

**ICTIOFAUNA DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DE CONDOMÍNIO INDUSTRIAL
LOCALIZADO EM FRAGMENTO DE MATA ATLÂNTICA, NO LITORAL NORTE
DE SANTA CATARINA, BRASIL**
**FISH FAUNA FROM THE INFLUENCE AREA OF INDUSTRIAL CONDOMINIUM
LOCATED IN ATLANTIC FOREST FRAGMENT, NORTH COAST OF SANTA
CATARINA, BRAZIL**

Douglas Ticiani¹
Rainer Keppeler Jr.²
Osvaldo Onghero Jr.³
Edney Rodrigues Farias⁴
José Alberto Schweitzer⁵
Marcell André Gossen⁶

Resumo

O uso de peixes como bioindicadores possui grande importância no diagnóstico da integridade biótica de ecossistemas naturais. Os objetivos desse trabalho foram contribuir com o conhecimento da fauna de peixes de um fragmento de Mata Atlântica e avaliar a influência da operação de atividade antrópica sobre os padrões de composição e distribuição da ictiofauna. O estudo foi conduzido na área de influência de uma siderúrgica, em Santa Catarina. As amostragens ocorreram bimestralmente em quatro pontos, entre setembro de 2017 e outubro de 2018. A análise de dados incluiu a caracterização da ictiofauna quanto a constância, origem e ameaça, além de análises de suficiência amostral, variação espaço-temporal e avaliação da influência das variáveis ambientais. Foram registrados 924 indivíduos, pertencentes a 15 espécies, dentre as quais destaca-se *Hollandichthys multifasciatus*, considerado “Em Perigo” (EN) a nível estadual. Nós observamos um padrão de estruturação longitudinal vinculado a melhora na qualidade de água, com a redução dos níveis de condutividade e aumento do oxigênio no sentido montante-jusante. Demonstramos a importância de remanescentes ciliares de Mata Atlântica, que atuam na melhoria da qualidade de água e influenciam na estruturação da ictiofauna. Ademais, constatamos que as atividades do condomínio industrial avaliado não afetam diretamente a comunidade de peixes.

Palavras-chave: Fauna de peixes, Bioindicadores, ArcelorMittal, Siderúrgica

¹Msc. em Conservação e Manejo de Recursos Naturais. ENGERA - Engenharia e Gerenciamento de Recursos Ambientais Ltda. Av. Desembargador Vitor Lima, 260, sala 703, Trindade, Florianópolis, SC, Brasil. 88040-400. E-mail: ticiani.douglas@gmail.com *Autor Correspondente;

²Biólogo. ENGERA - Engenharia e Gerenciamento de Recursos Ambientais Ltda. Av. Desembargador Vitor Lima, 260, sala 703, Trindade, Florianópolis, SC, Brasil. 88040-400. E-mail: rainerkeppeler@unochapeco.edu.br;

³Especialista em Gestão Ambiental. ENGERA - Engenharia e Gerenciamento de Recursos Ambientais Ltda. Av. Desembargador Vitor Lima, 260, sala 703, Trindade, Florianópolis, SC, Brasil. 88040-400. E-mail: desenvolvgestaoambiental@gmail.com;

⁴Msc. Engenharia Civil. ENGERA - Engenharia e Gerenciamento de Recursos Ambientais Ltda. Av. Desembargador Vitor Lima, 260, sala 703, Trindade, Florianópolis, SC, Brasil. 88040-400. E-mail: edney@engera.com.br;

⁵Especialista em Meio Ambiente. ArcelorMittal – VEGA. BR 280, Km 11, Morro Grande, São Francisco do Sul, SC, Brasil. 89240-000. E-mail: jose.alberto@arcelormittal.com.br;

⁶Msc. Engenharia Ambiental. ArcelorMittal – VEGA. BR 280, Km 11, Morro Grande, São Francisco do Sul, SC, Brasil. 89240-000. E-mail: marcell.gossen@arcelormittal.com.br

DOI: <http://dx.doi.org/10.24021/raac.v19i1.5500>

Vol. 19, N. 1 (2022)



Abstract

The use of fish as bioindicators are of great importance in diagnosing at the biotic integrity of natural ecosystems. The objectives of this work were to contribute to the knowledge of fish fauna of an Atlantic Forest fragment and to evaluate the influence of the operation of anthropic activity on the patterns of composition and distribution of the ichthyofauna. The study was conducted in steel mill influence area, in Santa Catarina state. Sampling took place bimonthly at four points, between September 2017 and October 2018. Data analysis included the characterization of the ichthyofauna regarding constancy, origin and threat, in addition to analyzes of sample sufficiency, spatiotemporal variation and evaluation of the influence of environmental variables. 924 individuals were registered, belonging to 15 species, among which *Hollandichthys multifasciatus* stands out, considered “Endangered” (EN) in state. We observe a longitudinal structuring pattern linked to improvement in water quality, with reduction of conductivity and increase oxygen levels in the upstream-downstream direction. We demonstrate the importance of riparian remnants of the Atlantic Forest, that act to improve water quality, thus influencing the structuring of the ichthyofauna. We also found that the activities of the industrial condominium assessed do not directly affect the fish community.

Keywords: Fish fauna, Bioindicators, ArcelorMittal, Steel mill

1. INTRODUÇÃO

A região neotropical concentra a mais elevada biodiversidade de peixes do planeta, com mais de 5100 espécies válidas e estimativas indicando riqueza total superior a 8000 táxons (REIS et al., 2016). Aproximadamente, 10% dessa riqueza está inserida em riachos da Mata Atlântica (ABILHOA et al., 2011), bioma caracterizado pelo elevado número de espécies e grau de endemismo, cuja real diversidade de peixes ainda é desconhecida (MIRANDA, 2012). De modo geral, os riachos são reconhecidos pela grande variedade de mesohabitat, que abrangem desde corredeiras rochosas até poças e remansos com fundo arenoso, e que variam ainda em função dos componentes da vegetação ciliar (ESTEVES e ARANHA, 1999). Tais características contribuem com o alto grau de endemismo da fauna de peixes, especialmente para que as regiões costeiras do Brasil, que são biogeograficamente isoladas umas das outras (RIBEIRO, 2006).

Essa elevada biodiversidade, que suporta inúmeros serviços e funções ecossistêmicas (VITULE et al., 2017), está seriamente ameaçada pela degradação contínua do bioma, principalmente causada por perturbações antrópicas e a perda de vegetação ripária (MYERS et al., 2000; MENEZES et al., 2007). Adicionalmente, o fomento de políticas públicas inconsistentes potencializa as ameaças a ictiofauna (PELICICE et al., 2017). Nesse sentido, o lançamento de efluentes industriais e siderúrgicos na água podem promover alterações físico-químicas e, consequentemente, influenciar a composição da fauna de peixes, como a diminuição da diversidade de espécies e o favorecimento de organismos tolerantes (ARAÚJO et al., 2001, VIEIRA, 2010).

A intensidade em que as interferências antrópicas afetam sistemas naturais é proporcional ao grau de diversidade do ambiente, às suas características originais e à vulnerabilidade das espécies envolvidas (DIAS et al., 2016). Em ambientes aquáticos, esse estresse é refletido de diversas maneiras e em vários níveis, desde organismos até populações e comunidades (TUNDISI e TUNDISI, 2008). Assim, o uso de peixes como indicadores biológicos da qualidade ambiental tem ganhado respaldo nas últimas décadas (AZEVEDO et al., 2010; RUARO e GUBIANI, 2013; TICIANI et al., 2018). Esses organismos são, em alguns aspectos, capazes de indicar a integridade biótica, dada sua sensibilidade fisiológica em situações críticas e às respostas específicas às

DOI: <http://dx.doi.org/10.24021/raac.v19i1.5500>

Vol. 19, N. 1 (2022)



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

modificações no habitat (KARR, 1981; FLORES-LOPES & MALABARBA, 2007; CARVALHO et al., 2015).

Apesar disso, a avaliação e compreensão das influências negativas das ações humanas sobre a ictiofauna esbarram na falta de conhecimento da ecologia, distribuição e sistemática do grupo. Por isso, destaca-se a importância do desenvolvimento de pesquisas direcionadas ao diagnóstico da biodiversidade de peixes no Brasil (e.g. ABRAHÃO et al., 2015; BARBOSA et al., 2017; FROEHLICH et al., 2017). Nesse sentido, esse trabalho visa: a) contribuir com o conhecimento da fauna de peixes de um fragmento de Mata Atlântica e; b) avaliar a influência das condições locais sobre os padrões de composição e distribuição da ictiofauna. Com base no pressuposto de que a ocorrência dos peixes é influenciada por ações humanas da bacia de acumulação, nós esperamos que o local de amostragem a jusante da área de influência da siderúrgica avaliada apresente baixos índices de diversidade e elevada dominância.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

As amostragens foram realizadas na área de influência do condomínio industrial ArcelorMittal Vega, localizado na ilha de São Francisco do Sul, litoral Norte do Estado de Santa Catarina, em 26°17'S e 48°37'O (Figura 1). A área está localizada no interior da Baía da Babitonga, uma das principais formações estuarinas do Sul do Brasil (PINHEIRO e CREMER, 2003). Devido a atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul, a porção Norte de SC é a que apresenta os maiores índices pluviométricos e de temperatura do estado, bem como a menor incidência luminosa (MONTEIRO, 2001).

A unidade ArcelorMittal Vega foi inaugurada em 27 de abril de 2004 e gera cerca de 1.100 empregos diretos, com capacidade de produção de 1,6 milhão de toneladas de aço por ano. No que tange as ações de cunho ambiental, destaca-se o tratamento de 100% dos efluentes da empresa, que posteriormente são descartados no mar pelo emissário (ARCELORMITTAL, 2018). Entre os componentes bióticos da área de influência do condomínio, destaca-se o rio Morro da Palha, pequeno afluente da Baía de Babitonga e que flui no sentido sul-norte, paralelamente à extremidade oeste da siderúrgica. Esse riacho possui 7,67 km de extensão total, sendo que o presente estudo abrange cerca de 13% do mesmo, com distância de ~1km entre as extremidades da rede amostral. Nesse trecho foram avaliados quatro pontos amostrais, com diferentes características de micro-habitat (Tabela 1; Figura 2). As coletas foram conduzidas a cada dois meses, entre setembro de 2017 e outubro de 2018, período em que foram realizadas sete incursões de campo.





Figura 1. Localização da rede amostral do levantamento da ictiofauna no condomínio industrial ArcelorMittal Vega, São Francisco do Sul, estado de Santa Catarina, Brasil.

2.2 Procedimentos de Captura e Identificação

As metodologias de captura foram padronizadas entre os locais. Em cada ponto, as capturas foram realizadas com auxílio de redes de emalhe 12 e 15 mm, medidos entre nós adjacentes, com 10 m de comprimento e 1,5 m de altura, sendo instaladas ao entardecer e retiradas na manhã seguinte. Complementarmente, puçá malha 5 mm (entre nós adjacentes) foi aplicado ativamente por 30 minutos em cada ponto, sob a vegetação marginal e no substrato, revolvendo troncos e pedras. As identificações foram baseadas em literatura relativa à ictiofauna regional (OYAKAWA et al., 2006; ABRAHÃO et al., 2015), bem como trabalhos de descrição e/ou revisão de algumas espécies (LUCINDA, 2008; THOMAZ et al., 2019; ARGOLO et al., 2020; COSTA et al., 2021). Após o processo de identificação, a classificação e nomenclatura seguiram Fricke et al. (2021) e Betancur-R et al. (2017) para Cichlidae. Os procedimentos de triagem e biometria (obtenção de peso e comprimento) foram realizados *in loco* e conduzidos de modo a garantir a sobrevivência do maior número de indivíduos possível. Os exemplares capturados foram acondicionados em recipientes com água do local de captura, individualizados por ponto e petrecho de pesca. Os peixes que sobreviveram foram devolvidos ao local de captura. Os exemplares que vieram a óbito e aqueles cuja identificação a campo não foi possível, foram fixados em formalina 10% para posterior doação a coleção científica. Os Vouchers foram depositados na coleção científica de vertebrados do Museu

Regional do Alto Uruguai (MuRAU), da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI Campus de Erechim.



Figura 2. Caracterização visual dos pontos amostrais de ictiofauna na área do condomínio industrial ArcelorMittal Vega, São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brasil. A – P1; B – P2; C – P3; D – P4.

Tabela 1. Descrição dos pontos amostrais de ictiofauna, na área de influência do condomínio industrial ArcelorMittal Vega, São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brasil.

Ponto	Coordenadas Geográficas	Descrição
P1 – Rio Morro da Palha (Fig. 2A)	26°17'30.82"S 48°38'10.94"O	Localiza-se a jusante da área de influência do condomínio. Possui vegetação marginal preservada, principalmente na margem esquerda. Apresenta baixa profundidade e substrato arenoso, com indícios de assoreamento.
P2 – Rio Morro da Palha (Fig. 2B)	26°17'45.86"S 48°38'12.87"O	Na região central do condomínio, onde há intensa circulação de veículos. Apresenta indícios de assoreamento. Substrato constituído por rochas e areia. A vegetação ciliar é parcialmente preservada, com presença de macrófitas.
P3 – Rio Morro da Palha (Fig. 2C)	26°17'57.09"S 48°38'14.42"O	Localizado no rio Morro da Palha, antes da confluência com canal de drenagem, a montante do condomínio. Ambiente lântico com intensa cobertura de plantas aquáticas. Praticamente sem cobertura ciliar em ambas as margens. Substrato lodoso, com frequente floração de algas.
P4 – Canal de Drenagem (Fig. 2D)	26°18'00.90"S 48°38'18.04"O	Área alagadiça a montante do condomínio, com fluxo semi-lântico e substrato arenoso. As margens são predominantemente recobertas por plantas aquáticas, com ausência de vegetação ciliar. Apresenta baixa largura e profundidade. Ambiente susceptível a influência de atividades industriais e áreas residenciais a montante.

2.3 Variáveis Ambientais

Com objetivo de identificar e quantificar variáveis ambientais capazes de elucidar padrões de estruturação da fauna de peixes, concomitantemente a instalação e retirada das redes de pesca, procedeu-se a aferição das seguintes variáveis ambientais em cada ponto amostral: transparência (m), profundidade (m), largura (m), temperatura do ar e da água (°C), pH, condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$) e oxigênio dissolvido (mg/L). As leituras se deram *in loco* com auxílio de sonda multiparâmetro AK88, disco de Secchi e corda milimetrada.

2.4 Análise de Dados

A análise da composição da ictiofauna incluiu a elaboração da lista de espécies com a respectiva riqueza e abundância espacial e temporal, bem como a caracterização da fauna quanto à presença de espécies não-nativas, endêmicas de riachos da Mata Atlântica (FRICKE et al., 2021), ameaçadas de extinção e aquelas protegidas por legislação vigente (CONSEMA, 2011; MMA, 2014; IUCN, 2021). Para cada espécie foram atribuídos valores de constância, considerando a proporção entre a quantidade de amostragens em que cada táxon foi registrado e o número total de campanhas realizadas (DAJOZ, 1978). Cada espécie foi classificada em: constante, $C > 50\%$; acessória, $25\% \leq C \leq 50\%$; e acidental, $C < 25\%$. Para demonstrar o quanto o estudo se aproximou de capturar todas



as espécies do local, foi calculada a suficiência amostral por meio de curva de rarefação de espécies (HAMMER et al., 2001). Complementarmente, realizou-se a estimativa de riqueza para a área de estudo, por meio da análise de rarefação do estimador Jackknife de 2ª ordem (COLWELL e CODDINGTON, 1994).

Considerando a normalidade na distribuição dos dados de riqueza e abundância, variações temporais dos pontos amostrais foram avaliadas através da Análise de Variância (ANOVA one-way), com vistas a verificar se ocorreram oscilações na comunidade ao longo do tempo. Ademais, com vistas a identificar os padrões de distribuição espacial da itciofauna, para cada ponto foram calculados ainda o índice de diversidade de Shannon (H'), a equitabilidade de Pielou (J), e o grau de dominância (D). O índice de diversidade representa o número e a uniformidade com que as espécies estiveram distribuídas no ambiente; a equitabilidade indica se os indivíduos têm ou não a mesma abundância na assembleia; e a dominância demonstra a probabilidade de indivíduos tomados ao acaso pertencerem a uma mesma espécie (MAGURRAN, 1988; PINTO-COELHO, 2000). Tais descritores foram calculados com base na abundância total de cada ponto. Além disso, com o objetivo de verificar variações espaciais nos índices, estes foram calculados para cada amostragem (réplicas) e comparados individualmente através de ANOVA one-way. O cálculo de suficiência amostral e descritores ecológicos e as análises de variância foram executadas no software Past 2.17c (HAMMER et al., 2001), sendo que intervalo de confiança para todas as análises foi $p < 0.05$.

Para sumarizar a influência das variáveis ambientais na ocorrência espacial da ictiofauna, foi utilizada a Análise de Correspondência Canônica (CCA) (LEGENDRE e LEGENDRE, 1998). Para isso, foram utilizadas duas matrizes de dados, sendo uma de abundância das espécies (variável resposta) e a outra das variáveis ambientais que refletem as condições locais. O teste de permutação de Monte Carlo (999 permutações) foi utilizado para verificar a significância do modelo e de seus componentes. As variáveis ambientais com coeficiente estrutural acima de 0.40 foram consideradas biologicamente importantes (HAIR et al., 1984). O software Statistica® 7.0 foi utilizado para a confecção desta análise (STATSOFT, 2007).

3. RESULTADOS

3.1 Composição de Espécies

Durante o período de estudo foram registrados 924 indivíduos, pertencentes a 15 espécies, 10 famílias e quatro ordens (Tabela 2; Figura 3). A curva de suficiência amostral demonstrou tendência a estabilização, indicando que a riqueza total esteve próxima de ser obtida (Figura 4). No mesmo sentido, o estimador de riqueza Jackknife projetou uma riqueza total de 16,3 espécies para a área de estudo.

A composição da ictiofauna foi dominada por espécies de pequeno porte, com tamanho médio de 3,1 cm. Entre essas, *Phalloceros spiloura* foi a espécie mais abundante no estudo, representando 70,4% dos indivíduos capturados. Ademais *P. spiloura* e *Geophagus iporangensis* foram as únicas espécies registradas em todos os locais e campanhas amostrais. Ao todo, 60,0% dos táxons foram constantes (ocorrendo em ao menos quatro das sete campanhas realizadas), 22,7% foram acessórios e 13,3% foram acidentais ao longo do estudo. As espécies *Rhamdia aff. quelen* e *Phalloceros buckupi* foram aquelas consideradas acidentais, capturados em apenas uma coleta. *Hollandichthys multifasciatus* foi a única espécie registrada com algum grau de ameaça, considerado “Em Perigo de Extinção” (EN) no estado de Santa Catarina (CONSEMA, 2011). Ademais, 53,3% das espécies são endêmicas de riachos da Mata Atlântica, sendo *Hollandichthys multifasciatus*,



Hyphessobrycon reticulatus, *Mimagoniates microlepis*, *Characidium lanei*, *Phalloceros buckupi*, *Atlantirivulus haraldsiolii*, *Scleromystax barbatus* e *Pseudotothyris obtusa* (OYAKAWA et al., 2006; FRICKE et al., 2021). Não foram registradas espécies consideradas exóticas.

3.2 Variação Temporal e Espacial

Não foram registradas variações temporais significativas na riqueza ($p = 0,894$) e abundância ($p = 0,724$) de peixes entre os pontos amostrais ao longo do período de estudo. Do ponto de vista espacial, o P1 apresentou a maior riqueza total ao longo do período ($s = 11$), além do maior número de espécies exclusivas, sendo que *Mimagoniates microlepis*, *Characidium lanei*, *Rhamdia aff. quelen* e *Scleromystax barbatus* foram capturadas somente nesse local. Além da riqueza, o P1 se destaca com os maiores valores de diversidade ($H = 0,734$) e equitabilidade ($J = 1,760$) (Figura 5). Em contrapartida, os valores de dominância foram inversamente proporcionais aos demais índices, com o maior valor ocorrendo no P3 ($D = 0,850$). Ademais, todos os descritores ecológicos apresentaram diferenças espaciais significativas, principalmente o P1 para com os demais e entre os pontos P2 e P3 (Tabela 3).

3.3 Influência das Variáveis Ambientais

Dentre as médias das variáveis aferidas, destacam-se os baixos níveis de oxigenação no P3, além das maiores concentrações de condutividade no P4 (Tabela 4). O modelo gerado pela CCA explicou 41,6%, sendo estatisticamente significativo para explicar a distribuição dos dados ($p = 0,045$). Com relação aos componentes da análise, apenas o Eixo 1 foi considerado significativo ($p = 0,008$), explicando 56,1% do modelo. Apesar disso, os valores do Eixo 2 (18,8%) ($p = 0,708$) foram utilizados para representar o modelo, auxiliando na interpretação visual dos resultados (Figura 6).

O primeiro eixo expressou gradiente positivo de profundidade, sem associações eminentes com pontos ou táxons. Já o gradiente negativo do Eixo 1 foi influenciado pelos valores de oxigênio dissolvido e saturação, associados principalmente ao P1 e a espécies com ocorrência predominante nesse ambiente (*Characidium lanei*, *Rhamdia aff. quelen*, *Scleromystax barbatus*, *Mimagoniates microlepis* e *Hyphessobrycon reticulatus*), a maioria capturada exclusivamente no local. O segundo eixo, por sua vez, demonstrou gradiente positivo associado aos elevados valores de condutividade no P4 e a abundância de *Pseudotothyris obtusa* nesse ponto. O gradiente negativo do Eixo 2 dois foi influenciado pela largura, principalmente nos ambientes P1 e P3.



Tabela 2. Lista das espécies de peixes e respectiva abundância espacial e temporal, bem como a constância de ocorrência temporal de cada espécie registrada nas sete amostragens realizadas na área de influência do condomínio industrial ArcelorMittal Vega, em São Francisco do Sul, estado de Santa Catarina, Brasil. End. = Espécie endêmica de riachos da Mata Atlântica; P1 a P4 = Pontos de coleta; C1 a C7 = Campanhas amostrais; Cn. = Constância; C = Constante; Ace = Acessória; Aci = Acidental. *Espécie ameaçada.

Táxons Vouchers MuRARU	End.	P1	P2	P3	P4	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	AT	Cn.
CHARACIFORMES														
Erythrinidae														
<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch 1794) ⁷²⁷		4	8	4	2	4	5	5	1	2	1		18	C
Characidae														
* <i>Hollandichthys multifasciatus</i> (Eigenmann & Norris 1990) ^{725; 730}	X	5	9		1	4	2		1	3	4	1	15	C
<i>Hyphessobrycon reticulatus</i> Ellis 1911 ⁷²³	X	13	2				1	7		2	5		15	C
<i>Mimagoniates microlepis</i> (Steindachner 1876) ⁷²⁰	X	45				6	10	2	4	7	2	14	45	C
Crenuchidae														
<i>Characidium lanei</i> Travassos 1967 ⁷²¹	X	3					1					2	3	Ace
<i>Characidium pterostictum</i> Gomes 1947 ⁷³³				4			3	1					4	Ace
CYPRINODONTIFORMES														
Poeciliidae														
<i>Phalloceros spiloura</i> Lucinda 2008 ^{722; 728; 732; 734}		98	210	210	133	93	56	135	95	78	117	77	651	C
<i>Phalloceros buckupi</i> Lucinda 2008 ⁷⁴⁰	X	1			2							3	3	Aci
Rivulidae														
CYPRINODONTIFORMES														
<i>Atlantirivulus haraldsiolii</i> (Berkenkamp 1984) ⁷³⁹	X			4						1	1	2	4	Ace
PERCIFORMES														
Cichlidae														
<i>Geophagus iporangensis</i> Haseman 1911 ^{718; 731; 735}		20	35	1	8	12	8	7	17	5	8	7	64	C
SILURIFORMES														
Callichthyidae														
<i>Callichthys callichthys</i> (Linnaeus 1758) ⁷¹⁷			1	4		2			1	1		1	5	C
<i>Scleromystax barbatus</i> (Quoy & Gaimard 1824) ⁷²⁴	X	19					4	3	3	1	5	3	19	C
Heptapteridae														
<i>Rhamdia aff. quelen</i> (Quoy & Gaimard 1824) ⁷²⁶		1					1						1	Aci
Loricariidae														
<i>Pseudotothyris obtusa</i> (Miranda Ribeiro 1911) ^{719; 729; 736}	X	32	14		29	17	20	3	6	14	10	5	75	C
Trichomycteridae														
<i>Cambeva</i> sp. ^{737; 738}				1	1		1				1		2	Ace
Abundância Total		241	279	228	176	138	112	163	128	114	154	115	924	



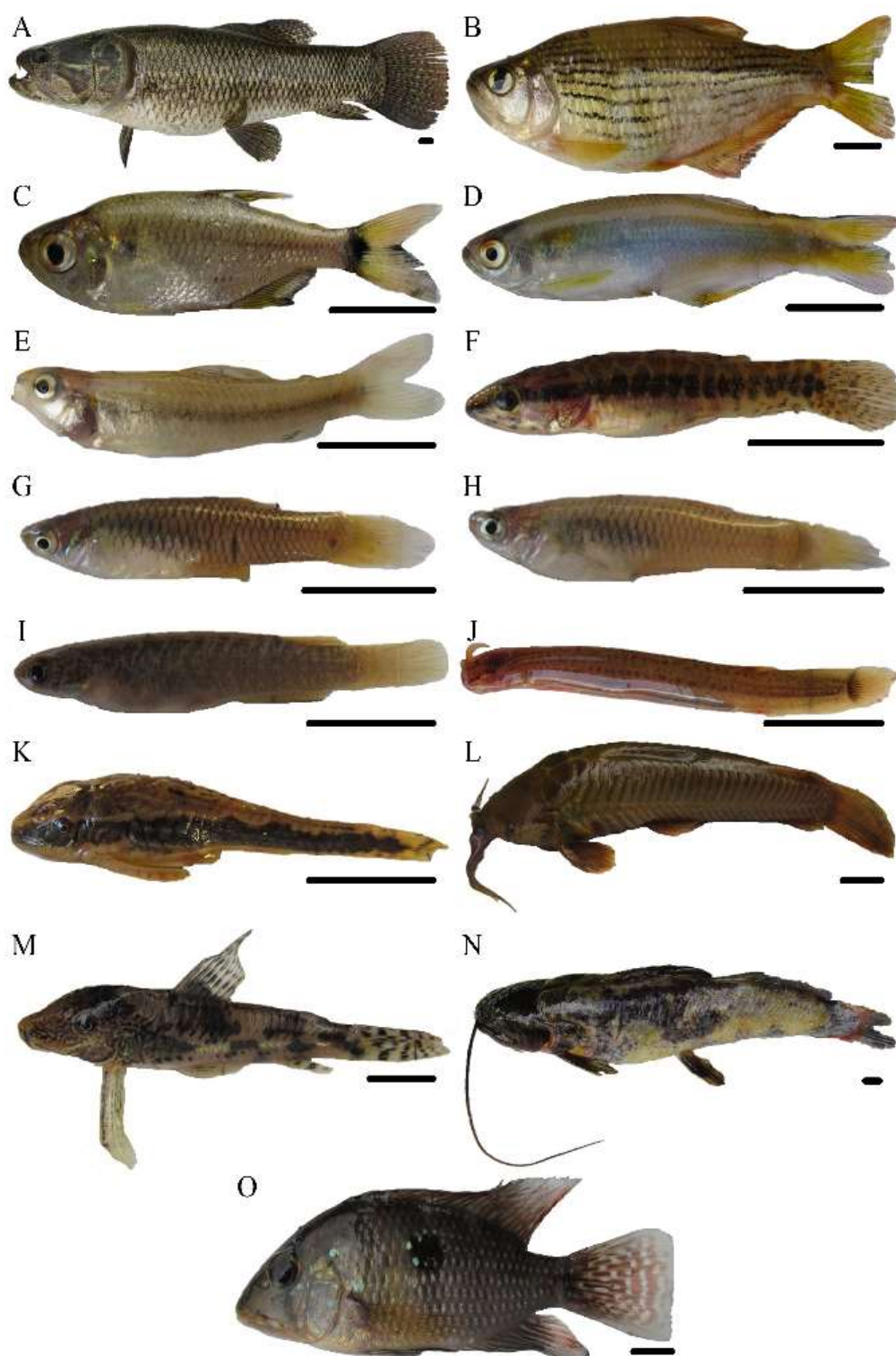


Figura 3. Ictiofauna da área de influência do condomínio industrial ArcelorMittal Vega. A – *Hoplias malabaricus*; B – *Hollandichthys multifasciatus*; C – *Hyphessobrycon reticulatus*; D – *Mimagoniates microlepis*; E – *Characidium lanei*; F – *Characidium pterostictum*; G – *Phalloceros spiloura*; H – *Phalloceros buckupi*; I – *Atlantirivulus haraldioli*; J – *Cambeva* sp.; K – *Pseudotothyris obtusa*; L – *Callichthys callichthys*; M – *Scleromystax barbatus*; N – *Rhamdia* aff. *quelen*; O – *Geophagus iporangensis*. Linhas de escala – 1cm.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24021/raac.v19i1.5500>

Vol. 19, N. 1 (2022)



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

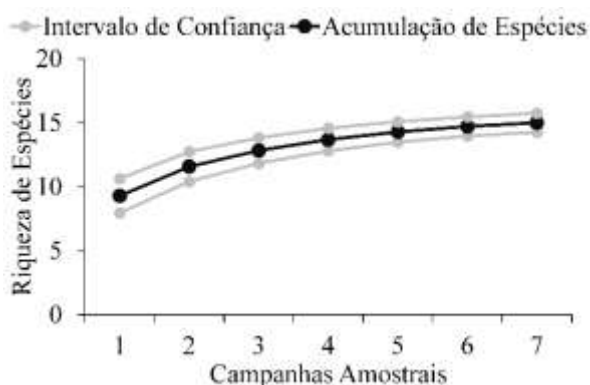


Figura 4. Curva de suficiência amostral de ictiofauna, após as sete amostragens realizadas na área do condomínio industrial ArcelorMittal Vega.

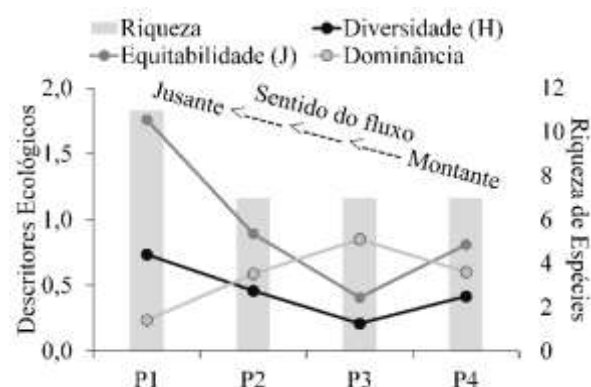


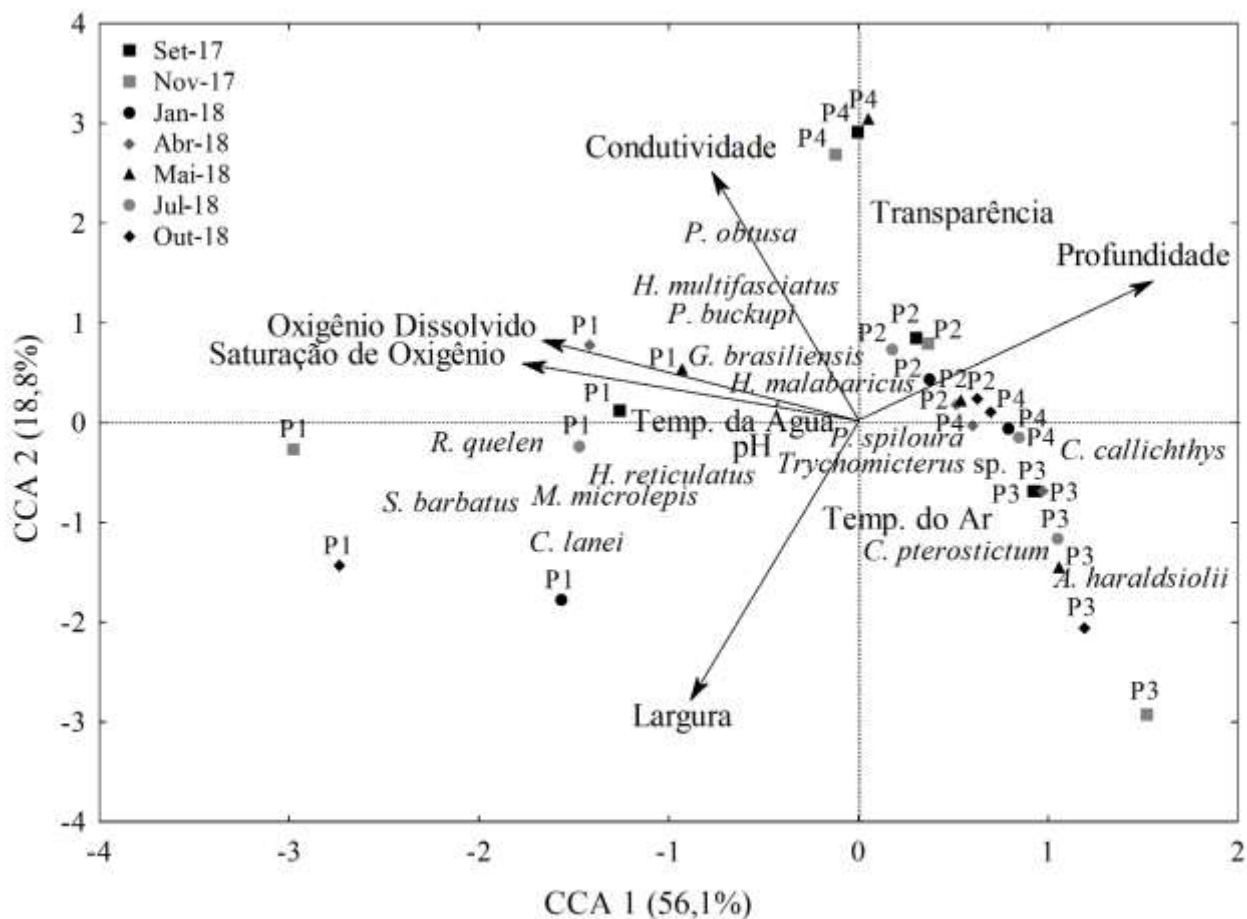
Figura 5. Espacialidade dos descritores ecológicos da ictiofauna na área do condomínio industrial ArcelorMittal Vega.

Tabela 3. Variação espacial dos descritores ecológicos da ictiofauna registrada na área de influência do condomínio industrial ArcelorMittal Vega. Valores em negrito indicam diferença significativa.

Descritores Ecológicos	Resultado Geral		Variação espacial (p)			
	F	p	P2	P3	P4	
<i>Riqueza de Espécies</i>	21,33	<0,001	P1	0,003	<0,001	<0,001
			P2		0,033	0,033
			P3			1,000
<i>Diversidade (H)</i>	29,52	<0,001	P1	<0,001	<0,001	<0,001
			P2		0,011	0,394
			P3			0,280
<i>Equitabilidade (J)</i>	8,791	<0,001	P1	0,043	<0,001	0,099
			P2		0,129	0,977
			P3			0,058
<i>Dominância (D)</i>	20,07	<0,001	P1	0,001	<0,001	<0,001
			P2		0,020	0,831
			P3			0,122

Tabela 4. Média e desvio padrão (\pm) das variáveis ambientais na área de influência do condomínio industrial ArcelorMittal Vega.

Variáveis Ambientais	Média e Desvio Padrão			
	P1	P2	P3	P4
Transparência (m)	0,18 \pm 0,17	0,29 \pm 0,09	0,30 \pm 0,14	0,29 \pm 0,20
Profundidade (m)	0,18 \pm 0,17	0,32 \pm 0,07	0,30 \pm 0,14	0,39 \pm 0,23
Largura (m)	2,20 \pm 0,14	1,45 \pm 0,15	2,17 \pm 0,28	0,55 \pm 0,07
Temperatura do Ar ($^{\circ}$ C)	21,24 \pm 3,48	20,54 \pm 3,18	21,86 \pm 2,63	21,72 \pm 3,55
Temperatura da Água ($^{\circ}$ C)	21,27 \pm 2,78	21,23 \pm 2,38	20,72 \pm 2,18	21,76 \pm 2,93
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	7,37 \pm 1,23	6,06 \pm 1,94	3,63 \pm 1,98	5,52 \pm 2,03
Saturação de Oxigênio (%)	82,62 \pm 10,57	67,70 \pm 18,19	39,71 \pm 23,32	62,07 \pm 20,40
Condutividade (μ S/cm ⁻¹)	102,19 \pm 7,22	111,14 \pm 13,36	64,10 \pm 3,64	129,79 \pm 6,54
pH	7,40 \pm 0,71	7,41 \pm 1,12	6,75 \pm 0,81	6,97 \pm 0,50

**Figura 6.** Análise de Correspondência Canônica (CCA) considerando a distribuição espacial ictiofauna em relação às variáveis abióticas, na área do condomínio industrial ArcelorMittal Vega.

4. DISCUSSÃO

Os riachos da região costeira do estado de Santa Catarina possuem 58 espécies de peixes documentadas (BERTACO, 2009; ABRAHÃO et al., 2015). Contudo, não foram registrados trabalhos abordando especificamente a ictiofauna de água doce da ilha de São Francisco do Sul, o que dificulta comparações. Desse modo, buscando dimensionar a elevada riqueza de espécies do presente estudo, proporcionalmente ao tamanho da área avaliada, destaca-se o trabalho de Bertaco (2009), que reuniu informações de seis bacias costeiras da ilha de Florianópolis, onde elencou 16 táxons. Nesse sentido, a presente descrição registrou riqueza similar (apenas uma espécie a menos) e compartilhou 10 dos 15 gêneros identificados pelo referido autor. Além da elevada diversidade, vale destacar a proporção de espécies endêmicas registradas no presente estudo, que pode estar sendo subdimensionada, uma vez que há probabilidade do exemplar do gênero *Cambeva*, ainda sem descrição, também ser endêmico de bacias costeiras da Mata Atlântica. As regiões costeiras do leste brasileiro têm grande importância biogeográfica devido à grande quantidade de diversidade de habitats, o que resulta na fauna de peixes altamente endêmica e muito diversificada (RIBEIRO, 2006; MIRANDA, 2012).

Possivelmente, o registro mais significativo do estudo, do ponto de vista regional, foi a ocorrência do lambari-listrado *Hollandichthys multifasciatus*, citado na lista catarinense de fauna ameaçada. A espécie é dependente de matas ciliares conservadas, de onde provêm cerca de 90% dos insetos que compõem sua alimentação (OYAKAWA et al., 2006), fato esse que enaltece a importância da conservação dos remanescentes florestais da Mata Atlântica.

De modo geral, o predomínio de espécies de pequeno porte é um padrão consolidado para ecossistemas de riachos, proporcional ao tamanho do ambiente (CASTRO, 1999). Esse cenário contribui para elucidar a elevada abundância de *Phalloceros spiloura* em todas as áreas amostrais, além de esclarecer a ocorrência acidental de *Rhamdia* aff. *quelen*. O pequeno tamanho corporal de espécies do gênero *Phalloceros* facilita seu deslocamento entre os trechos (CASATTI et al., 2012). Além disso, a dominância ecológica desse grupo está ligada à sua dieta generalista e a capacidade de habitar os mais variados ambientes, uma vez que adaptam-se facilmente a disponibilidade de recursos alimentares e toleram alterações ambientais extremas (OYAKAWA et al., 2006; CASATTI et al., 2012; LEITE e CARRARA, 2013).

Outro aspecto importante que pode estar contribuindo para a predominância de *Phalloceros spiloura*, além de facilitar a constância de táxons oportunistas como *Geophagus iporangensis* e *Pseudotothyris obtusa*, é a baixa abundância de espécies carnívoras piscívoras (*Hoplias malabaricus*), ou que possam incluir peixes em sua dieta (*Rhamdia* aff. *quelen*). Em locais onde ocorre a presença massiva de indivíduos piscívoros a estrutura populacional é controlada (PIANA et al., 2006) e espera-se que toda a comunidade seja influenciada (PELICICE et al., 2005).

Com relação as espécies acessórias, destaca-se a presença esporádica e pouco numerosa de *Characidium pterostictum* e *Cambeva* sp. Esse fato possivelmente está vinculado as características físicas dos locais de amostragem, uma vez que essas espécies costumam habitar ambientes com forte correnteza e de maior altitude (OYAKAWA et al., 2006). Já para *Characidium lanei*, típico de ambientes lenticos com fundo arenoso em planícies litorâneas (OYAKAWA et al., 2006), a baixa abundância pode ser atribuída a variações temporais na disponibilidade de recursos alimentares, uma vez que a espécie foi registrada somente em uma estação (primavera). A heterogeneidade temporal de ambientes naturais promove variações sazonais na oferta alimentar (DILL, 1983), influenciando na utilização dos recursos e, conseqüentemente, na ocorrência de organismos com maior especialização (KREBS, 1989). Outra espécie cuja incidência é influenciada por condições sazonais foi *Atlantirivulus haraldsiolii*, porém essa sob o aspecto reprodutivo. Esse táxon é considerado um



peixe anual, ou seja, todo o ciclo de vida ocorre dentro de um ciclo sazonal, com os ovos passando a maior parte do tempo enterrados na lama (OYAKAWA et al., 2006).

Em muitos casos, os padrões de estruturação longitudinal dos corpos hídricos indicam que o funcionamento do ecossistema varia de acordo com as características físico-químicas do rio e a disponibilidades de recursos (VANNOTE, 1980). Nesse sentido, além do aumento dos índices de diversidade no sentido montante-jusante, aparentemente há também um cenário de melhora longitudinal da qualidade da água, que indica autodepuração ao longo do corpo hídrico, bem como a inexistência de contribuições antrópicas ao longo da área de influência das operações do condomínio industrial. Esse cenário é evidenciado, principalmente, pelas elevadas concentrações de condutividade no P4, local aparentemente influenciado por atividades antrópicas de montante. Os níveis de condutividade são mais acentuados em ambientes perturbados (ESTEVES, 1998) e geralmente estão associados à efluentes domésticos e indústrias (OMETO et al., 2000). Altas concentrações dessa variável afetam uma série de funções ecossistêmicas, inclusive a disponibilidade de macroinvertebrados, componente importante na dieta de muitos peixes de riachos (OLIVEIRA e BENNEMANN, 2005). No entanto, elevados níveis de condutividade podem promover a proliferação de algas que se alimentam de matéria orgânica (ESTEVES, 1998), componentes básicos da dieta de *Pseudotothyris obtusa* (OYAKAWA et al., 2006), o que pode justificar a elevada ocorrência da espécie nesse local. Em contrapartida, *Characidium pterostictum* e *Atlantirivulus haraldsiolii* demonstraram maior sensibilidade a essa variável, sendo registradas no P3 nas campanhas com as menores concentrações da mesma.

Ademais, os descritores ecológicos corroboram com o cenário de estruturação supracitado. Além de ser o ambiente com a maior incidência de vegetação ripária, o P1 (jusante) demonstrou ser o ambiente mais oxigenado e largo, o que proporcionou condições adequadas a um maior número de espécies e, conseqüentemente, elevou os índices de diversidade. Em geral, concentrações adequadas de oxigênio são essenciais para muitos peixes (OYAKAWA et al., 2006). Além disso, em locais não perturbados e com presença de mata ripária há uma maior diversidade de espécies de peixes devido a heterogeneidade de habitats (CASATTI et al., 2012; GOMIERO e BRAGA, 2006). Nesse sentido, algumas espécies registradas no local podem ser consideradas bioindicadoras de qualidade ambiental, como *Hyphessobrycon reticulatus* e *Mimagoniates microlepis*, pois estão associadas a ambientes marginais preservados, cuja base da alimentação provém de insetos de origem alóctone (OYAKAWA et al., 2006). De acordo com o mesmo autor, *Scleromystax barbatus* também pode indicar um ecossistema íntegro, pois explora substratos ricos em alimento e depende da vegetação marginal conservada para abrigo.

Em conclusão, o estudo contribuiu significativamente para o conhecimento da fauna de peixes em fragmento de Mata Atlântica. Conhecer a ictiofauna de determinada área é fundamental para a proposição de programas de controle da poluição e conservação das espécies (SMITH et al., 1997). Constatou-se que as atividades do condomínio industrial ArcelorMittal Vega não representam condição de antropização adversa a comunidade de peixes local e que as ações de preservação das matas ripárias da área da siderúrgica contribuem para a melhoria da qualidade de água e estruturação longitudinal da fauna aquática. A presente descrição demonstra ainda a eficiência do uso da ictiofauna como indicadora de qualidade ambiental. Os autores consideram que a deficiência dos mecanismos públicos na promoção do desenvolvimento científico reforça a importância de iniciativas privadas para a contribuição do conhecimento da biodiversidade de peixes no Brasil.



5. AGRADECIMENTOS

Este trabalho teve o incentivo e apoio da ArcelorMittal Vega. O suporte técnico e a coleta de dados se devem às equipes da Engera Engenharia e Gerenciamento de Recursos Ambientais e Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, especialmente ao técnico Rodrigo Barbosa. Agradecemos a Dr^a Débora R. de Carvalho pelas valiosas sugestões e contribuições textuais. A Lais Sartori agradecemos pelo apoio gráfico.

4. REFERÊNCIAS

ABILHOA V, BRAGA RR, BORNATOWSKI H, VITULE JRS. Fishes of the Atlantic Rain Forest Streams: Ecological Patterns and Conservation. In: GRILLO O, VENORA G. (org.) **Changing Diversity in Changing Environment**. Rijeka: Intech, 2011. p. 259-282.

ABRAHÃO VP, CLARO-GARCÍA A, SOUZA-SHIBATTA L, SHIBATTA AO. Rapid survey of ichthyofauna from rivers and streams of coastal hydrographic regions of Santa Catarina state, Brazil. **Check List**, v. 11, n. 5, p. 1781, 2015.

ARAÚJO FG, FICHBERG I, PINTO BCT, PEIXOTO MG. Variações espaciais na assembléia de peixes no Rio Paraíba do Sul (Barra Mansa, Barra do Pirai), Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 18, n. 2, p. 483-492, 2001.

ARCELORMITTAL. **ArcelorMittal Vega**. Disponível em: <http://vega.arcelormittal.com>. Acesso em: 11 de dezembro de 2018.

ARGOLO LA, LÓPEZ-FERNÁNDEZ H, BATALHA-FILHO H, AFFONSO PRAM. Unraveling the systematics and evolution of the ‘*Geophagus*’ *brasiliensis* (Cichliformes: Cichlidae) species complex. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 150, 106855, 2020.

AZEVEDO PG, MESQUITA FO, YOUNG RJ. Fishing for gaps in science: a bibliographic an alysis of Brazilian freshwater ichthyology from 1986 to 2005. **Journal of Fish Biology**, v. 76, n. 9, p. 2177-2193, 2010.

BARBOSA JM, SOARES EC, CINTRA IHA, HERMANN M, ARAÚJO ARR. Perfil da ictiofauna da bacia do rio São Francisco. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v. 5, n. 1, p. 70-90, 2017.

BERTACO VA. Freshwater Fishes, Ilha de Santa Catarina, southern coastal drainage of the state of Santa Catarina, Brazil. **Checklist**, v. 5, n. 4, p. 898-902, 2009.

BETANCUR-R R, WILEY EO, ARRATIA G, ACERO A, BAILLY N, MIYA M, LECOINTRE G, ORTÍ G. Phylogenetic classification of bony fishes. **BMC Evolutionary Biology**, v. 17, n. 162, 2017.

CARVALHO DR, CASARIM R, PEREIRA RB, POMPEU PS. Habitat structure determining the spatial distribution of ichthyofauna in a Brazilian stream. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 37, n. 4, p. 439-448, 2015.

CASATTIL, TERESA FB, GONÇALVES-SOUZA T, BESSA E, MANZOTTI AR, GONÇALVES CS, ZENI JO. From forests to cattail: how does the riparian zone influence stream fish? **Neotropical Ichthyology**, v. 10, n. 1, p. 205-214, 2012.

CASTRO RMC. Evolução da ictiofauna de riachos sul-americanos: padrões gerais e possíveis

DOI: <http://dx.doi.org/10.24021/raac.v19i1.5500>

Vol. 19, N. 1 (2022)



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

- processos causais. **Oecologia Brasiliensis**, v. 7, p. 139-155, 1999.
- COLWELL RK, CODDINGTON JA. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. **Philosophical Transactions of the Royal Society (Series B)**, v. 345, p. 101- 118, 1994.
- CONSELHO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução CONSEMA nº 002, de 06 de dezembro de 2011. **Reconhece a Lista Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção no Estado de Santa Catarina e dá outras providências**. Publicada no Diário Oficial-SC nº 19.237, em 20 de dezembro de 2011.
- COSTA WJEM, FELTRIN CRM, KATZ AM. Filling distribution gaps: Two new species of the catfish genus *Cambeva* from southern Brazilian Atlantic Forest (Siluriformes, Trichomycteridae). **Zoosystematics and Evolution**, v. 97, n. 1, p. 147-159, 2021.
- DAJOZ R. **Ecologia Geral**. 3 ed. São Paulo, Vozes, EDUSP, 1978. 474 p.
- DIAS MS, ZUANON J, COUTO TBA, CARVALHO M, CARVALHO LN, ESPÍRITO-SANTO HMV, FREDERICO R, LEITÃO RP, MORTATI AF, PIRES THS, TORRENTE-VILARA G, VALE J, ANJOS MB, MENDONÇA FP, TEDESCO PA. Trends in studies of Brazilian stream fish assemblages. **Natureza & Conservação**, v. 14, p. 106-111, 2016.
- DILL LM. Adaptative flexibility in the foraging behavior of fishes. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 40, p. 398-408, 1983.
- ESTEVES FA. **Fundamentos de Limnologia**. 2.ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.
- ESTEVES KE, ARANHA JMR. Ecologia trófica de peixes de riachos. In: CARAMASCHI EP, MAZZONI R, PERES-NETO PR. (eds). **Ecologia de peixes de riachos**. Rio de Janeiro: Série Oecologia Brasiliensis, 1999. p.157-182.
- FLORES-LOPES F, MALABARBA LLR. Revisão de alguns aspectos da assembléia de peixes utilizados em programas de monitoramento ambiental. **Vittalle**, v. 1, p. 45-58, 2007.
- FRICKE R, ESCHMEYER WN, VAN DER LAAN R. (Eds). **ESCHMEYER'S catalog of fishes: genera, species, references**. Available from: <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp> Last access at electronic version in May 2021.
- FROEHLICH O, CAVALLARO M, SABINO J, SÚAREZ YR, VILELA MJA. Checklist da ictiofauna do Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 107(supl.): e2017151, 2017.
- GOMIERO LM, BRAGA FMS. Ichthyofauna diversity in a protected area in the state of São Paulo, southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, n. 1A, p. 75-83, 2006.
- HAIR JF, ANDERSON RE, TATHAM L, GRABLOWSKI BJ. **Multivariate data analysis**. New York: McMillan, 1984. 360 p.
- HAMMER O, HARPER DAT, RYAN PD. PAST: Paleontological Statistic software package for education and data analysis. **Paleontologia Eletronica**, v. 4, n. 1, p. 1-9, 2001.
- HARDIN G. The competitive exclusion principle. **Science**, v. 131, p. 1292-1297, 1960.
- IUCN - International Union for Conservation of Nature. **Red List of Threatened Species**. DOI: <http://dx.doi.org/10.24021/raac.v19i1.5500> Vol. 19, N. 1 (2022)



Disponível em: <http://www.iucnredlist.org/about>. Último acesso em: 02 de maio de 2021.

KARR JR. Assessment of biotic integrity using fish communities. **Fisheries**, v. 6, p. 21-27, 1981.

KREBS CJ. **Ecological Methodology**. New York: Harper and Row Publishers Inc, 1989. 654 p.

LEGENDRE P, LEGENDRE L. **Numerical Ecology**, 2nd English ed. Elsevier, 1998. 853 p.

LEITE LAR, CARRARA JA. Influência da mata ciliar na estrutura e composição da ictiofauna em trechos do córrego Barreirinho no município de Arealva-SP. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 17, n. 6, p. 47-62, 2013.

LUCINDA PHF. Systematics and biogeography of the genus *Phalloceros* Eigenmann, 1907 (Cyprinodontiformes: Poeciliidae: Poeciliinae), with the description of twenty-one new species. **Neotropical Ichthyology**, v. 6, n. 2, p. 113-158, 2008.

MAGURRAN AE. **Ecological Diversity and its Measurements**. New York: Croom Helm, 1988. 179 p.

MENEZES NA, WEITZMAN SH, OYAKAWA OT, LIMA FCT, CASTRO RMC, WEITZMAN MJ. **Peixes de água doce da Mata Atlântica: lista preliminar das espécies de água doce neotropicais**. São Paulo: Museu de Zoologia – Universidade de São Paulo, 2007.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Portaria MMA nº 444, de 17 de dezembro de 2014. **Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção**. Publicada no Diário Oficial da União-DUO nº 245, em 18 de dezembro de 2014.

MIRANDA JC. Ameaças aos peixes de riachos da Mata Atlântica. **Natureza on line**, v. 10, n. 3, p. 136-139, 2012.

MONTEIRO MA. Caracterização climática do estado de Santa Catarina: uma abordagem dos principais sistemas atmosféricos que atuam durante o ano. **Geosul**, v. 16, n. 31, p. 69-78, 2001.

MYERS N, MITTERMEIER CG, FONSECA GAB, KENT J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 408, p. 853-858, 2000.

OLIVEIRA C, AVELINO GS, ABE KT, MARIGUELA TC, BENINE RC, ORTÍ G, VARI RP, CASTRO RMC. Phylogenetic relationships within the speciose family Characidae (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes) based on multilocus analysis and extensive ingroup sampling. **BioMed Central Evolutionary Biology**, v. 11, n. 275, 2011.

OMETO JP, MARTINELLI LA, BALLESTER MV, GESSNER A, KRUSCHE V. Effects of land use on water chemistry and macroinvertebrates in two streams of the Piracicaba river basin, Southeast Brazil. **Freshwater Biology**, v. 44, p. 327-337, 2000.

OYAKAWA OT, AKAMA A, MAUTARI KC, NOLASCO JC. **Peixes de Riachos da Mata Atlântica: nas Unidades de Conservação do Vale do Rio Ribeira de Iguape no Estado de São Paulo**. São Paulo: Editora Neotropical, 2006. 201 p.

PELICICE FM, ABUJANRA F, FUGI R, LATINI JD, GOMES LC, AGOSTINHO AA. A piscivoria controlando a produtividade em reservatórios: explorando o mecanismo *top down*. **Bioecologia de Peixes**, p. 267-263, 2005.

PELICICE FM, AZEVEDO-SANTOS VM, VITULE JRS, ORSI ML, LIMA JR. DP,



- MAGALHÃES ALB, POMPEU PS, PETRERE JR. M, AGOSTINHO AA. Neotropical freshwater fishes imperilled by unsustainable policies. **Fish and Fisheries**, v. 18, p. 1119- 1133, 2017.
- PIANA PA, GOMES LC, AGOSTINHO AA. Comparison of predator–prey interaction models for fish assemblages from the neotropical region. **Ecological Modelling**, v. 192, n. 1- 2, p. 259-270, 2006.
- PINHEIRO L, CREMER M. Sistema pesqueiro da Baía da Babitonga, litoral norte de Santa Catarina: uma abordagem etnoecológica. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 8, p. 59-68, 2003.
- PINTO-COELHO RM. **Fundamentos em Ecologia**. Porto Alegre: Artmed Ed., 2000. 252 p.
- REIS RE, ALBERT JS, DI DARIO F, MINCARONE MM, PETRY P, ROCHA LA. Fish biodiversity and conservation in South America. **Journal of Fish Biology**, v. 89, n. 2, p. 12-47, 2016.
- RIBEIRO AC. 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**, v. 4, n. 2, p. 225-246, 2006.
- RUARO R, GUBIANI ÉA. A scientometric assessment of 30 years of the Index of Biotic Integrity in aquatic ecosystems: Applications and main flaws. **Ecological Indicators**, v. 29, p. 105-110, 2013.
- SMITH W, BARRELLA W, CETRA M. Comunidades de peixes como indicadores de poluição ambiental. **Revista Brasileira de Ecologia**, v. 1, p. 61-71, 1997.
- STATSOFT INC. 2007. **Statistica** (data analysis software system). Version 7. Available at: www.statsoft.com.
- THOMAZ AT, CARVALHO TP, MALABARBA LR, KNOWLES LL. Geographic distributions, phenotypes, and phylogenetic relationships of *Phalloceros* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae): insights about diversification among sympatric species pools. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 132, p. 265-274, 2019.
- TICIANI D, BOGONI RF, EICHELBERGER ACA, BERLATTO AF, MEDEIROS G, DELARIVA RL. Trends in the application of multimetric indexes in Brazil: scientometric analyses related to fish fauna. **Ciência e Natura**, v. 40, e1, 2018.
- TUNDISI JG, TUNDISI TM. **Limnologia**. 1ª Ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 631 p.
- VANNOTE RL, MINSHALL GW, CUMMINS KW, SEDELL JR, CUSHING CE. The river continuum concept. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 37, n. 1, p. 130-137, 1980.
- VIEIRA F. Distribuição, impactos ambientais e conservação da fauna de peixes da bacia do rio Doce. **MG.BIOTA**, v. 2, n. 5, p. 5-48, 2010.
- VITULE JRS, AGOSTINHO AA, AZEVEDO-SANTOS VM, DAGA VS, DARWALL WRT, FITZGERALD DB, FREHSE FA, HOEINGHAUS DJ, LIMA-JR. DP MAGALHÃES ALB, ORSI ML, PADIAL AA, PELICICE F.M, PETRERE JR. M, POMPEU PS, WINEMILLER KO. We need better understanding about functional diversity and vulnerability of tropical freshwater fishes. **Biodiversity and Conservation**, v. 26, p. 757-762, 2017.

