_i^2$) (MAGURRAN, 1991), e a uniformidade da distribuição das espécies foi medida pelo índice de equitabilidade de Pielou ($E = H'/H_{max}$) (LUDWIG & REYNOLDS, 1988). Para avaliar a eficiência do inventário, usou-se um estimador de riqueza por extrapolação (LEE & CHAO, 1994), que possibilita o cálculo do fator de correção mediante a incidência (frequência de ocorrência) de espécies raras. Esses procedimentos ocorreram com o auxílio do pacote estatístico Primer 6.

Com o objetivo de determinar a relação multilinear entre as comunidades de peixes, representadas pelos descritores de abundância transformada e padronizada ($n-1$), aplicaram-se testes de homogeneidade das variâncias para atender às premissas de análises multivariadas. A Análise de Variância unifatorial foi aplicada utilizando as três estações de coleta como réplicas em cada área amostral. Como teste *post-hoc* adotou-se o de Tuckey ao nível de 5%. Para encontrar padrões de distribuição na interação com as áreas amostrais, efetuou-se a Análise de Componente Principal (PCA) (DOLÉDEC & CHESSEL, 1994). Tanto as análises quanto as transformações das variáveis foram realizadas no programa XLSTAT.

RESULTADOS

A tabela 2 e a figura 3 trazem a composição de espécies capturadas nos trechos amostrados durante as campanhas. Registrou-se um total de 899 exemplares de peixes, pertencentes a 22 espécies, nove famílias e seis ordens. A maioria dos peixes é indivíduo adulto de pequeno porte (< 15 cm). Os peixes das ordens Characiformes e Siluriformes foram os mais representativos, com seis espécies, seguidos pelos Cyprinodontiformes, com cinco espécies. Os peixes pertencentes às ordens Gymnotiformes, Synbranchiformes e Perciformes estiveram representados por apenas uma espécie cada. A composição das espécies, em termos de abundância por família, indica a

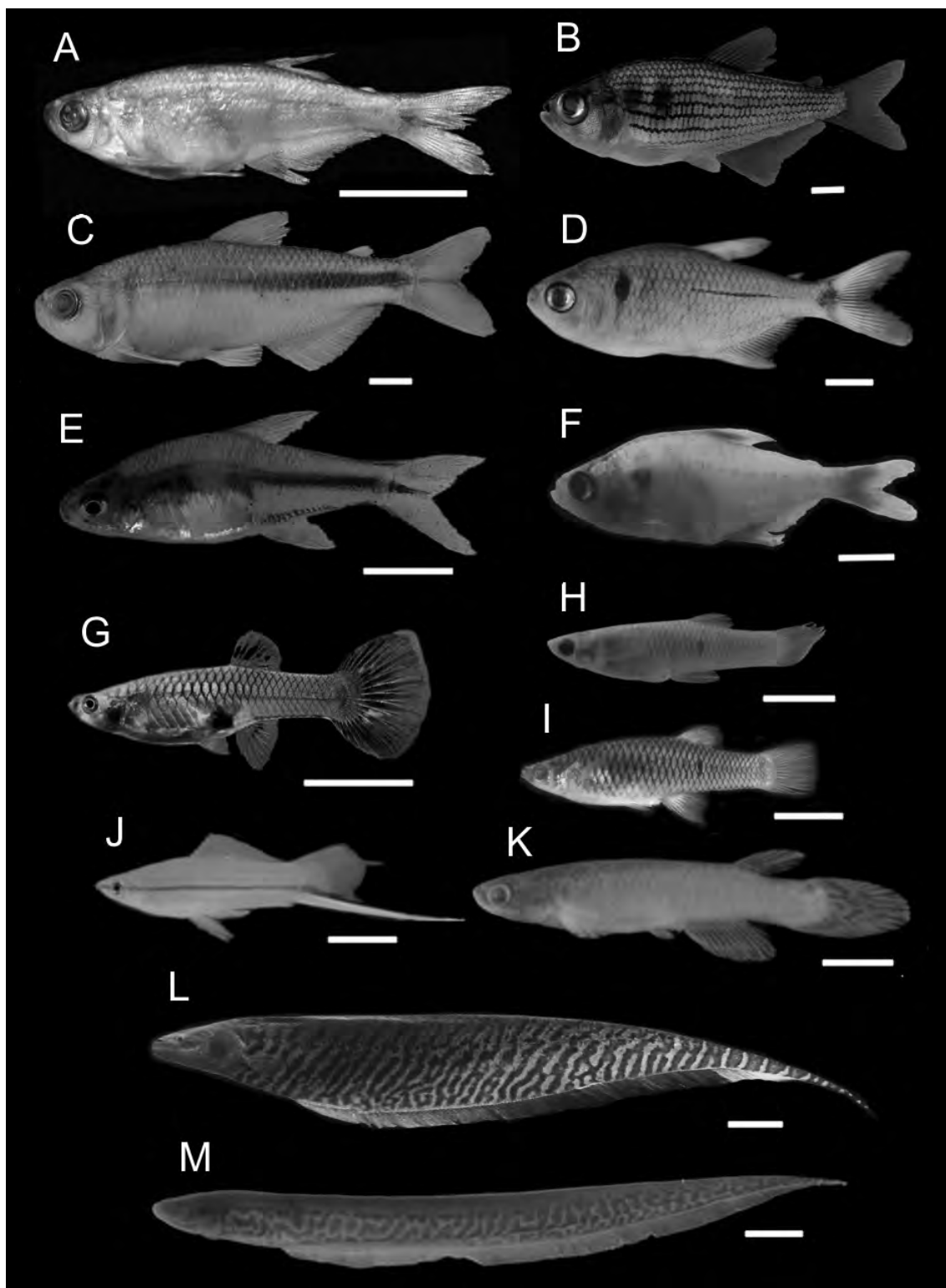
³ A fraseologia sobre a literatura utilizada para a identificação das espécies segue disposição reiterada pelos autores.

predominância expressiva de Characidae (com 82 exemplares capturados em seis espécies), seguida por Poeciliidae (com 469 indivíduos e quatro espécies), Callichthyidae (com 48 indivíduos e três espécies). Com duas espécies seguem as famílias Gymnotidae (quatro indivíduos), Cichlidae (53 indivíduos) e Loricariidae (19 indivíduos). Finalmente, com apenas uma espécie cada, as famílias Rivulidae (com 199 indivíduos), Heptapteridae (com 21 indivíduos) e Synbranchidae com (quatro indivíduos).

Tabela 2 – Lista taxonômica das espécies de peixes capturados* nas seis áreas amostrais com suas respectivas abundâncias numéricas.

Ordem	Família	Espécie	A
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax laticeps</i>	5
		<i>Hollandichthys multifasciatus</i>	20
		<i>Hyphessobrycon boulengeri</i>	5
		<i>Hyphessobrycon griemi</i>	1
		<i>Mimagoniates microlepis</i>	48
		<i>Spintherobolus ankoseion</i>	3
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Phalloceros megapolos</i>	116
		<i>Phalloceros spiloura</i>	24
		<i>Poecilia reticulata</i>	294
		<i>Xiphophorus helleri</i>	35
	Rivulidae	<i>Atlantirivulus haraldsiolii</i>	199
Gymnotiformes	Gymnotidae	<i>Gymnotus pantherinus</i>	3
		<i>Gymnotus sylvius</i>	1
Perciformes	Cichlidae	<i>Geophagus brasiliensis</i>	52
		<i>Oreochromis niloticus</i>	1
Siluriformes	Callichthyidae	<i>Callichthys callichthys</i>	2
		<i>Corydoras ehrhardti</i>	6
		<i>Scleromystax barbatus</i>	40
	Loricariidae	<i>Hypostomus commersoni</i>	8
		<i>Pseudotothyris obtusa</i>	11
	Heptapteridae	<i>Rhamdia quelen</i>	21
Synbranchiformes	Synbranchidae	<i>Synbranchus marmoratus</i>	4

* A lista taxonômica das espécies de peixes capturados apresenta disposição reiterada pelos autores.



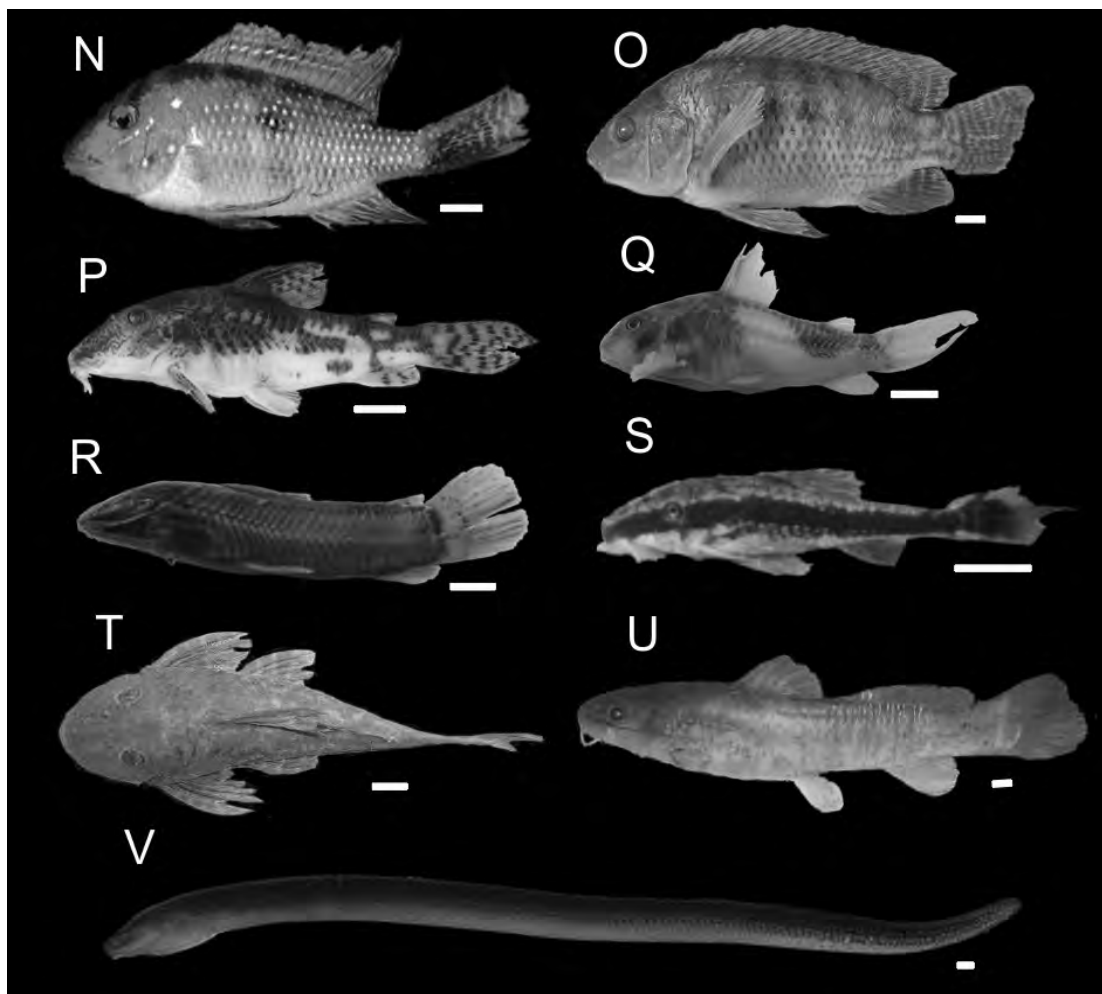


Figura 3 – Exemplos representativos das espécies de peixes coletadas nas 18 estações de coleta do Rio Cachoeira, município de Joinville (SC). A – *Mimagoniates microlepis*; B – *Hollandichthys multifasciatus*; C – *Astyanax laticeps*; D – *Hyphessobrycon boulengeri*; E – *Spintherobolus ankoseion*; F – *Hyphessobrycon griemi*; G – *Poecilia reticulata*; H – *Phalloceros megapolos*; I – *Phalloceros spiloura*; J – *Xiphophorus helleri*; K – *Atlantirivulus haraldsiolii*; L – *Gymnotus sylvius*; M – *Gymnotus pantherinus*; N – *Geophagus brasiliensis*; O – *Oreochromis niloticus*; P – *Scleromystax barbatus*; Q – *Corydoras ehrhardti*; R – *Callichthys callichthys*; S – *Pseudotothyris obtusa*; T – *Hypostomus commersoni*; U – *Rhamdia quelen* e V – *Synbranchus marmoratus*. Barra de escala igual a 10 mm.

Considerando as 18 estações de coleta como sendo amostras, a representação da frequência de ocorrência foi maior para *Poecilia reticulata*, *Phalloceros megapolos* e *Atlantirivulus haraldsiolii*, que estiveram presentes em 61,1% das amostras. Considerando as áreas amostrais, a espécie *P. megapolos* não foi encontrada no Morro do Iririú; as outras duas espécies estiveram representadas em todas as áreas investigadas, podendo ser consideradas constantes. *Geophagus brasiliensis* teve 38,9% de ocorrência, seguido por *Hollandichthys multifasciatus* e *Rhamdia quelen* com 27,8% e 22,2%, respectivamente. *Scleromystax barbatus*, *Corydoras ehrhardti* e *Synbranchus marmoratus* estiveram presentes em 16,7% das estações de coleta. Cinco espécies ocorreram em 11,1% das estações de coleta (*Mimagoniates microlepis*, *Pseudotothyris obtusa*, *Hypostomus commersoni*, *Astyanax laticeps* e *Callichthys callichthys*). As espécies *Xiphophorus helleri*, *Phalloceros spiloura*, *Hyphessobrycon boulengeri*, *Gymnotus pantherinus*, *Spintherobolus ankoseion*, *Gymnotus sylvius*, *Hyphessobrycon griemi* e *Oreochromis niloticus* estiveram representadas em 5,6% das estações e podem ser descritas como ocasionais (tabela 3).

Tabela 3 – Distribuição da abundância numérica e frequência de ocorrência (FO) das espécies de peixes capturadas nas estações de coleta.

	Nascentes			Iriú			Boa Vista			Atiradores			São Marcos			Itinga			FO
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	
<i>Poecilia reticulata</i>		27	11	67			4		76	20	11			54	16		7	1	61,1
<i>Phalloceros megapolos</i>	22	2	13				63	16				11	9	3	15	37	8		61,1
<i>Atlantirivulus haraldsiolii</i>		1			18	11	11			1	38	26		2		5	2	1	61,1
<i>Geophagus brasiliensis</i>	1	4	6						36	2					2		1		38,9
<i>Hollandichthys multifasciatus</i>	3							9					1			5		2	27,8
<i>Rhamdia quelen</i>	2	9	3				7												22,2
<i>Scleromystax barbatus</i>	4	35	1																16,7
<i>Corydoras ehrhardti</i>		3	1														2		16,7
<i>Synbranchus marmoratus</i>	2		1				1												16,7
<i>Mimagoniates microlepis</i>	21	27																	11,1
<i>Pseudotothyris obtusa</i>	1	10																	11,1
<i>Hypostomus commersoni</i>									7								1		11,1
<i>Astyanax laticeps</i>										4							1		11,1
<i>Callichthys callichthys</i>		1																1	11,1
<i>Xiphophorus helleri</i>									35										5,6
<i>Phalloceros spiloura</i>																		24	5,6
<i>Hyphessobrycon boulengeri</i>			5																5,6
<i>Gymnotus pantherinus</i>							3												5,6
<i>Spintherobolus ankoseion</i>	3																		5,6
<i>Gymnotus sylvius</i>															1				5,6
<i>Hyphessobrycon griemi</i>	1																		5,6
<i>Oreochromis niloticus</i>			1																5,6
Abundância numérica	60	119	42	67	18	11	89	25	154	27	49	37	10	59	34	47	22	29	

De maneira geral, analisando a variação das médias e dos intervalos de confiança entre as áreas amostrais, a abundância acompanhou a riqueza nos diferentes ambientes amostrados. As nascentes do Rio Cachoeira obtiveram médias significativamente diferentes de riqueza quando comparadas com Atiradores e São Marcos, pois a média da primeira área foi mais alta, com 9,7 espécies e desvio-padrão (DP) = $\pm 0,6$. Já as demais áreas não evidenciaram diferenças em relação às médias do número de espécies. Na sequência, Itinga apresentou média de 5, com desvio-padrão de duas espécies.

Não foram observadas diferenças significativas entre as áreas amostrais em relação à abundância. Os maiores valores médios foram registrados para o Morro Boa Vista, com $89,3 \pm 64,5$ indivíduos. As nascentes do Rio Cachoeira apresentaram valores médios de $73,7 \pm 40,3$ indivíduos. As áreas do Morro do Iriú ($32 \pm 30,5$), Atiradores ($37,7 \pm 11$), São Marcos ($34,3 \pm 24,5$) e Itinga ($32,7 \pm 12,9$) apresentaram pouca variação dos valores de abundância ao redor das suas médias (figura 4).

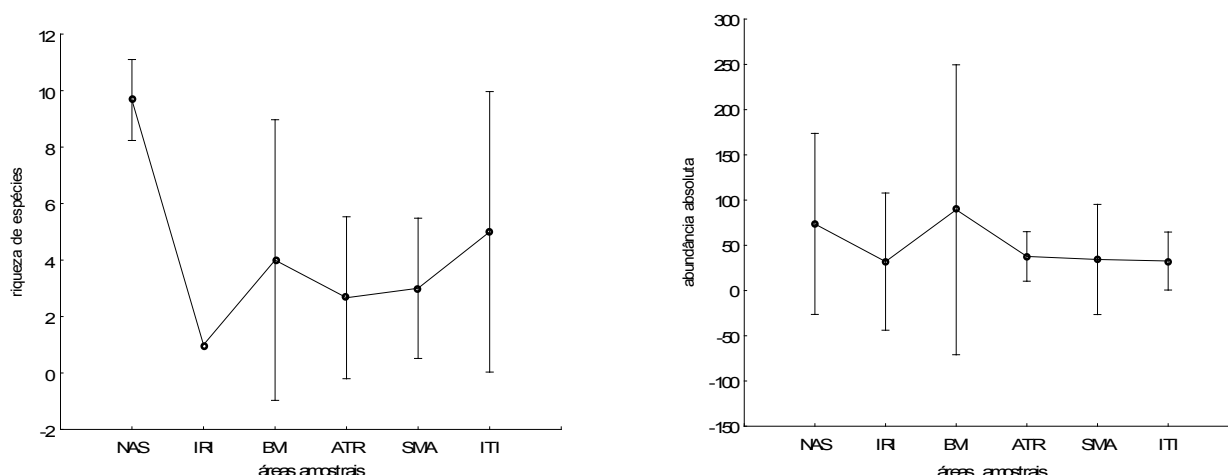


Figura 4 – Distribuição das médias e coeficientes de variação da riqueza de espécies e abundância absoluta de peixes nas áreas amostrais (NAS – Nascentes; IRI – Iririu; BVI –Boa Vista; ATR – Atiradores; SMA – São Marcos; ITI – Itinga).

As espécies mais representativas, em termos de abundância absoluta e relativa, foram *P. reticulata* (294; 32,7%), *P. megapolos* (199; 22,1%), *A. haraldsiolii* (116; 12,9%), *G. brasiliensis* (52; 5,8%), *M. microlepis* (48; 5,3%) e *S. barbatus* (48; 4,4%), que, juntas, somaram 83,3% de todas as espécies registradas no estudo (tabela 4).

Tabela 4 – Distribuição das abundâncias absoluta (A) e relativa (A%) das espécies de peixes capturadas nas áreas amostrais.

	Nascentes	Iririú	Boa Vista	Atiradores	São Marcos	Itinga	A	A%
<i>Poecilia reticulata</i>	38	67	80	31	70	8	294	32,7
<i>Phallocceros megapolos</i>	37		79	11	27	45	199	22,1
<i>Atlantirivulus haraldsiolii</i>	1	29	11	65	2	8	116	12,9
<i>Geophagus brasiliensis</i>	11		36	2	2	1	52	5,8
<i>Mimagoniates microlepis</i>	48						48	5,3
<i>Scleromystax barbatus</i>	40						40	4,4
<i>Xiphophorus helleri</i>			35				35	3,9
<i>Phallocceros spiloura</i>						24	24	2,7
<i>Rhamdia quelen</i>	14		7				21	2,3
<i>Hollandichthys multifasciatus</i>	3		9		1	7	20	2,2
<i>Pseudotothyris obtusa</i>	11						11	1,2
<i>Hypostomus commersoni</i>			7			1	8	0,9
<i>Corydoras ehrhardti</i>	4					2	6	0,7
<i>Astyanax laticeps</i>				4		1	5	0,6
<i>Hyphessobrycon boulengeri</i>	5						5	0,6
<i>Synbranchus marmoratus</i>	3		1				4	0,4
<i>Gymnotus pantherinus</i>			3				3	0,3
<i>Spintherobolus ankoseion</i>	3						3	0,3
<i>Callichthys callichthys</i>	1					1	2	0,2
<i>Gymnotus sylvius</i>					1		1	0,1
<i>Hyphessobrycon griemi</i>	1						1	0,1
<i>Oreochromis niloticus</i>	1						1	0,1
	221	96	268	113	103	98	899	

O índice de Shannon (de diversidade) evidenciou diferenças significativas ($F=11,59$; $P<0,05$) para o valor da área das Nascentes em relação às demais áreas amostrais. A média encontrada nessa área foi de 1,74. Para a área do Morro do Iririú, o índice não pôde ser considerado pela presença de apenas uma espécie entre as estações de coleta. As demais áreas não mostraram diferenças entre si e oscilaram em torno de 0,55 para a estação São Marcos e 0,98 em Itinga.

A dominância, avaliada pelo índice de Simpson, apresentou contraposição aos valores de Shannon. Foram observadas diferenças significativas entre a área das Nascentes e o restante das áreas.

A equitabilidade, medida pelo índice de Pielou e que revela a proporcionalidade da abundância em razão da riqueza de espécies, mostrou resultados que indicam haver diferenças significativas entre as áreas amostrais. Entretanto cabe ressaltar a área São Marcos, que registrou o menor valor, com 0,5 de média (figura 5).

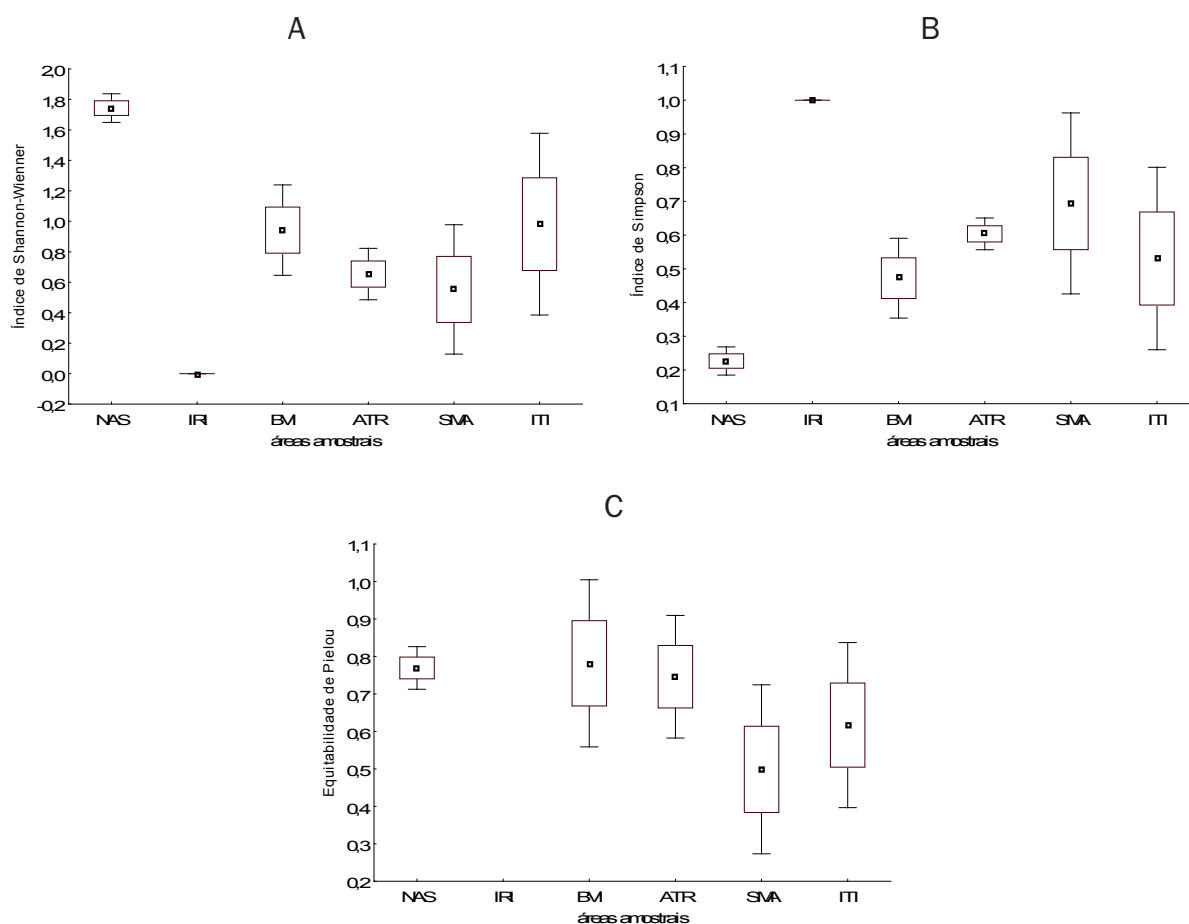


Figura 5 – Médias e desvios-padrão das estimativas dos índices de (A) diversidade de Shannon, (B) da dominância de Simpson e (C) da equitabilidade de Pielou nas áreas amostrais. (NAS – Nascentes; IRI – Iririú; BVI – Boa Vista; ATR – Atiradores; SMA – São Marcos; ITI – Itinga).

Os dois eixos da ACP (Análise de Componentes Principais) explicaram 68,8% da inércia total (tabela 5). As espécies que mais representaram a comunidade de peixes foram responsáveis pela dispersão das observações pelas seis áreas amostrais. Com 48,9% da variabilidade total, a área do São Marcos esteve correlata com as maiores abundâncias de *P. reticulata*. As áreas das nascentes do Rio Cachoeira e do Morro Boa Vista foram altamente correlatas e se moldaram em função da distribuição das espécies *P. megapolos* e com influência de *P. reticulata*. As áreas Atiradores e Itinga evidenciaram forte correlação com o eixo 2 (19,9% de variabilidade). Contribuíram para a formação dessas áreas as espécies *P. megapolos* e *A. haraldsiolii*. As espécies com menor representatividade formaram um grupo centralizado, com certa tendência à distribuição em função das áreas Nascentes e Boa Vista (figura 6).

Tabela 5 – Valores de variabilidade de cada eixo da Análise dos Componentes Principais.

	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Autovalor	2,936	1,195	0,981	0,533	0,276	0,080
Variabilidade (%)	48,93	19,92	16,34	8,87	4,60	1,33
% acumulada	48,93	68,85	85,20	94,08	98,67	100,00

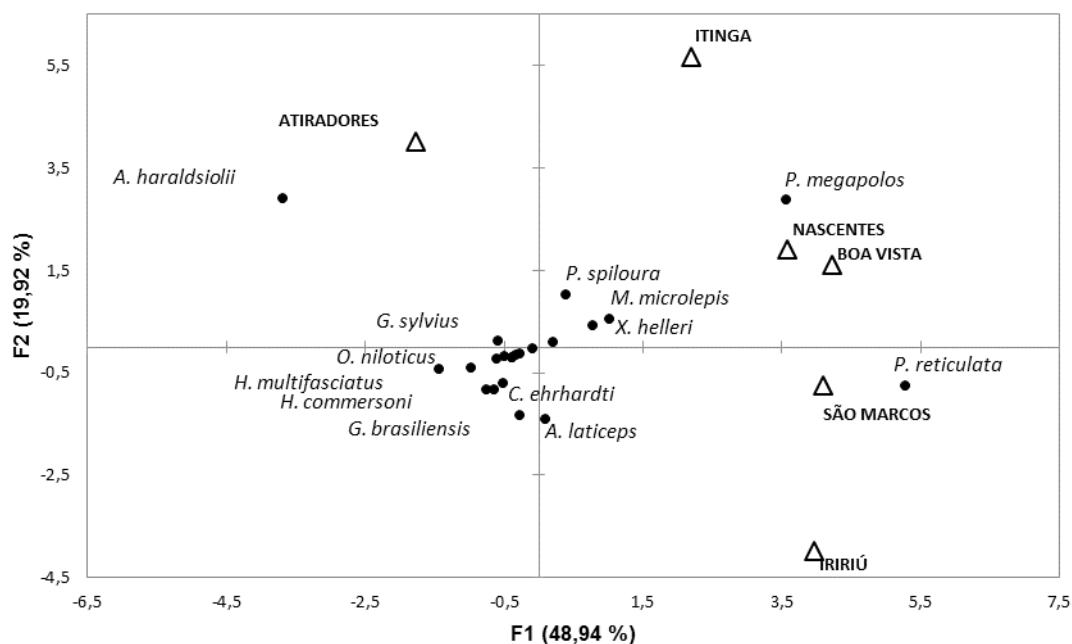


Figura 6 – Projeção plano fatorial da Análise dos Componentes Principais mostrando a distribuição das espécies de peixes e suas correlações com as áreas amostrais.

DISCUSSÃO

A ictiofauna da bacia do Rio Cachoeira pode ser caracterizada pela presença de espécies endêmicas da mata atlântica e pela similaridade com bacias hidrográficas litorâneas vizinhas (SILVA, 2013), corroborando a ocorrência pretérita de fenômenos de captura de cabeceiras dos rios da região e drenagens da serra do mar, como proposto por Ribeiro (2006) e Serra *et al.* (2007). Entretanto faltam informações detalhadas sobre a comunidade de peixes dessas bacias, além da incipiente falta de conhecimento sobre a própria bacia do Rio Cachoeira.

Os peixes encontrados na área das nascentes são de pequeno porte, têm pouco valor comercial, distribuição geográfica restrita e são bastante dependentes da vegetação ripária para proteção, alimentação e reprodução. Essa condição é característica desses ambientes e corroborada pela literatura (CASTRO, 1999). As espécies de pequeno porte representam aproximadamente 50% do total de espécies de peixes descritas para água doce na América do Sul e mais de 65% das espécies do Alto Rio Paraná (LANGEANI *et al.* 2007).

Assim como neste estudo, Casatti *et al.* (2001) encontraram, nos trechos de cabeceira de riachos, uma ictiofauna composta principalmente por caracídeos, loricariídeos, poecilídeos e heptaptérídeos.

Considerando as 18 estações de coleta, a riqueza de espécies variou de 2 a 9,7 (média de espécies). O fato de as áreas Iririú e Nascentes apresentarem a menor e a maior riqueza média em espécies, com valores congruentes de Shannon, provavelmente reflete as condições ambientais gerais onde estão inseridas. A área Iririú, apesar de conter áreas de vegetação nativa, mostra menor riqueza e diversidade, mas recebe influência direta de perturbações no seu entorno. Já a área das

nascentes recebe um aporte maior de água proveniente de vários córregos que contribuem para a formação de riachos com maior volume de água, o que provavelmente explica a ocorrência de espécies raras, de hábito bentônico e também pelágicas, assim como possivelmente boa parte de sua elevada riqueza em espécies. A adição de espécies, à medida que se aproxima da desembocadura de um curso de água – causada provavelmente pelo aumento no nível da água, propiciando a expansão de micro-habitats, na disponibilidade de alimento, de sítios de desova e de áreas de abrigo de predadores –, é fato já constatado em outros estudos realizados em riachos de primeira e segunda ordem (UIEDA & BARRETO, 1999; UIEDA & UIEDA, 2001).

Certas espécies, geralmente com hábitos crípticos durante o dia, são relatadas por moradores em outras localidades da bacia. *Hoplias malabaricus* não foi encontrada no presente estudo. Provavelmente a ausência de captura dessa espécie possa ser explicada pela capacidade de fugir do campo de ação da pesca elétrica.

A bacia do Rio Cachoeira está inserida na planície costeira onde é contabilizada a maior diversidade de peixes de água doce da região serrana da mata atlântica de Santa Catarina. As bacias vizinhas, como as dos rios Cubatão do Norte e Piraí, são delineadas pela vertente da Serra Dona Francisca. A bacia do Rio Cachoeira ocupa uma região relativamente plana, e a maior parte de seu curso situa-se a uma altitude entre 5 e 15 metros (MULLER, 2012). Entretanto as barreiras que separam essas bacias são frágeis e existem fatores facilitadores de transposição, principalmente onde as altitudes são inferiores a 5 m. A alta diversidade, em contraste com os altos vales fluviais, corrobora a teoria do rio contínuo, onde é esperada maior diversidade nas zonas baixas do rio, em virtude, principalmente, da maior complexidade de habitats (VANNOTE *et al.*, 1980; PIANKA, 2000). Todavia esse esperado incremento de diversidade na calha principal do Rio Cachoeira não é observado, por causa dos fatores impactantes mencionados nos trechos central e próximos à foz.

Os resultados mostraram que na área das Nascentes, Itinga e Boa Vista existem remanescentes florestais em bom estado de preservação que apresentaram maior diversidade de espécies e promovem uma maior heterogeneidade de habitats disponíveis. Nas áreas São Marcos e Itinga ocorreu a supressão da mata ciliar em alguns trechos e, mesmo assim, as análises revelam boas condições, o que demonstra a capacidade do ambiente em resistir e manter certo grau de conservação mesmo em áreas impactadas. As áreas Atiradores e São Marcos funcionam como divisores de águas, separando os contribuintes dos rios da bacia dos rios Cachoeira e Piraí. Todas essas áreas podem ser apontadas como de máxima importância para a conservação da biodiversidade de água doce no município de Joinville.

A diversidade de espécies está relacionada ao aumento da complexidade estrutural do habitat e à disponibilidade de recursos alimentares (GRENOUILLET *et al.*, 2002; GOMIERO & BRAGA, 2006). A variação da morfologia das macrófitas (GROWNS *et al.*, 2003) pode ter sido um fator importante na composição diferenciada da ictiofauna, já que suas partes submersas oferecem um habitat complexo, onde estão presentes muitas espécies de peixes e pequenos invertebrados, como é o caso de alguns peixes ciclídeos, que se associam à vegetação da coluna d'água para capturar suas presas por meio de emboscadas (CASATTI *et al.*, 2001). A maioria dos peixes loricarídeos é geralmente encontrada em trechos de corredeiras com substrato composto por rochas e cascalhos, pois são em geral bentônicos e possuem morfologia apropriada para alimentação nesse tipo de ambiente, raspando algas aderidas ao substrato (CASATTI *et al.*, 2001). Os peixes caracídeos possuem preferência por ambientes semilóticos, aproveitando a correnteza para capturar alimento na coluna d'água (CASATTI *et al.*, 2001). Dessa forma, bancos de vegetação podem ser utilizados pelos peixes como refúgio contra predadores e/ou como local de forrageamento (JUNK, 1973). A destruição da mata ciliar expõe a água dos rios à luz solar e aumenta a temperatura ao mesmo tempo que a oferta de alimentos para a fauna aquática (OYAKAWA *et al.*, 2006). Outro aspecto importante sobre a cobertura vegetal marginal diz respeito à fragilidade e susceptibilidade dos peixes à predação ocasionada pela diminuição do sombreamento das árvores e ampliação do campo visual dos predadores.

Embora a área do Morro do Iririú demonstre baixa diversidade e alta dominância, foram ali encontradas três espécies ameaçadas de extinção baseando-se na lista das espécies da fauna ameaçada de extinção de Santa Catarina (FATMA, 2010): *A. haraldsiolii*, considerada vulnerável (VU), *H. multifasciatus*, em perigo (EN), e *S. ankoseion*, criticamente em perigo (CR).

A presença de *A. haraldsiolii*, espécie descrita como endêmica, ressalta a importância de proteger essa região.

Ainda que as nascentes do Rio Cachoeira apresentem bons resultados de diversidade, a redução na ocorrência das espécies nativas é influenciada pela predominância de *P. reticulata*, *X. helleri* e de *Oreochromis niloticus*, espécies exóticas que promovem a competição pelo uso do habitat e recursos alimentares. A espécie *O. niloticus*, conhecida popularmente como tilápia-do-nilo, é muito comum na piscicultura catarinense e vem se tornando cada vez mais frequente em rios do estado, pela facilidade de escape dos reservatórios artificiais para os rios, seja pelo esvaziamento de tanques para manejo, transbordamento durante cheias não previstas e, principalmente, tanques mal planejados, mal construídos e/ou completamente ilegais. *P. reticulata* ocorre em 61% das estações, ocupando ambientes perturbados e disputando nichos com espécies nativas, pois possui grande flexibilidade de hábitos alimentares e alta capacidade de reprodução (WOOTON, 1990). Segundo Thompson & Townsend (2006) e Vitule *et al.* (2006), a introdução de espécies exóticas em ambientes naturais representa o mais grave fator de degradação faunística.

A frequente ocorrência das espécies *P. reticulata*, *P. megapolos*, *A. haraldsiolii*, *G. brasiliensis*, *M. microlepis* e *S. barbatus* pode estar relacionada a vários fatores como a quantidade de recursos alimentares e a disponibilidade de micro-habitats, entre outros. Embora sejam espécies que têm seu papel na cadeia produtiva do ecossistema, é preocupante a disseminação de espécies não nativas e altamente competitivas.

Este estudo não teve a pretensão de afirmar que o número de espécies da BHRC foi representado na sua totalidade. Certamente serão necessários outros estudos complementares, avaliando outras localidades e aplicando diferentes métodos de amostragem, para que se possa ter uma visão melhor de sua distribuição e diversidade.

Embora este estudo tenha se restringido às áreas de maior interesse para a conservação, em vários locais da bacia do Rio Cachoeira a perda de qualidade ambiental indica a necessidade premente de se estabelecer áreas a preservar, principalmente no que se refere aos ambientes aquáticos.

Tal realidade não difere muito daquela das bacias vizinhas que estão localizadas dentro do município de Joinville, onde ambientes antropicamente alterados são constatados sobretudo pela canalização de trechos de rios e riachos (PREFEITURA DE JOINVILLE, 2011), supressão de mata ciliar e lançamento de esgotos industriais e urbanos (PINHEIRO, 2009). A perda de micro-habitats característicos de áreas vegetadas e a incidência solar direta representam fatores críticos à sobrevivência de determinadas espécies de peixes.

Em toda a sua extensão, a bacia do Rio Cachoeira apresenta os reflexos deletérios do forte impacto decorrente dessa proximidade com a região metropolitana, que, principalmente na calha principal do rio, deve ocasionar uma redução de espécies e abundância, com queda na diversidade faunística.

A bacia do Rio Cachoeira está totalmente inserida na área urbana de Joinville e vem sofrendo interferência e pressão do crescimento da cidade. Apesar do panorama perturbador, as cabeceiras dos rios que formam toda a bacia possuem áreas com vegetação ciliar em bom estado de conservação. Ressalta-se neste estudo a intenção de identificar as áreas que podem ser consideradas redutos da ictiofauna e que carecem de medidas efetivas de gestão para a manutenção da biodiversidade local e regional. A conservação dessas áreas é fundamental para a preservação das espécies de peixes que outrora eram encontradas em todo o curso do rio. Os resultados expostos podem servir para subsidiar medidas de conservação e manejo dessa importante região do estado de Santa Catarina, de modo a evitar a degradação de áreas preservadas e a conservação de espécies da ictiofauna.

REFERÊNCIAS

- Beninca, Jamile. Aspectos populacionais de *Mimagoniates lateralis* e *M. microlepis* (Ostariophysi, Characidae, Glandulocaudinae) nos redutos de ocorrência e distribuição da região norte costeira de Santa Catarina, Brasil [Monografia de Pós-Graduação]. Joinville: Universidade da Região de Joinville; 2010.
- Berkman, Hilary E. & Charles F. Rabeni. Effect of siltation on stream fish communities. *Environmental Biology of Fishes*. 1987; 18(4):285-294.
- Buckup, Paulo A.; Naércio A. Menezes & Mirian S. Ghazzi. Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil. Rio de Janeiro: Museu Nacional; 2007. p. 12-13.
- Casatti, Lilian. Fish assemblage structure in a first order stream, southeastern Brazil: longitudinal distribution, seasonality, and microhabitat diversity. *Biota Neotropica*. 2005; 5(1). Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br>.
- Casatti, Lilian; Francisco Langeani & Ricardo M. C. Castro. Peixes de riacho do Parque Estadual Morro do Diabo, bacia do Alto Rio Paraná. *Biota Neotropica*. 2001; 1(1). Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br>.
- Castro, Ricardo M. C. Evolução da ictiofauna de riachos sul-americanos: padrões gerais e possíveis processos causais. In: Caramaschi, Erica Maria Pellegrini; Rosana Mazzoni; Carlos Roberto S. Fontenelle Bizerril & Pedro Rodrigues Peres-Neto (eds.). *Ecologia de peixes de riachos: estado atual e perspectivas*. Oecologia Brasiliensis. 1999; 6:139-155.
- Dolédec, Sylvain & Daniel Chessel. Co-inertia analysis: an alternative method for studying species-environment relationships. *Freshwater Biology*. 1994; 31:277-294.
- Fatma – Fundação de Meio Ambiente. Lista das espécies da fauna ameaçada de extinção em Santa Catarina: relatório técnico final. Santa Catarina; 2010.
- Fernandes, Cox C. Lateral migration of fishes in Amazon floodplains. *Ecology of Freshwater Fish*. 1997; 6:36-44.
- Ferreira, Alethéa P. & Johnatas Adelir-Alves. Ictiofauna nativa do Rio Cachoeira: a ocupação de áreas protegidas e risco à sobrevivência das espécies. *Enciclopédia Biosfera*. 2005; 1:1-9.
- Galves, Wanner; Fernando C. Jerep & Oscar A. Shibatta. Estudo da condição ambiental pelo levantamento da fauna de três riachos na região do Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), Londrina, PR, Brasil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*. 2007; 2(1):55-66.
- Girardello, Bruna. Peixes da região mediana do Rio Cubatão do Norte: caracterização e estrutura populacional de duas áreas amostrais [Trabalho de Conclusão de Curso]. Joinville: Universidade da Região de Joinville; 2008.
- Gomiero, Leandro M. & Francisco M. S. Braga. Ichthyofauna diversity in a protected area in the state of São Paulo, southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*. 2006; 66(1A):75-83.
- Grenouillet, Gael; Didier Pont & Knut L. Seip. Abundance and species richness as a function of food resources and vegetation structure: juvenile fish assemblages in rivers. *Ecography*. 2002; 25:641-650.
- Growns, Ivor; Peter C. Gehrke; Karen L. Astles & David A. Pollard. A comparison of fish assemblages associated with different riparian vegetation types in the Hawkesbury-Nepean River system. *Fisheries Management and Ecology*. 2003; 10:209-220.
- Junk, Wolfgang J. Investigations on the ecology and production-biology of the “floating meadows” (*Paspalo-Echinochloetum*) on the middle Amazon part II: the Aquatic fauna in the root zone of floating vegetation. *Amazoniana*. 1973; 4:9-102.
- Karr, James R. Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries*. 1981; 6(1):21-27.
- Langeani, Francisco; Ricardo M. C. Castro; Osvaldo T. Oyakawa; Oscar A. Shibatta; Carla S. Pavanelli & Lilian Casatti. Diversidade da ictiofauna do Alto Rio Paraná: composição atual e perspectivas futuras. *Biota Neotropica*. 2007; 7(3). Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br>.
- Lee, Shen M. & Anne Chao. Estimating population size via sample coverage for closed capture-recapture models. *Biometrics*. 1994; 50:88-97.
- Ludwig, John A. & James F. Reynolds. *Statistical Ecology: a primer on methods and computing*. New York: John Wiley & Sons; 1988. 337 p.
- Magurran, Anne E. *Ecological diversity and its measurements*. New York: Chapman & Hall; 1991. 258 p.

- Melo, Cesar E.; Francisco A. Machado & Vangil P. Silva. Diversidade de peixes em um córrego de cerrado no Brasil central. *Brazilian Journal of Ecology*. 2003; 1(1):17-23.
- Muller, Cristiane R. Avaliação de suscetibilidade a inundações utilizando geotecnologias para a região da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira, SC [Dissertação de Mestrado]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2012.
- Oliveira, Leandro G.; Pitágoras C. Bispo & Nívia C. Sá. Ecologia de comunidades de insetos bentônicos (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera), em córregos do parque ecológico de Goiânia, Goiás. Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 1997; 14(1):867-876.
- Olivieri, Isabelle & Renaud Vitalis. La biologie des extinctions. *Médecine/Sciences*. 2001; 17(1):63-69.
- Oyakawa, Osvaldo T.; Alberto Akama; Kelly C. Mautari & José C. Nolasco. Peixes de riachos da mata atlântica nas unidades de conservação do vale do Rio Ribeira do Iguape no estado de São Paulo. São Paulo: Neotrópica; 2006. 201 p.
- Pianka, Eric R. *Evolutionary ecology*. 6. ed. San Francisco: Benjamin-Cummings / Addison-Wesley-Longman; 2000. 569 p.
- Pinheiro, Pedro C. Plano de manejo da Área de Proteção Ambiental Serra Dona Francisca – relatório do levantamento da fauna – ictiofauna. Joinville: Secretaria de Meio Ambiente; 2009. 861 p.
- Prefeitura de Joinville. Plano Diretor de drenagem urbana da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira. Joinville, 2011.
- Ribeiro, Alexandre C. Tectonic history and the biogeography of the freshwater fishes from the coastal drainages of eastern Brazil: an example of faunal evolution associated with a divergent continental margin. *Neotropical Ichthyology*. 2006; 4(2):225-246.
- Rossi, Liliana; Elly Cordiviola & Maria J. Parma. In: Iriondo, Martin H.; Juan Cesar Paggi & Maria J. Parma (Eds.). *The middle Paraná river: limnology of a subtropical wetland*. Berlin: Springer; 2007. 394 p.
- Rossini, Guilherme D. Associação entre comunidades de peixes e fatores abióticos nas bacias hidrográficas dos rios Cubatão do Norte e Itapocu, baixada norte de Santa Catarina [Monografia de Pós-Graduação]. Joinville: Universidade da Região de Joinville; 2010.
- Serra, Jane P; Fernando R. Carvalho & Francisco Langeani. Ichthyofauna of the rio Itatinga in the Parque das Neblinas, Bertioga, São Paulo: composition and biogeography. *Biota Neotropica*. 2007; 7(1). Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org>.
- Silva, Aline N. Influência da integridade do habitat físico sobre a composição e abundância da ictiofauna dos rios Braço, Canhanduba e Itapocu (SC) [Trabalho de Conclusão de Curso]. Itajaí: Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar – Cttmar – Univali; 2013.
- Thompson, Ross M. & Colin R. Townsend. A truce with neutral theory: local deterministic factors, species traits and dispersal limitation together determine patterns of diversity in stream invertebrates. *Journal of Animal Ecology*. 2006; 75:476-484.
- Uieda, Virgínia S. & Marluce G. Barreto. Composição da ictiofauna de quatro trechos de diferentes ordens do Rio Capivara, bacia do Tietê, Botucatu, São Paulo. *Revista Brasileira de Zoociências*. 1999; 1(1):55-67.
- Uieda, Virgínia S. & Wilson Uieda. Species composition and spatial distribution of a stream fish assemblage in the east coast of Brazil: comparison of two field study methodologies. *Brazilian Journal of Biology*. 2001; 61(3):377-388.
- Vannote, Robin L.; Wayne G. Minshall; Kenneth W. Cummins; James R. Sedell & Colbert E. Cushing. The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 1980; 37:130-137.
- Vitule, Jean R. S.; Simone C. Umbria & José M. R. Aranha. Introduction of the African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) into Southern Brazil. *Biological Invasions*. 2006; 8:677-681.
- Welcomme, Robin L. River fisheries. *FAO Fisheries Technical Paper*. 1985; 262:1-330.
- Wotton, Robert J. *Ecology of teleost fishes*. London: Chapman and Hall; 1990. 404 p.