



A REGULAÇÃO DA VAZÃO E SEUS EFEITOS SOBRE OS ATRIBUTOS ECOLÓGICOS DA ICTIOFAUNA: O CASO DO BAIXO CURSO DO RIO SÃO FRANCISCO

Alba Vivian Amaral Figueiredo¹, Severino Soares Agra Filho² e Alexandre Clistenes de Alcântara Santos³

Resumo: O estudo se propôs a auxiliar pesquisas de elaboração de hidrogramas ambientais no Baixo Curso do Rio São Francisco. Neste contexto, foi realizada a caracterização da composição, abundância e estrutura da ictiofauna com objetivo de determinar seus atributos ecológicos, sob os efeitos da regularização da vazão. Foram analisados parâmetros bióticos e abióticos por meio de observações em campo, registros fotográficos, medições *in loco* e análise de dados primários e secundários. Os resultados indicaram declínio das espécies da flora aquática e ciliar, vulnerabilidade alta a moderada na perda do solo e mudanças dos parâmetros físico-químicos da água. Os índices de diversidade da ictiofauna validaram maior intervenção da vazão nos pontos amostrais próximos a Barragem, confirmados pela análise de similaridade. Os atributos ecológicos indicaram a predominância de espécies de peixes r estrategista, oportunistas e resistentes aos impactos advindos da regulação da vazão. A perda da sazonalidade, como consequência desta regulação, afeta vários aspectos inter-relacionados das comunidades, tais como alimento, movimentos, crescimento e épocas de reprodução.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica. Comunidade de peixes. Fragmentação de habitat. Biodiversidade.

1 Introdução

A fragmentação do habitat por barragens está entre os principais impactos antropogênicos sobre as bacias hidrográficas (SCHORK; ZANIBONI-FILHO, 2017), levando a uma crescente pressão sobre a integridade ecológica das redes hidrográficas (CRUZ et al., 2015), e tornando os ecossistemas aquáticos mais homogêneos e menos produtivos (WINEMILLER et al., 2016). A fragmentação atrasa e atenua os pulsos de inundação sazonal, reduzindo o acesso da fauna aquática às planícies de inundação (POFF; SCHMIDT, 2016), causando diversas alterações nas características limnológicas do rio, habitats adjacentes e na disponibilidade de recursos alimentares para os peixes (FERRAREZE, NOGUEIRA; CASATTI, 2015). Neste contexto, pesquisas sobre hidrogramas ambientais são realizadas com a finalidade de diminuir os impactos causados por barragens e conciliar as demandas dos usuários das águas à necessidade de conservação do ecossistema aquático ribeirinho (MORAIS et al., 2014; GODINHO et al., 2014).

Mudanças no hidrograma do rio podem causar sérias interferências na sobrevivência de comunidades que dependem em grande parte da pesca (SOUZA-CRUZ-BUENAGA et al., 2018). Para Santana et al. (2016) as regras de operação do reservatório deveriam considerar a sazonalidade natural dos fluxos, a fim de atender às demandas do ecossistema aquático e às comunidades costeiras, permitindo que espécies menos tolerantes possam responder aos estímulos exigidos em seus processos reprodutivos.

No Baixo Curso do Rio São Francisco, principalmente após a construção e operação da barragem de Xingó/SE (1994) as condições hidrológicas e ambientais vêm sendo afetadas por alterações dos ciclos naturais de cheia e vazante que comprometem as lagoas marginais, o ciclo migratório dos peixes, as práticas sociais e a utilização dos territórios e recursos pelas comunidades (ARAÚJO; AGUIAR NETTO; SALES, 2016).

A ictiofauna do Baixo Curso do Rio São Francisco é pouco estudada, haja vista o número reduzido de trabalhos neste trecho do

¹E-mail: albabioologia@gmail.com

Laboratório de Ictiologia, Universidade Estadual de Feira de Santana, Avenida Transnordestina, s/n - Novo Horizonte - Caixa Postal: 252 e 294, CEP: 44.036-900 - Feira de Santana, Bahia – Brasil

²E-mail: severino@ufba.br

³E-mail: alexandreclistenes@gmail.com

rio, o que leva a existência de incertezas taxonômicas e ecológicas (BARBOSA et al., 2017). Os primeiros estudos sobre a ictiofauna da bacia hidrográfica do rio São Francisco ocorreram no século XVIII, por naturalistas europeus, e em 1875 Lütken publica o primeiro estudo, registrando 55 espécies (ALVES; POMPEU, 2001). O estudo mais recente validou 304 espécies, sendo 241 dulciaquícolas nativas, 35 invasoras e 28 alóctones, compreendidas em 32 famílias, 110 gêneros e 241 espécies (BARBOSA et al., 2017).

Para o Baixo Curso do Rio São Francisco, as informações são pontuais e influenciadas pelo tipo de trabalho executado. Burger (2008) relacionou 53 espécies, sendo 47 de água doce e 6 marinhas. Santos (2009) ao caracterizar a ictiofauna de lagoas marginais capturou 50 espécies, incluindo 5 migrantes e 6 exóticas. Soares, Bruno e Lemos (2011) trabalhando com a produção pesqueira em Penedo/Alagoas e Freitas, Nogueira e Moura (2015) ao investigar etnoespécies, identificaram, 22 espécies. Sampaio, Paiva e Silva (2015) em trabalho realizado essencialmente na região estuarina, identificou 113 espécies, considerando as espécies marinho-estuarinas que adentram na área.

De acordo com Timpane-Padgham, Beechie e Klinger (2017), uma das formas de minorar os impactos sobre as comunidades de peixes é a realização de estudos sobre atributos ecológicos, que são adequados para a restauração de espécies, habitats ou de todo o ecossistema. Pesquisas com grupos de organismos e seus atributos ecológicos vêm sendo utilizadas, como ferramenta para avaliar diferentes tipos de habitats, evidenciar respostas às alterações ambientais, e no entendimento da relação destas características com o risco de extinção e declínio populacional (MCGILL et al., 2006; SOUZA; BARRELLA, 2009; SILVA; BRANDÃO, 2010; PODGAISKI; MENDONÇA JR.; PILLAR, 2011), servindo de base para a

definição dos hidrogramas ambientais.

Nessa conjuntura, a Rede EcoVazão, durante os anos de 2007 a 2009, se propôs a criar as bases para a definição do regime de vazões ecológicas no Baixo Curso do Rio São Francisco (MEDEIROS, 2010) executando o sub-projeto “Caracterização de ictiofauna bioindicadora da vazão ecológica para o Baixo Curso do Rio São Francisco”, como subsídio para avaliação geral das necessidades de vazão para as espécies de peixes do Baixo Curso do Rio São Francisco (PESO-AGUIAR, 2010). Com o intuito de adequar a metodologia do hidrograma ambiental *Building Block Methodology* (BBM) para o cálculo dos impactos hidrológicos decorrentes da implantação do hidrograma ambiental na área em estudo, foi executado o projeto de Avaliação dos Impactos da Implantação do Hidrograma Ambiental – AIHA, durante os anos de 2014 a 2017. O presente estudo se enquadra no projeto AIHA, tendo por objetivo caracterizar a composição e estrutura da ictiofauna atual, determinando atributos ecológicos das espécies de peixes, que possam subsidiar hidrogramas ambientais para o Baixo Curso do Rio São Francisco.

2 Metodologia

2.1 Área de estudo

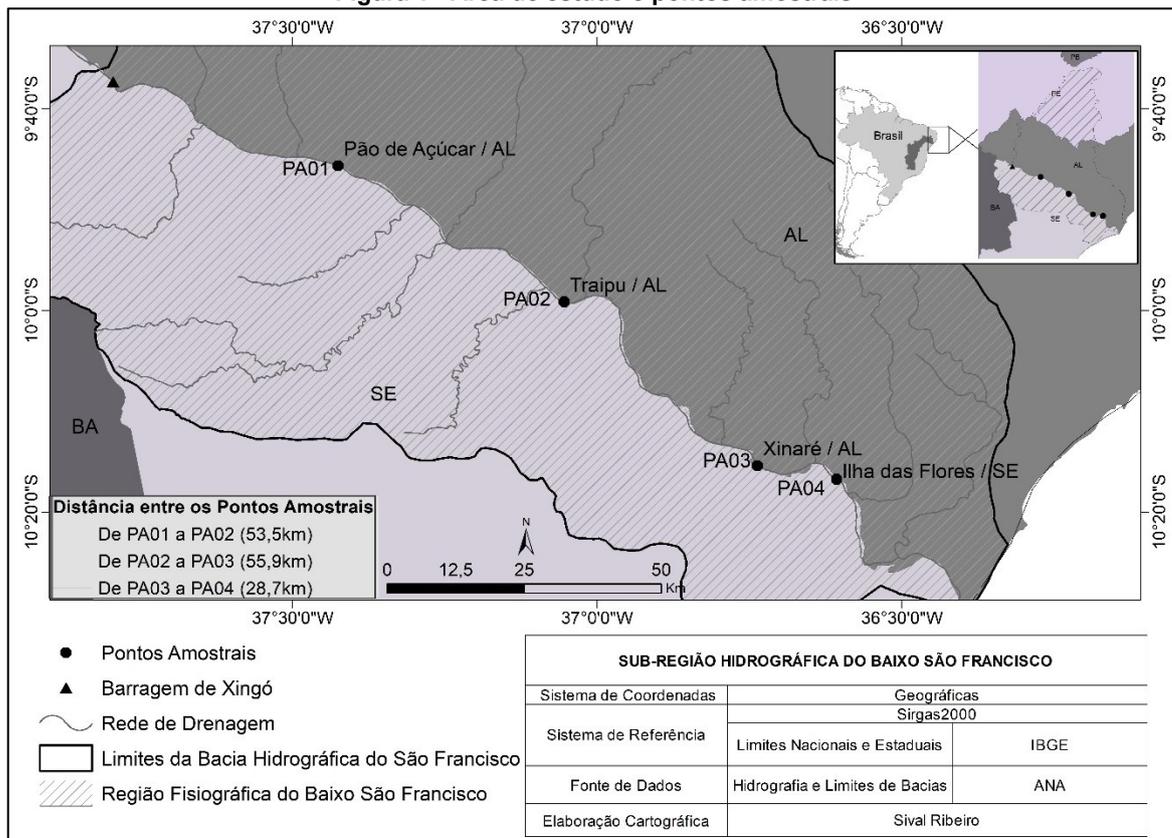
O Baixo Curso do Rio São Francisco está localizado à jusante da usina hidrelétrica de Xingó até a foz do Oceano Atlântico. Com expansão territorial de 25.524 km² e comprimento da rede de drenagem de 5.713 km, abrange os estados da Bahia, Pernambuco, Sergipe e Alagoas (ANA, 2018). O trecho do rio em estudo se estende entre os municípios de Pão de Açúcar/AL, Traipu/AL, Xinaré/AL e Ilha das Flores/SE, delimitado em quatro pontos amostrais (Figura 1 e Quadro 1). Os pontos amostrais foram selecionados por estarem sob influência da operação dos reservatórios localizados à montante.

Quadro 1 - Localização dos pontos amostrais para coleta da ictiofauna

Ponto amostral	Localização	Sigla	Coordenadas geográficas	
1	Pão de Açúcar/AL	(PA1-AL)	W 36°42'45,5"	S 10°16'52,9"
2	Traipu/AL	(PA2-AL)	W 36°59'58,9"	S 9°58'37,6"
3	Xinaré/AL	(PA3-AL)	W 36°42'17,8"	S 10°16'31"
4	Ilha das Flores/SE	(PA4-SE)	W 36°32'2,5"	S 10°25'27,3"

Fonte: ANA (2018)

Figura 1 - Área de estudo e pontos amostrais



Fonte: Autores (2020)

2.2 Amostragem

A caracterização dos trechos estudados com base em parâmetros bióticos e abióticos foram realizadas durante as campanhas para o Projeto AIHA (anos 2014 a 2017).

Nos trechos estudados foram tomados *in loco*, com medidor multiparamétrico, os parâmetros físico-químicos da água (pH, temperatura, salinidade, transparência, oxigênio dissolvido, condutividade e sólidos totais dissolvidos). Características fisiográficas dos pontos amostrais foram registradas a partir de observações e anotações em campo e imagens fotográficas. Para caracterizar o tipo de fundo do rio foi realizada observação *in loco*, classificando-os em pedra/cascalho e lama/areia.

Os registros das vazões defluentes do rio tomaram por base dados do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos – SNIRH no portal HidroWeb (ANA, 2018). As estações fluviométricas (Pão de Açúcar/AL, Traipu/AL e Propriá/SE) foram selecionadas, uma vez que existem apenas quatro que disponibilizam dados de vazão no trecho do rio selecionado. A estação fluviométrica Piranhas/AL não foi

considerada, por não fazer parte dos pontos amostrais. As informações relacionadas à seção fluviométrica de Propriá/SE representaram os pontos amostrais de Xinaré/AL e Ilha das Flores/SE (Figura 1). Essas informações foram avaliadas por meio de hidrograma da vazão defluente, da Usina Hidrelétrica de Xingó.

As coletas foram realizadas durante quatro dias em quatro pontos amostrais (municípios de Pão de Açúcar/AL, Traipu/AL, Xinaré/AL e Ilha das Flores/SE) entre os anos de 2014 e 2017. As artes de pesca utilizadas foram picaré e peneira, executadas em profundidades de até 1,0 m, junto à vegetação ciliar, localmente composta por macrófitas e gramíneas enraizadas às margens. As artes de pesca foram usadas de forma padronizada (tempo de coleta) para permitir comparações entre os diferentes pontos de coleta.

Os exemplares capturados foram separados por pontos amostrais e petrechos de pesca, em potes ou sacos plásticos contendo solução de formol 10% por 72 horas. Uma lista taxonômica foi elaborada tomando por base as classificações de Figueiredo e Menezes (1978); Britski, Sato e Rosa (1984); Nakatani et al. (2003). Após identificação, exemplares testemunho foram

incorporados à coleção da Divisão de Peixes do Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Feira de Santana (MZFS).

Foram construídas matrizes de dados para análise dos índices ecológicos, tais como: Riqueza (S), Abundância (N), Dominância (Dm), Diversidade de Shannon-Weiner (H') e Equitabilidade (J'), conforme Magurran (1988).

A similaridade da ictiofauna entre os pontos amostrais foi definida através da análise de agrupamento com base na abundância de espécies utilizando o índice de Bray-Curtis. As análises foram realizadas pelo programa PAST – Paleontological Statistics versão 3.18 (HAMMER; HARPER, D. A.T.; RYAN, 2005).

2.3. Atributos ecológicos

Para determinar os atributos ecológicos da ictiofauna, foi criada uma base de dados com informações a respeito da biologia das espécies, reunindo dados disponíveis na literatura específica. De acordo com a disponibilidade de material bibliográfico foram estudadas as espécies (históricas, originais e atuais) da região do Baixo Curso do Rio São Francisco. O mesmo estudo foi realizado para espécies não nativas (exóticas e marinhas) coligidas durante as campanhas.

Foram consideradas como atributos ecológicos as características: (a) origem da espécie, nativa, introduzida ou marinha; (b) como ocorre a flutuação populacional, por migração ou multiplicação rápida; (c) ciclos de vida com baixa ou alta longevidade; (d) taxa de crescimento populacional rápida ou lenta; (e) desova sazonal ou múltipla; (f) tipo de alimentação facultativa ou especializada; (g) razão produção/biomassa alta ou baixa; (h) estratégia de vida da espécie *r* ou *K* estrategista; (i) espécie resiliente ou frágil (LOWE-MCCONNELL, 1999). Apesar de não ser um atributo ecológico, foi inserida a característica possuir ou não valor comercial, referente à importância socioeconômica da ictiofauna.

3 Resultados

3.1 Caracterização da área de estudo

Conforme os registros em campo, os pontos amostrais 1, 2 e 3 possuem baixa presença de vegetação ciliar e de plantas aquáticas, enquanto, o ponto amostral 4 foi

caracterizado pela maior presença dessa vegetação. A baixa presença de vegetação ciliar e plantas aquáticas influencia a estruturação dos habitats, que segundo Dias et al. (2017) afeta a diversidade biológica, as relações interespecíficas e a produtividade do sistema. Esses habitats são utilizados pela ictiofauna como abrigo (THOMAZ; CUNHA; 2010; AVENDAÑO; RAMÍREZ, 2017), alimentação (KENNEDY et al., 2015; SUÇUARANA; VIRGÍLIO; VIEIRA, 2016), desova e berçário (MORROW JR.; FISCHENICH, 2000), entendendo-se que vários destes aspectos estão sofrendo influências e refletem-se na composição da ictiofauna atual.

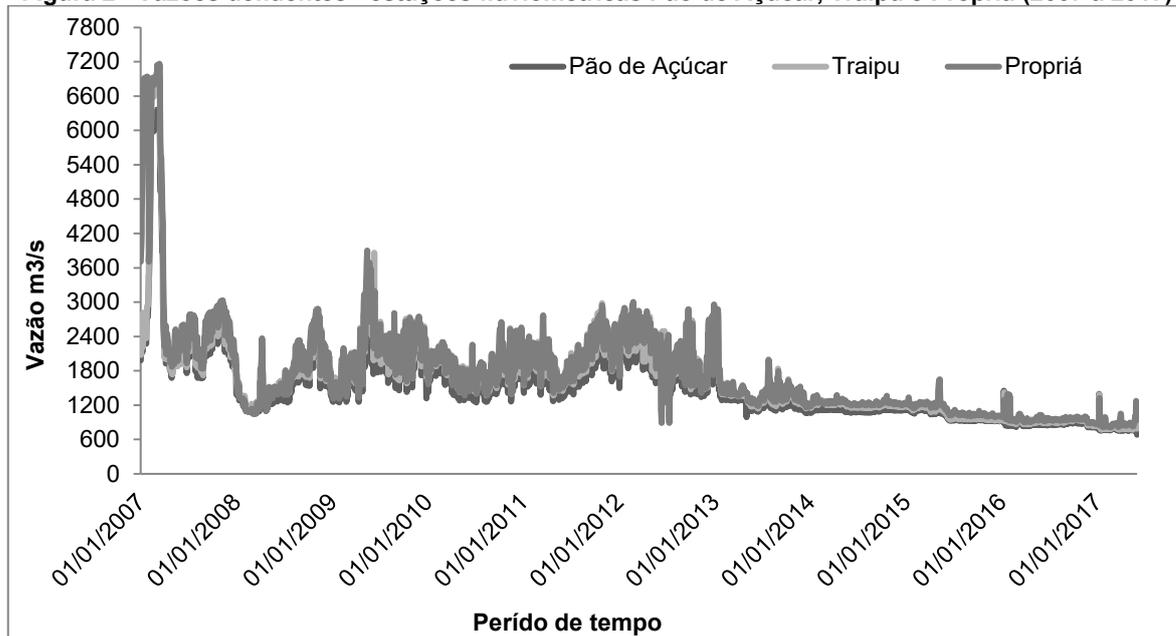
O tipo de fundo do rio foi classificado como lama/areia em todos os pontos amostrais. As constantes perdas de solo nas margens do rio classificam a região como de vulnerabilidade moderada a alta, segundo classificação de Moura et al. (2017), fenômeno também confirmado por Holanda, Santos e Araújo Filho (2011). Os assoreamentos em maior intensidade foram identificados entre os municípios de Traipu/AL e Gararu/SE.

De acordo com Brasil (2015a) a primeira redução temporária da descarga mínima instantânea na usina hidrelétrica de Xingó foi de $1.300 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ para $800 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Em julho de 2018 foi autorizada nova redução da descarga mínima de $1.300 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ para uma média diária de $550 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ e instantânea de até $523 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (BRASIL, 2018). A Figura 2 ilustra as vazões nas estações fluviométricas de Pão de Açúcar (AL), Traipu (AL) e Propriá (SE) durante os anos de 2007 a 2017 e a consequente diminuição dos valores de vazão neste período.

As constantes regulações das vazões defluentes do reservatório de Xingó no Baixo Curso do Rio São Francisco afetam diretamente as variáveis limnológicas. Para Medeiros et al. (2016) essas variáveis são parâmetros-chave ao monitoramento da qualidade da água, devido à sua relação com as propriedades de descarga, mas também devido ao seu efeito sobre o meio ambiente. Para Vazzoler (1996) os fatores abióticos agem como desencadeadores da reprodução dos peixes e mudanças ambientais podem delimitar o período e sucesso reprodutivo.

Com a diminuição da vazão os valores de pH, temperatura, salinidade e sólidos totais dissolvidos aumentaram, entretanto, os valores de oxigênio dissolvido e condutividade diminuíram, entre 2014 e 2017 (Tabela 1).

Figura 2 - Vazões defluentes - estações fluviométricas Pão de Açúcar, Traipu e Propriá (2007 a 2017)



Fonte: ANA (2017)

Tabela 1 - Parâmetros físico-químicos avaliados nos pontos amostrais

Ponto Amostral/ Ano	pH	T (°C)	Parâmetros abióticos				STD (mgL ⁻¹)	Vazão (m ³ /s)
			Sal (‰)	OD (mgL ⁻¹)	Cond. (µS/cm)			
PA 01-2014	7,8	27,9	0,030	7,83	66,1	31,1	1.120	
PA 02-2014	9,58	29,2	0,030	11,0	67,3	31,6	1.263	
PA 03-2014	7,91	29,0	0,030	8,52	66,1	31,1	1.221	
PA 04-2014	6,7	28,4	0,030	7,74	66,6	31,3	1.221	
PA 01-2016	9,1	26,7	0,095	8,38	69,0	95,3	887	
PA 02-2016	9,0	26,0	0,090	8,50	67,3	93,0	843	
PA 03-2016	8,7	25,9	0,090	8,52	68,8	95,0	856	
PA 04-2016	8,8	26,2	0,095	9,01	68,8	95,1	853	
PA 01-2017	7,2	28,7	0,090	6,32	63,8	90,0	750	
PA 02-2017	9,2	29,8	0,088	9,03	62,5	88,1	712	
PA 03-2017	10,7	30,6	0,089	8,76	63,2	89,2	769	
PA 04-2017	8,5	30,6	0,089	8,40	63,5	89,6	752	

Fonte: Autores (2020)

3.2. Caracterização da ictiofauna

A ictiofauna registrada foi representada por 37 espécies, 7 ordens, 15 famílias, sendo 20 espécies nativas de água doce, 7 introduzidas e 10 marinhas (Tabela 2). A ordem Characiformes foi a mais representativa.

Durante as coletas da ictiofauna, o ponto amostral 1 e 2 apresentaram maiores valores de abundância e dominância, em todos os períodos. Os pontos amostrais 3 e 4 apresentaram maiores valores de riqueza, diversidade e equitabilidade como

demonstrado no Tabela 3. Os pontos amostrais mais a montante, apresentaram maiores valores de abundância de espécies nativas, representadas por Piabas (*Hemigrammus marginatus*) e Barrigudinhos (*Pamphoricthys hollandi* e *Poecilia vivipara*). No entanto, estas espécies são caracterizadas como oportunistas, resistentes, de baixa longevidade, alta taxa de crescimento (FRAGOSO-MOURA et al., 2017), de pequeno porte, onívoras (GRACIOLLI; AZEVEDO; MELO, 2003; FROESE; PAULY, 2018) e por não possuírem valor comercial.

REA – Revista de *estudos ambientais* (Online)
v.22, n. 2, p.6-21, jul./dez. 2020

Tabela 2 - Espécies da ictiofauna coletadas em 2014, 2016 e 2017 (Continua)

Divisão taxonômica	Campanhas																		Total
	2014 (S=25)						2016 (S=21)						2017 (S=18)						
	PA1	PA2	PA3	PA4	n	%n	PA1	PA2	PA3	PA4	n	%n	PA1	PA2	PA3	PA4	n	%n	
Família Characidae																			
<i>Astyanax fasciatus</i>	-	-	-	22	22	1,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bryconops affinis</i>	-	-	3	-	3	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subfamília Cheirodontinae																			
<i>Astyanax lacustres</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Piabina argentea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Serrapinnus piaba</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85	70	-	-	155	7,3	155
<i>Serrapinnus heterodon</i>	-	-	-	1	1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Serrapinnus sp.</i>	-	-	1	-	1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subfamília Characinae																			
<i>P. franciscoensis</i>	5	-	-	-	5	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Roeboides xenodon</i>	1	-	-	-	1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Incertae sedis																			
<i>Astyanax sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	14	1	-	15	2,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hemigrammus brevis</i>	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	6	0,8	86	91	1	-	178	8,3	184
<i>H. marginatus</i>	720	19	39	2	780	59,6	264	161	78	-	503	70	1561	36	1	-	1598	74,8	2881
Subfamília Serrasalminae																			
<i>Metynnis maculatus</i>	-	-	-	1	1	0,1	-	3	-	-	3	0,4	-	-	14	-	14	0,7	18
<i>Myleus micans</i>	-	-	-	1	1	0,1	-	38	-	-	38	5,3	-	2	1	-	3	0,1	42
<i>Serrasalmus brandti</i>	8	-	-	4	12	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-	12	0,6	24
Família Anostomidae																			
<i>Leporinus spp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	1
Família Erythrinidae																			
<i>Hoplias malabaricus</i>	1	-	-	-	1	0,1	1	-	1	-	2	0,3	-	-	1	1	2	0,1	5
Família Poeciliidae																			
<i>Poecilia reticulata</i>	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	9	1,3	-	-	-	-	-	-	-
<i>Poecilia vivípara</i>	109	-	-	-	109	8,3	-	-	-	19	19	2,6	-	-	27	0	27	1,3	155
<i>Pamphorichthys hollandi</i>	145	40	-	-	185	14,1	40	36	3	-	79	11	97	9	1	9	116	5,4	380
Família Mugilidae																			
<i>Mugil curema</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2	0,3	-	-	-	-	-	-	-

REA – Revista de *estudos ambientais* (Online)
v.22, n. 2, p.6-21, jul./dez. 2020

Tabela 2 - Espécies da ictiofauna coletadas em 2014, 2016 e 2017 (Conclusão)

Divisão taxonômica	Campanhas																			Total
	2014 (S=25)						2016 (S=21)						2017 (S=18)							
	PA1	PA2	PA3	PA4	n	%n	PA1	PA2	PA3	PA4	n	%n	PA1	PA2	PA3	PA4	n	%n		
Família Atherinopsidae																				
<i>Atherinella brasiliensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0,1	-	-	-	-	-	-	1	
Família Cichlidae																				
<i>Astronotus ocellatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	1	
<i>Cichla monoculus</i>	-	-	1	-	1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
<i>C. sanctifranciscense</i>	9	10	-	-	19	1,5	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	3	0,1	22	
<i>Crenicichla lepidota</i>	18	-	-	-	18	1,4	-	-	1	-	1	0,1	-	-	-	-	-	-	19	
<i>Crenicichla menezesi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	1	
<i>Oreochromis sp.</i>	38	6	-	-	44	3,4	9	-	8	-	17	2,4	-	-	1	-	1	-	62	
Família Engraulidae																				
<i>Anchoviella vaillanti</i>	-	-	-	12	12	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	
Família Gobiidae																				
<i>Awaous tajacica</i>	-	-	-	2	2	0,2	-	-	3	1	4	0,6	-	1	-	-	1	-	7	
<i>Evorthodus lyricus</i>	-	-	-	1	1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
Família Eleotridae																				
<i>Eleotris pisonis</i>	-	-	4	5	9	0,7	-	-	-	2	2	0,3	-	-	3	13	16	0,7	27	
<i>Domitator maculatus</i>	-	-	-	60	60	4,6	-	-	2	13	15	2,1	-	-	-	5	5	0,2	80	
Família Gerreidae																				
<i>Eucinostomus argenteus</i>	-	-	4	5	9	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	
Família Syngnathidae																				
<i>Microphis lineatus</i>	-	-	-	8	8	0,6	-	-	1	-	1	0,1	-	-	-	-	-	-	9	
<i>Oostethus lineatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	0,1	2	
Família Paralichthyidae																				
<i>Citharichthys spilopterus</i>	-	-	-	4	4	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	
Total geral	1054	75	52	128	1309	100	314	267	100	39	720	100	1829	212	65	30	2136	100	4164	

Onde: PA1 (ponto amostral 1), PA2 (ponto amostral 2), PA3 (ponto amostral 3) e PA4 (ponto amostral 4).

Fonte: Autores (2020)

Segundo Morrow Jr. e Fisichenich (2000), algumas espécies podem prosperar em condições extremas, pois tais habitats apoiam uma grande biomassa de peixe devido a altos níveis de nutrientes e, portanto, grande biomassa destas espécies não são um bom indicador da qualidade do habitat. Entretanto, apesar da alta abundância, espécies mais exigentes em relação a

integridade do habitat ocorrem em menor abundância ou deixaram de ser registradas na área. Já os pontos amostrais 3 e 4 apresentaram maiores valores de riqueza, diversidade e equitabilidade, principalmente pela presença de espécies marinhas devido ao avanço da cunha salina, como consequência da diminuição da vazão do rio.

Tabela 3 - Índices ecológicos da ictiofauna por pontos amostrais e campanhas

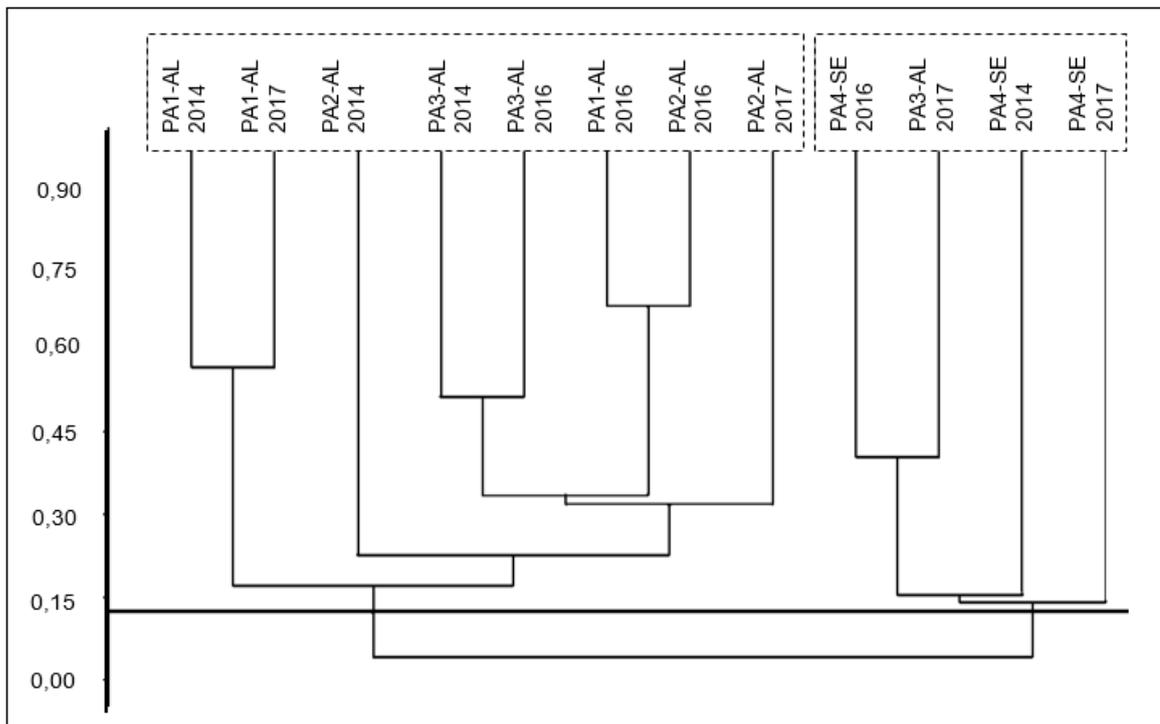
Ponto amostral/Campanha	Riqueza	Abundância	Dominância	Diversidade	Equitabilidade
PA 01-2014	10	1054	0,5	1,1	0,5
PA 01-2016	4	314	0,7	0,5	0,4
PA 01-2017	4	1829	0,7	0,6	0,4
PA 02-2014	4	75	0,4	1,2	0,8
PA 02-2016	7	267	0,4	1,3	0,6
PA 02-2017	8	212	0,3	1,3	0,6
PA 03-2014	6	52	0,6	0,9	0,5
PA 03-2016	11	100	0,6	1	0,4
PA 03-2017	13	65	0,3	1,7	0,7
PA 04-2014	14	128	0,3	1,8	0,7
PA 04-2016	8	39	0,4	1,3	0,6
PA 04-2017	5	30	0,3	1,3	0,8

Fonte: Autores (2020)

A análise de similaridade de Bray-Curtis (Figura 3) confirma os resultados acima, pela formação de dois grupos distintos (grupo 1, formado pelos pontos amostrais 1, 2 e 3 e grupo 2 formado pelo ponto amostral 4). Agostinho et al. (2007) e Agostinho, Pelicice e

Gomes (2008) ao trabalharem com ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil confirmaram a influência direta do aumento e diminuição das vazões sobre riqueza e diversidade da ictiofauna.

Figura 3 - Análise de similaridade Bray-Curtis (composição e abundância) nos quatro pontos amostrais



Fonte: Autores (2020)

3.3. Atributos ecológicos

Quando caracterizadas em relação aos atributos ecológicos, observa-se que as espécies nativas mais abundantes foram piabas (*Hemigrammus marginatus* e *Hemigrammus brevis*) e barrigudinhos (*Pamphorichthys hollandi* e *Poecilia*

vivipara). Já espécies mais exigentes em relação a qualidade do habitat não foram coligidas nos programas de amostragem, como o Pirá (*Conorhynchus conirostris*) e o Surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*). Foi possível observar um número significativo de espécies exóticas, principalmente pertencentes à Família Cichlidae (Tabela 4).

Tabela 4 - Atributos ecológicos das espécies registradas no Baixo Curso do Rio São Francisco nos períodos de 2014 a 2017 (Continua)

Classificação taxonômica	2014 a 2017 (S=37)	Origem	Flutuação da população	Longevidade	Taxa de crescimento	Desova	Alimentação	Razão produção /biomassa	Estrategista	Implicação
Família Characidae										
<i>Astyanax fasciatus</i>	22	N	Mt	Bx	Rap	Mp	Ov	Bx	r	Fg
<i>Bryconops affinis</i>	3	N	Mt	Bx	Rap	Mp	Ov	Bx	r	Fg
Subfamília Cheirodontinae										
<i>Astyanax lacustres</i>	1	N	Mt	Bx	Rap	Mp	Ov	Bx	r	Rs
<i>Piabina argentea</i>	1	N	Mt	Bx	Rap	Mp	Ov	Bx	r	Fg
<i>Serrapinnus piaba</i>	155	N	Mt	Bx	Rap	Mp	Ov	Bx	r	Rs
<i>Serrapinnus heterodon</i>	1	N	Mt	Bx	Rap	Mp	Ov	Bx	r	Fg
<i>Serrapinnus sp.</i>	1	N	Mt	Bx	Rap	Mp	Ov	Bx	r	Fg
Subfamília Characinae										
<i>P. franciscoensis</i>	5	N	Mt	Bx	Rap	Mp	Ov	Bx	r	Rs
<i>Roebooides xenodon</i>	1	N	Mt	Bx	Rap	Mp	Ov	Bx	r	Fg
Incertae sedis										
<i>Astyanax sp.</i>	15	N	Mt	Bx	Rap	Mp	Ov	Bx	r	Rs
<i>Hemigrammus brevis</i>	184	N	Mt	Bx	Rap	Mp	Ov	Bx	r	Rs
<i>H. marginatus</i>	2881	N	Mt	Bx	Rap	Mp	Ov	Bx	r	Rs
Subfamília Serrasalminae										
<i>Metynis maculatus</i>	18	I	Mt	Bx	Rap	Mp	Ov	Bx	r	Rs
<i>Myleus micans</i> *	42	I	Mg	Bx	Alt	Sz	Ov	Alt	k	Rs
<i>Serrasalmus brandti</i> *	24	N	Mt	Bx	Alt	Mp	Cn	Bx	r	Rs
Família Anostomidae										
<i>Leporinus spp.</i>	1	N	Mg	Alt	Rap	Sz	Ov	Bx	k	Fg
Família Erythrinidae										
<i>Hoplias malabaricus</i> *	5	N	Mt	Alt	Rap	Mp	Cn	Alt	r	Rs
Família Poeciliidae										
<i>Poecilia reticulata</i>	9	I	Mt	Bx	Rap	Mp	Ov	Bx	r	Rs
<i>Poecilia vivipara</i>	155	N	Mt	Bx	Rap	Mp	Ov	Bx	r	Rs
<i>Pamphorichthys hollandi</i>	380	N	Mt	Bx	Rap	Mp	Ov	Bx	r	Rs
Família Mugilidae										
<i>Mugil curema</i>	2	M	Mt	Alt	Rap	Mp	Cn	Alt	k	Fg
Família Atherinopsidae										
<i>Atherinella brasiliensis</i>	1	M	Mt	Bx	Rap	Mp	Ov	Bx	r	Fg
Família Cichlidae										
<i>Astronotus ocellatus</i> *	1	I	Mt	Alt	Alt	Mp	Cn	Alt	r	Fg
<i>Cichla monoculus</i> *	1	I	Mt	Alt	Rap	Mp	Ov	Alt	r	Fg
<i>C. sanctifranciscense</i>	22	N	Mt	Bx	Rap	Mp	Ov	Bx	r	Rs
<i>Crenicichla menezesi</i> *	1	I	Mt	Bx	Rap	Mp	Ov	Bx	r	Fg
<i>Crenicichla lepidota</i>	19	I	Mt	Bx	Rap	Mp	Cn	Bx	r	Rs
<i>Oreochromis sp.</i> *	62	I	Mt	Bx	Rap	Mp	Ov	Alt	r	Rs
Família Cichlidae										
<i>Astronotus ocellatus</i> *	1	I	Mt	Alt	Alt	Mp	Cn	Alt	r	Fg
<i>Cichla monoculus</i> *	1	I	Mt	Alt	Rap	Mp	Ov	Alt	r	Fg
<i>C. sanctifranciscense</i>	22	N	Mt	Bx	Rap	Mp	Ov	Bx	r	Rs
<i>Crenicichla menezesi</i> *	1	I	Mt	Bx	Rap	Mp	Ov	Bx	r	Fg
<i>Crenicichla lepidota</i>	19	I	Mt	Bx	Rap	Mp	Cn	Bx	r	Rs
<i>Oreochromis sp.</i> *	62	I	Mt	Bx	Rap	Mp	Ov	Alt	r	Rs

Tabela 4 - Atributos ecológicos das espécies registradas no Baixo Curso do Rio São Francisco nos períodos de 2014 a 2017 (Conclusão)

Classificação taxonômica	2014 a 2017 (S=37)	Origem	Flutuação da população	Longevidade	Taxa de crescimento	Desova	Alimentação	Razão produção /biomassa	Estrategista	Implicação
Família Engraulidae										
<i>Anchoviella vaillanti</i>	12	N	Mt	Bx	Rap	Mp	Ov	Bx	r	Rs
Família Gobiidae										
<i>Awaous tajasica</i>	7	N	Mt	Bx	Rap	Mp	Ov	Bx	r	Fg
<i>Evorthodus lyricus</i>	1	M	Mt	Bx	Rap	Mp	Ov	Bx	r	Fg
Família Eleotridae										
<i>Eleotris pisonis</i> *	27	M	Mt	Bx	Rap	Mp	Ov	Bx	r	Rs
<i>Domitator maculatus</i>	80	M	Mt	Bx	Rap	Mp	Ov	Bx	r	Rs
Família Gerreidae										
<i>Eucinostomus argenteus</i> *	9	M	Mt	Alt	Rap	Mp	Ov	Alt	r	Rs
Família Syngnathidae										
<i>Microphis lineatus</i>	9	M	Mt	Bx	Rap	Mp	Ov	Bx	r	Rs
<i>Oostethus lineatus</i>	2	M	Mt	Bx	Rap	Mp	Ov	Bx	r	Rs
Família Paralichthyidae										
<i>Citharichthys spilopterus</i>	4	M	Mt	Bx	Rap	Mp	Cn	Bx	r	Fg
Total geral	4164									

* possui valor comercial.

Onde: N (Nativa), I (Introduzida), M (Marinha), Mt (Multiplicação), Mg (Migração), Rap (Rápida), Mp (Multipla), Sz (Sazonal), Ov (Onívoro), Cn. (Carnívoro), Bx (Baixa), Alt (Alta), Rs (Resiliente), Fg (Frágil).

Fonte: Britski, Sato e Rosa (1984); Burger (2008); Figueiredo; Menezes (1978); Froese; Pauly (2017); Lowe-McConnel (1999)

As espécies de valor comercial em maior quantidade foram: as nativas Pirambeba (*Serrasalmus brandtii*) e Traíra (*Hoplias malabaricus*); as introduzidas Piranha (*Myleus micans*) e Tilápia (*Oreochromis sp.*); e as marinhas, Amorés (*Eleotris pisonis*) e Mojarras (*Eucinostomus argenteus*), espécies caracterizadas por possuírem hábito alimentar pouco especializado e tolerante aos impactos.

As espécies nativas do rio São Francisco, tais como Pacamã (*Lophiosurus alexandri*) que possui hábito alimentar especializado, baixa tolerância aos impactos ambientais, taxa de crescimento lenta, entre outros atributos ecológicos; Piaus, como *Leporinus obtusiden* e *Leporinus reinhardti* que realizam migrações mais longas; e as espécies mais exigentes em relação à qualidade do habitat, tais como o Pirá (*Conorhynchus conirostris*) e o Surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*), não foram registradas neste programa de amostragem.

As espécies nativas migratórias, de hábito alimentar especializado, baixa tolerância a impactos ambientais e taxa de crescimento lenta, são muitas vezes espécies comerciais, e estão sendo substituídas ao

longo do tempo por espécies nativas e exóticas caracterizadas como sedentárias, tolerante aos impactos, de menor longevidade, rápida produção de biomassa, menos exigentes em relação à vazão e ao hábito alimentar. As espécies marinhas, por sua vez, estão adentrando o rio em maior número nos últimos anos, devido à diminuição da vazão e avanço da cunha salina (BARBOSA et al., 2017), sendo representadas neste estudo principalmente pelas Famílias Gobiidae (Gobi de rio), Gerreidae (Carapeba), Syngnathidae (Peixe cachimbo), Engraulidae (Manjuba), Paralichthyidae (Linguado), Eleotridae (Amoré) e Atherinopsidae (Peixe-rei).

Este tipo de cenário amplifica a competição, selecionando as que conseguem manter uma alta taxa de reprodução e que exploram da melhor forma os recursos, características peculiares das espécies introduzidas e/ou invasoras (PELICICE; POMPEU; AGOSTINHO, 2015; SOUZA et al., 2016). Para Agostinho (2007) as espécies estrategistas r são bem-sucedidas, visto que apresentam flexibilidade quanto às necessidades alimentares e reprodutivas,

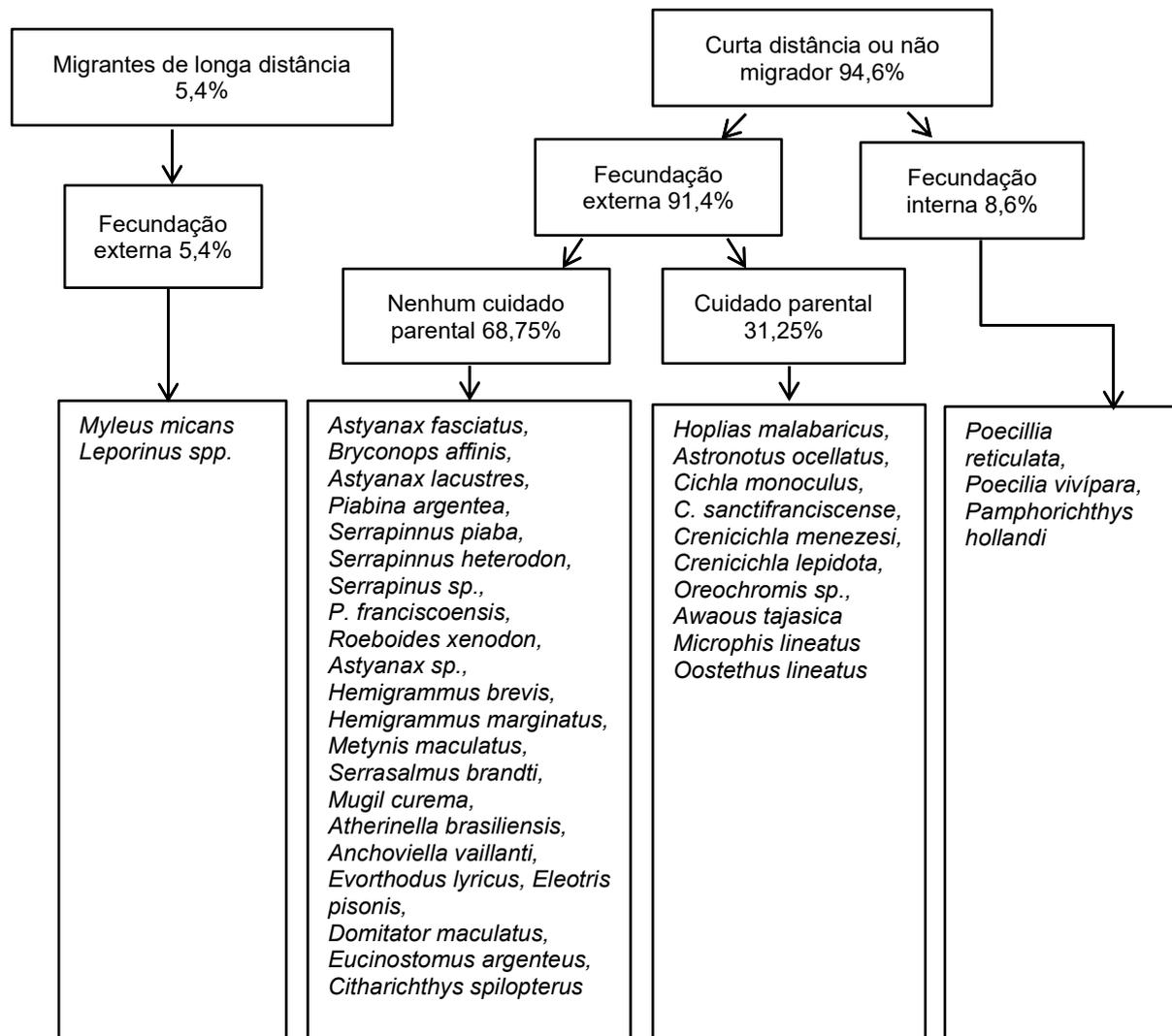
ajustando-se às variações na disponibilidade alimentar e condições ambientais.

Ao avaliar as estratégias reprodutivas, apenas 5,4% são espécies migrantes de longa distância (Figura 4). As espécies coligadas em sua maioria são estrategistas r, em sua maior parte apresentam fecundação externa e nenhum cuidado parental. Dentre as espécies sedentárias, existem as que não possuem cuidado parental e as que possuem graus variados de cuidado parental (Figura 4).

As espécies migrantes necessitam de três tipos de ambiente do rio para completar seu ciclo de vida: área de desova, de crescimento e de alimentação. Já as

sedentárias completam seu ciclo de vida em uma mesma área do rio (HILSDORF; MOREIRA, 2008). Estudos realizados por Soares, Bruno e Lemos (2011), Freitas, Nogueira e Moura (2015) e Sampaio, Paiva e Silva (2015) confirmam a diminuição ou desaparecimento das espécies migrantes. Estas informações se tornam mais evidentes quando a ictiofauna atual é comparada com a ictiofauna original, e, embora a maioria das atuais espécies seja sedentária, as migratórias são as mais importantes para a pesca comercial e recreativa (LIMA et al., 2010; ALVES; LEAL, 2010).

Figura 4 - Lista de espécies de acordo com sua estratégia reprodutiva, no Baixo Rio São Francisco (campanha 2014 a 2017)



Fonte: Autores (2020) e Agostinho et al. (2004)

As espécies sedentárias possuem como características tempo de vida curto,

pequeno a médio porte e uma variedade de estratégias reprodutivas que contribuem para

o aspecto dinâmico das populações e comunidades (AGOSTINHO et al., 2007). São desovadores de pequenas ninhadas, que estabelecem território e com frequência fazem ninho no qual desovam e guardam os ovos (LOWE-MCCONNEL, 1999). Dentre estas, existem as que possuem graus variados de cuidado parental, tais como: construção e limpeza de ninhos, incubação de ovos na boca, proteção contra predadores, transporte dos ovos pelo corpo entre outros. As espécies sedentárias de fecundação interna normalmente vivem em área de várzea e são mais independentes dos ciclos de cheias (AGOSTINHO et al., 2007).

Para Poff e Schmidt (2016) a sazonalidade da vazão fornece melhores condições tanto na morfologia do rio, quanto para a heterogeneidade do ecossistema, fundamental na reprodução e recrutamento de espécies com diferentes histórias de vida, que respondem a determinados “gatilhos” ambientais (BUNN; ARTHINGTON, 2002). As características originais do ecossistema aquático já não mais existem no Baixo curso

do Rio São Francisco, alterando a ictiofauna original, com mudanças na proporção entre as diferentes guildas reprodutivas e alimentares, predomínio de espécies tolerantes em relação às menos tolerantes, e principalmente, substituição nas espécies alvo da pesca, inclusive com o aumento da importância das espécies marinhas/estuarinas como recurso pesqueiro (PESO-AGUIAR, 2010).

Segundo Lowe-McConnel (1999) as principais espécies comerciais do rio São Francisco, encontradas também em seu Baixo Curso, anteriormente aos impactos advindos com a implantação das barragens eram *Pseudoplastysoma curuscans* (Surubim), *Salminus brasiliensis* (Dourado), *Schizodon knerii* (Piau-branco) e *Lophosilurus alexandri* (Pacamã). A Tabela 5 ilustra os atributos ecológicos e requerimentos de habitat das principais espécies do Baixo Rio São Francisco, principalmente pela sua importância ecológica e econômica.

Tabela 5 - Atributos ecológicos e requerimentos de habitat de espécies comerciais do Baixo Rio São Francisco

Espécies	<i>S. brasiliensis</i>	<i>L. obtusidens</i>	<i>P. corruscans</i>	<i>C. conirostris</i>	<i>L. alexandri</i>
Nome vernacular	Dourado	Piau	Surubim	Pirá	Pacamã
Atributos ecológicos					
Tamanho	130 cm	76 cm	182 cm	100 cm	72 cm
Expectativa de vida	10 anos	7 anos	20 anos	11 anos	-
Hábito Alimentar	Carnívoro/ Piscívoro	Onívoro	Carnívoro/ Piscívoro	Ilíófago/ Bentófago	Carnívoro
Reprodução	Ovíparo, migrador de longa distância	Ovíparo, migrador de longa distância	Ovíparo, migrador de longa distância	Ovíparo, migrador de longa distância	Ovíparo, sedentário
Desova	Desova total	Desova total	Desova total	Desova total	Desova parcelada
Período reprodutivo	Estação chuvosa	Estação chuvosa	Estação chuvosa	Estação chuvosa	Estação chuvosa
Importância ecológica	Predador de topo	Elo na cadeia trófica	Predador de topo e espécie chave	Ciclagem de nutrientes	Predador de topo
Requerimento de habitat					
Habitat	Águas rápidas, corredeiras e cachoeiras	Vegetação densa	Fundo dos rios entre macrófitas	Águas rápidas	Substrato arenoso e fundo do rio
pH da água	6 a 7,6	6 a 7,6	6 a 8	6,5 a 7,5	6 a 7
Temperatura	22°C a 28°C	18°C a 28°C	22°C a 28°C	22°C a 27°C	22°C a 27°C

Fonte: Burger (2008), Froese e Pauly (2017), Lowe-McConnel (1999)

A continuidade das alterações ambientais poderá diminuir ainda mais a diversidade de espécies, causar mudanças

na abundância e, em última análise, levar à extinção local de algumas espécies. Segundo o Plano de Ação Nacional para Conservação

de Espécies Ameaçadas da Fauna Aquática do rio São Francisco, as espécies ameaçadas são: Barrigudinho (*Pamphorichthys pertapeh*), Pirá-tamanduá (*Conorhynchos conirostris*), Cascudinho (*Pareiorhaphis mutuca*), Cambeva (*Trichomycterus novalimensis*), Bagre (*Bagropsis reinhardti*), Pirapitinga (*Brycon nattereri*), Lambari (*Kolpotocheiroduon theloura*) e Pacamã (*Lophiosilurus alexandri*). Além disso, mais seis outras espécies de peixes são consideradas em risco e/ou quase ameaçadas: Piaba (*Hysteronotus megalostomus*), Cascudinho (*Plesiopoma curvidens*), Pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*), Bagre (*Rhamdiopsis microcephala*), Acari roncador (*Rhinelepis aspera*) e Dourado (*Salminus franciscanus*) (BRASIL, 2015b).

Aspectos como a supressão da vegetação, a regulação das vazões, a vulnerabilidade do solo e a as alterações dos parâmetros físico-químicos da água, todos observados na área de estudo deste trabalho, têm consequência direta no ecossistema, através de mudanças na velocidade do fluxo, na produtividade e na disponibilidade de habitats, que tendem a selecionar espécies mais adaptadas às mudanças ambientais, podendo acelerar os processos de extinção local.

4 Conclusões

O conhecimento dos atributos ecológicos das espécies torna-se fundamental, à medida que, qualquer

programa de restauração, inclusive estudos para a definição de hidrogramas ambientais, deve levar em conta as exigências das espécies em relação aos habitats submetidos ao processo de recomposição.

A sazonalidade dos habitats é o fator-chave que afeta vários aspectos inter-relacionados da vida das comunidades (BUNN; ARTHINGTON, 2002). As estratégias de ciclo de vida estão conectadas a essas mudanças sazonais no ambiente que afetam todos os aspectos da biologia dos peixes – seu alimento, movimentos, crescimento e épocas de reprodução. As alterações dos fluxos hidrodinâmicos reorganizaram a estrutura das comunidades aquáticas afetando diferentemente as espécies com estratégias reprodutivas distintas.

Portanto, mesmo considerando que os atributos ecológicos das comunidades de peixes possuem várias exceções às generalizações, acredita-se que as informações obtidas podem servir de base para estudos sobre a definição e implantação de hidrogramas ambientais, pois, se objetivou uma ictiofauna mais próxima do original, deve-se, na medida do possível, atender aos requerimentos de habitat e restabelecer condições que garantam os processos reprodutivos como, a sazonalidade e a possibilidade de migração. Em última análise, a importância destas informações não exclui a necessidade de estimular estudos adicionais sobre preferências de substrato, velocidade das águas e habitat preferencial nos diferentes estágios do ciclo de vida das espécies dos peixes do Baixo curso do Rio São Francisco.

5 Flow regulation and its effects on the ecological attributes of ichthyofauna: The Case of the São Francisco River Low Course

Abstract: *The study aimed to assist research on the elaboration of environmental hydrographs in the Lower Course of the São Francisco River. In this context, the characterization of the composition, abundance and structure of the ichthyofauna was carried out in order to determine its ecological attributes, under the effects of flow regularization. Biotic and abiotic parameters were analyzed through field observations, photographic records, in loco measurements and analysis of primary and secondary data. The results indicated a decline in the species of aquatic and riparian flora, high to moderate vulnerability in soil loss and changes in the physicochemical parameters of the water. The ichthyofauna diversity indices validated greater flow intervention at the sampling points near the Dam, confirmed by the similarity analysis. The ecological attributes indicated the predominance of fish species r strategist, opportunistic and resistant to the impacts arising from flow regulation. The loss of seasonality, as a consequence of this regulation, affects several interrelated aspects of communities, such as food, movements, growth and breeding seasons.*

keywords: Hydrographic basin; Fish Community; Habitat Fragmentation; Biodiversity.

6 Referências

- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; VERÍSSIMO, S. OKADA, E. K. Flood regime, dam regulation and fish in the Upper Paraná River: effects on assemblage attributes, reproduction and recruitment. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**. v. 14: p. 11–19, 2004.
- AGOSTINHO, A. A. **Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil**. Maringá: Eduem, 2007. 501 p., il. Bibliografia: p.455-501.
- AGOSTINHO, A. A.; PELICICE F. M.; PETRY, A. C.; GOMES, L. C.; JÚLIO JR. H. F. Fish diversity in the upper Paraná River basin: habitats, fisheries, management and conservation. **Aquatic Ecosystem Health & Management**, v. 10: p. 174–186, 2007. DOI: 10.1080/14634980701341719.
- AGOSTINHO, A. A.; PELICICE, F.M.; GOMES, L.C. Dams and the fish fauna of the Neotropical region: impacts and management related to diversity and fisheries. **Brazilian Journal of Biology**, [online]. 2008, vol.68, n.4, suppl., pp.1119-1132. ISSN 1678-4375.
- ALVES, C. B. M.; POMPEU, P. S. **Peixes do Rio das Velhas: passado e presente. Conteúdo parcial: Peixes do Rio das Velhas: uma contribuição para a ictiologia do Brasil/por Christian Frederik Lutken (1827-1901)**. 2. ed. 427p. Belo Horizonte, MG, 2001. ISBN: 978-85-98885-80-3.
- ALVES, C. B.M.; LEAL, C. G. Aspectos da conservação da fauna de peixes da Bacia do Rio São Francisco em Minas Gerais. **MG Biota**, Belo Horizonte, v.2, n.6, 2010.
- ANA. **HidroWeb: sistemas de informações hidrológicas**. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br>>. Acesso em: 2018.
- ARAÚJO, S.S.; AGUIAR NETTO, A. O.; SALES, J.M. J. O peixe, o pescador e a Barragem de Xingó no Baixo São Francisco em Sergipe e Alagoas no Brasil. **Revipi**, v. 2, n. 1, 2016.
- AVENDAÑO, C. M. M.; RAMÍREZ, N. J. A. Spatial and temporal variation of fish assemblage associated with aquatic macrophyte patches in the littoral zone of the Ayapel Swamp Complex, Colombia. **Acta Limnologica Brasiliensia**. v. 29, 2017.
- BARBOSA, J. M.; SOARES, E. C.; CINTRA, I. H. A.; HERMANN, M.; ARAÚJO, A. S. R. Perfil da ictiofauna da Bacia do Rio São Francisco. **Acta Fish. Aquat**. v. 5, p. 70-90, 2017.
- BRASIL. **Resolução Nº 1492, 18 de Dezembro de 2015a**. Documento nº 00000.077888/2015-63. Dispõe sobre a redução temporária da descarga mínima defluente dos reservatórios de Sobradinho e Xingó, no rio São Francisco. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2015/1492-2015.pdf>. Acesso em 05 de junho de 2018.
- BRASIL. **Portaria ICMBIO Nº 34, de 27 de maio de 2015b**. Aprova o Plano de Ação Nacional para a Conservação das Espécies Ameaçadas de Extinção da Fauna Aquática da Bacia do Rio São Francisco. Processo nº 02031.000013/2013-70. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2015/p_icmbio_34_2015_aprova_pan_conserva%C3%A7%C3%A3o_sps_amea%C3%A7adas_extin%C3%A7%C3%A3o_fauna_aqu%C3%A1tica_bacia_rio_s%C3%A3o_francisco.pdf. Acesso em 01 de setembro de 2018.
- BRASIL. **Resolução Nº 51, de 26 de Julho de 2018**. Documento nº 00000.046586/2018-96 Dispõe sobre a redução temporária da descarga mínima defluente dos reservatórios de Sobradinho e Xingó, no rio São Francisco. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2018.pdf>. Acesso em 10 de outubro de 2018.
- BRITSKI, H.A.; SATO, Y.; ROSA, A.B.S. **Manual de identificação de peixes da região de Três Marias (com chaves de identificação para os peixes da Bacia do São Francisco)**, Brasília, Câmara dos Deputados/ CODEVASF. 143 p. 1984.
- BUNN, S. E; ARTHINGTON, A. H. Basic Principles and Ecological Consequences of Altered Flow Regimes for Aquatic Biodiversity. **Environmental Management**, v. 30, n. 4: 492–507, 2002.
- BURGER, R. **Ictiofauna do baixo rio São Francisco à jusante da barragem de Xingó: Inventário e caracterização taxonômica**. 2008, 132 f. Monografia (Graduação – Ciências Biológicas - Bacharelado), Universidade Federal da Bahia. Salvador.
- CRUZ, R. C.; ROCHA, J. M.; CRUZ, J. C.; VILELLA, F. S.; SILVEIRA, G. L. Índice Ambiental de Perda por Fragmentação (IAPF). **RBRH**. Porto Alegre, v. 20 n. 3 p. 763 – 773, 2015.
- DIAS, R. M.; DA SILVA, J. C. B.; GOMES, L. C.; AGOSTINHO, A. A. Effects of macrophyte complexity and hydrometric level on fish assemblages in a Neotropical floodplain. **Environ Biol Fish**. v. 100, p. 703–716, 2017.
- FERRAREZE, M.; NOGUEIRA, M. G.; CASATTI, L. 2015. Differences in ichthyofauna feeding habits among lateral lagoons and the river channel in a large reservoir. **Brazilian Journal of Biology**. v. 75, n. 2, p. 380-390.
- FIGUEIREDO, J. L.; MENEZES, N. A. **Manual de peixes marinhos do Sudoeste do Brasil**. Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1978.

- FRAGOSO-MOURA, E. N.; LUIZ, T. F.; COETIA, R. Z. PERET, A. C. Trophic ecology of *Hemigrammus marginatus* Ellis, 1911 (Characiformes, Characidae) in a conserved tropical stream. **Braz. J. Biol.** v. 77, n. 2, p. 372-382, 2017.
- FREITAS, L. O.; NOGUEIRA, E. M. S.; MOURA, G. J. B. Pesca artesanal no cânion do rio São Francisco: modo de vida, desafios e percepções. In: Nogueira, E. M. S.; Sá, M. F. P. **A pesca artesanal no Baixo São Francisco: atores, recursos, conflitos**. 1ª Edição. Sociedade Brasileira de Ecologia Humana – SABEH. Petrolina/PE, 2015.
- FROESE, R.; PAULY, D. Editores. **FishBase**. Publicação eletrônica da World Wide Web, 2017. Disponível em: <<http://www.fishbase.org>>. Acesso em 01 de dezembro de 2017.
- GODINHO, F.; COSTA, S.; PINHEIRO, P.; ALVAREZ, T.; REIS, F. Metodologia integrada para a determinação de regimes de caudais ecológicos aplicada em rios Ibéricos – Aqualogos e-Flow. **Revista Recursos Hídricos** - Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos. v. 35, n. 2, p. 19-27, 2014.
- GRACIOLLI, G.; AZEVEDO, M.A. MELO, F.A.G. Comparative study of the diet of Glandulocaudinae and Tetragnonopterinae (Ostariophysi: Characidae) in a small stream in Southern Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 38, n. 2, p. 95-103, 2003.
- HAMMER, O.; HARPER, D. A.T.; RYAN, P. D. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica**, v. 4, art. 4: 9pp., 2005, 178kb. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm.
- HILSDORF, A. W. S.; MOREIRA, R. G. Piracema: por que os peixes migram. **Scientific American**, Brasil, 2008.
- HOLANDA, F. S. R.; SANTOS, L. C. G.; ARAÚJO FILHO, R. N. Percepção dos ribeirinhos sobre a erosão marginal e a retirada da mata ciliar do Rio São Francisco no seu baixo curso. **Revista RAEGA – O espaço geográfico em análise**, Curitiba, p. 219 – 237, 2011.
- LIMA, V. M. M.; SANTOS, M. M.; MARQUES, E.; CESARINA, A.; SOARES, E. C. Plano de manejo pesqueiro e comercialização do pescado na cidade de Penedo, Estado de Alagoas, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v.5, n. 3, 2010.
- LOWE-MCCONNELL, R.H. 1999. **Estudos Ecológicos de Comunidades de Peixes Tropicais**. São Paulo, USP, 535p.
- KENNEDY, M. P.; LANG, P.; GRIMALDO, J. T.; MARTINS, S. V.; BRUCE, A.; HASTIE, A.; LOWE, S.; ALI, M. M.; SICHINGABULA, H.; DALLAS, H.; BRIGGS, J.; MURPHY, K. J. Environmental drivers of aquatic macrophyte communities in southern tropical African rivers: Zambia as a case study. **Aquatic Botany**, v. 124, p. 19-28, 2015.
- MAGURRAN, A. E. **Ecological Diversity and Its Measurement**. London. Croom Helm. 179p. 1988.
- MCGILL, B.J.; ENQUIST, B.J.; WEIHER, E. & WESTOBY, M. Rebuilding community ecology from functional traits. **Trends in Ecology and Evolution**. v.2, p. 178-185, 2006.
- MEDEIROS, Y. D. P. Rede **EcoVazão. Estudo do regime de vazão ecológica para o Baixo curso do rio São Francisco: Uma abordagem multicriterial**. Universidade Federal da Bahia. 2010.
- MEDEIROS, P. R. P.; CAVALCANTE, G. H.; BRANDINI, N.; KNOPPERS, B. A. Inter-annual variability on the water quality in the Lower São Francisco River (NE-Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**. v. 28, n.5, 2016.
- MORAIS, L.; MARTINS, I.; BARBOSA, J. E. L.; MOLOZZI, J.; ANACLÉTO, M. J.; CALLISTO, M. Bioindicadores bentônicos de qualidade ambiental em reservatórios da CEMIG. In: CALLISTO, M.; ALVES, C. B. M.; LOPES, J. M.; CASTRO, M. A. (org.) **Condições ecológicas em Bacias Hidrográficas de empreendimentos hidrelétricos**. Belo Horizonte: Companhia Energética de Minas Gerais, v. 1, p. 161-184, 2014 (Série Peixe Vivo, 2).
- MORROW, JR., J. V.; FISCHENICH, C. Habitat Requirements for Freshwater Fishes. **ERDC TN-EMRRP-SR-06**. May 2000.
- MOURA, M. M.; FONTES, C. S.; SANTOS, M. H.; ARAÚJO FILHO, R. N.; HOLANDA, F. S. R. Estimativa de perda de solo no Baixo São Francisco Sergipano. **Revista Scientia Agraria**. v. 18 n. 2, 2017.
- NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A.A.; BAUMGARTNER, G.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P.V.; MAKRAKIS, M.C.; PAVANELLI, C.S. **Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação**. CD ROM. 1. Ed. Maringá: Núpelia, 2003.
- PELICICE, F. M.; POMPEU, P. S.; AGOSTINHO, A. A. Large reservoirs as ecological barriers to downstream movements of Neotropical migratory fish. **Fish and Fisheries**, v. 16, p. 697–715, 2015.
- PESO-AGUIAR, M. C. **Caracterização de ictiofauna bioindicadora da vazão ecológica para o Baixo Curso do Rio São Francisco**. Relatório Técnico CNPq, CTHidro. 100 p., 2010.

PODGAISKI, L. R.; MENDONÇA JR., M. S.; PILLAR, V. D. O uso de Atributos Funcionais de Invertebrados terrestres na Ecologia: o que, como e por quê? **Oecologia Australis**. v.15, n. 4, p. 835-853, 2011.

POFF, N. L.; SCHMIDT, J. C. How dams can go with the flow - Small changes to water flow regimes from dams can help to restore river ecosystems. **Science**. v. 353, p. 1099-1100, 2016.

SAMPAIO, C. L. S.; PAIVA, A. C. G.; SILVA, E. C. S. Peixes, pesca pescadores do Baixo São Francisco, Nordeste do Brasil. In: Nogueira, E. M. S.; Sá, M. F. P. **A pesca artesanal no Baixo São Francisco: atores, recursos, conflitos**. 1º Ed. Sociedade Brasileira de Ecologia Humana – SABEH. Petrolina/PE, 2015.

SANTANA, K. N. C.; FONTES, A. S.; COSTA, A. R.; PESO-AGUIAR, M. C.; SANTOS, A. C. A.; MEDEIROS, Y. D. P. Efeitos da regularização dos reservatórios na ictiofauna do Baixo Curso do Rio São Francisco. **Gesta**, v. 4, n. 1, p. 95-108, 2016.

SANTOS, M. L. **Avaliação de alterações em comunidades de peixes e na pesca do Baixo Curso do Rio São Francisco (Brasil) em função de barramentos**. 2009. 165p. (Mestrado em Ecologia Aplicada) Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SCHORK, G.; ZANIBONI-FILHO, E., 2017. Structure dynamics of a fish community over ten years of formation in the reservoir of the hydroelectric power plant in upper Uruguay River. **Brazilian Journal of Biology**. v. 77, n. 4, p. 710-723.

SILVA, R.R.; BRANDÃO, C.R.F. Morphological patterns and community organization in leaf-litter ant assemblages. **Ecological Monographs**. v. 80, p. 107-124, 2010.

SOARES, E. C.; BRUNO, A. M. S. S.; LEMOS, J. M.; Santos, R. B. Ictiofauna e pesca no entorno de Penedo, Alagoas. **Biotemas**. v. 24, n. 1, p. 61-67, 2011.

SOUZA, C. E.; BARRELLA, W. Atributos ecomorfológicos de peixes do Sul do Estado de São Paulo. **Revista Eletrônica de Biologia**. v. 2, n. 1, p. 1-34, 2009.

SOUZA, F.; LEITÃO, M. L. C.; ROCHA, B. G. A.; HIROKI, K. A. N.; PELLI, A. Estrutura ictiofaunística do Rio Uberaba: a influência dos barramentos na dinâmica ecológica das comunidades de peixes. **Biota Amazônia**, Macapá, v. 6, n. 4, p. 87-93, 2016.

SOUZA-CRUZ-BUENAGAA, F. V. A.; ESPIGA, S. A.; CASTROB, T. L. C.; SANTOSA, M. A. Environmental impacts of a reduced flow stretch on

hydropower plants. **Braz. J. Biol.** São Carlos, v. 79, n. 3, 2018.

SUÇUARANA, M. S.; VIRGÍLIO, L. R.; VIEIRA, L. J. S. Trophic structure of fish assemblages associated with macrophytes in lakes of an abandoned meander on the middle river Purus, Brazilian Amazon. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**. Maringá, v. 38, n. 1, p. 37-46, 2016.

THOMAZ, S. M.; CUNHA E. R. The role of macrophytes in habitat structuring in aquatic ecosystems: methods of measurement, causes and consequences on animal assemblages' composition and biodiversity. **Acta Limnologica Brasiliensia**. v. 22, n. 2, p. 218-236, 2010.

TIMPANE-PADGHAM, B. L.; BEECHIE, T.; KLINGER, T. A systematic review of ecological attributes that confer resilience to climate change in environmental restoration. **Plos One**. v. 12, n. 3, 2017.

VAZZOLER, A. E. A. M. **Biologia da Reprodução de Peixes Teleósteos: teoria a prática**. Maringá: EDUEM, 1996.

WINEMILLER, K. O.; MCINTYRE, P. B.; CASTELLO, L.; FLUET-CHOUINARD, E.; GIARRIZZO, T.; NAM, S.; BAIRD, I. G.; DARWALL, W.; LUJAN, N. K.; HARRISON, I.; STIASSNY, M. L. J.; SILVANO, R. A. M.; FITZGERALD, D. B.; PELICICE, F. M.; AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; ALBERT, J. S.; BARAN, E.; PETRERE JR., M.; ZARFL, C.; MULLIGAN, M.; SULLIVAN, J. P.; ARANTES, C. C.; SOUSA, L. M.; KONING, A. A.; HOEINGHAUS, D. J.; SABAJ, M.; LUNDBERG, J. G.; ARMBRUSTER, J.; THIEME, M. L.; PETRY, P.; ZUANON, J.; TORRENTE VILARA, G.; SNOEKS, J.; OU, C.; RAINBOTH, W.; PAVANELLI, C. S.; AKAMA, A.; VAN SOESBERGEN, A.; SÁENZ, L. Balancing hydropower and biodiversity in the Amazon, Congo, and Mekong - Basin-scale planning is needed to minimize impacts in mega-diverse rivers. **Science**. v. 351 n. 6269, p. 128-129, 2016.

7 Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES;
Ao Mestrado em Meio Ambiente, Águas e Saneamento - MAASA;
Ao Laboratório de Ictiologia da Universidade Estadual de Feira de Santana;
Ao Laboratório de Malacologia e Ecologia de Bentos – LAMEB da Universidade Federal da Bahia;
Ao Grupo de Gestão de Recursos Hídricos - GRH da Universidade Federal da Bahia.