UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA POLITÉCNICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

EFEITOS DA REGULAÇÃO DA VAZÃO SOBRE OS ATRIBUTOS ECOLÓGICOS DA ICTIOFAUNA NO BAIXO CURSO DO RIO SÃO FRANCISCO

Alba Vívian Amaral Figueiredo

Salvador
2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA POLITÉCNICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

EFEITOS DA REGULAÇÃO DA VAZÃO SOBRE OS ATRIBUTOS ECOLÓGICOS DA ICTIOFAUNA NO BAIXO CURSO DO RIO SÃO FRANCISCO

Alba Vívian Amaral Figueiredo

Dissertação apresentada a Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia como requisito para a obtenção do título de Mestre em Meio Ambiente, Águas e Saneamento.

Orientador: Severino Soares Agra Filho
Coorientador: Alexandre Clistenes de Alcântara Santos

Salvador
2018

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Universitário de Bibliotecas (SIBI/UFBA), com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Amaral Figueiredo, Alba Vivian
Efeitos da regulação da vazão sobre os atributos ecológicos da ictiofauna no Baixo Curso do Rio São Francisco / Alba Vivian Amaral Figueiredo, Alba Vivian Figueiredo. -- Salvador, 2018.
133 f. : il

Orientador: Severino Soares Agra Filho.
Coorientador: Alexandre Clistenes de Alcântara Santos.
Dissertação (Mestrado - Mestrado em Meio Ambiente, Águas e Saneamento) -- Universidade Federal da Bahia, Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia, 2018.

1. Rio São Francisco. 2. Bacia Hidrográfica. 3. Ictiofauna. 4. Atributos ecológicos. 5. Hidrograma ambiental. II. Figueiredo, Alba Vivian. I. Soares Agra Filho, Severino. II. Clistenes de Alcântara Santos, Alexandre. III. Título.

MAASA
Mestrado em Meio Ambiente, Águas e Saneamento

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA POLITECNICA

Alba Vívian Amaral Figueiredo

Efeitos da regulação da Vazão sobre os atributos ecológicos da ictiofauna no Baixo Curso do Rio São Francisco

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Severino Soares Agra Filho _____
Universidade Federal da Bahia

Profa. Dr(a). Soraia Barreto Aguiar Fonteles _____
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Professor Dr. Lafayette Dantas da Luz s _____
Universidade Federal da Bahia

Professor Dr. Alexandre Clistenes de Alcântara Santos _____
Universidade Estadual de Feira de Santana

Salvador
23 de outubro de 2018

Rua Aristides Novis, 02 - 4º andar, Federação - Salvador-BA - CEP. 40210-630
Contato: (71) 3283-9785/3283-9454 E-mail: maasa@ufba.br
Site: www.maasa.eng.ufba.br

Cântico das Criaturas

Louvado seja meu Senhor, com todas as Tuas criaturas
Especialmente o senhor irmão Sol
O qual faz o dia e por ele alumia
E ele é belo, radiante, com grande esplendor de Ti
Louvado sejas, meu Senhor, pela irmã Lua
Pelas estrelas que no céu Formaste-as claras preciosas e belas
Louvado sejas, meu Senhor, pelo irmão vento
Pelo ar, pela nuvem, pelo sereno e todo tempo
Pelo qual dá às tuas criaturas o sustento

Louvado sejas, meu Senhor, pela irmã água
A qual nos é muito útil, úmida, preciosa e casta
Louvado sejas, meu Senhor, pelo irmão fogo
Pelo qual iluminas a noite, ele é belo robusto e forte
Louvado sejas, meu Senhor, pela nossa irmã a mãe terra
A qual nos sustenta, governa e produz diversos frutos,
Flores coloridas e ervas

Louvado seja meu Senhor, pela nossa irmã a morte corporal
Da qual nenhum vivente pode escapar
Louvai e bendizei o meu Senhor
Agradeça e sirva com grande humildade

São Francisco de Assis

AGRADECIMENTOS

Ao Rio São Francisco e sua imensidão de vida! Esse modesto senhor e sua riqueza imensurável, águas, fauna, flora, culturas e histórias. Seduz qualquer ser vivente com suas cores, formas, cheiros, encantos e sabores. Obrigada Francisco por seu acolhimento, aconchego e gentileza.

Aos meus incentivadores na vida, meus amores, José Ottoni e Lindiomar, as duas pessoas que me concederam fazer parte desse mundo louco e atrapalhado, mas gostoso de ser vivido e contemplado.

A Tony e Liony, partes anteriores a mim, totalmente diferentes, mas produzidos pela mesma fôrma, irmãos-amigos-amores.

A Alexandre, um mix de orientador, professor e amigo, guiando e orientando meus caminhos nesta jornada acadêmica e de vida. Ser humano e profissional incrível de coração enorme, onde sempre cabe mais um, dois, três...

Ao orientador e professor Severino pelas orientações, aprendizados e conselhos.

Ao grupo do Laboratório de Ictiologia da UEFS, em especial a Jonas e Fabiane.

Ao Grupo de Recursos Hídricos da UFBA e professora Yvonilde por nos conceder a realização do trabalho.

Ao grupo do Laboratório de Malacologia e Ecologia de Bentos da UFBA e professora Marlene pelas orientações, ensinamentos e coletas em campo.

Aos colegas MAASA pelas risadas, parceria e coleguismo, em especial a Isabela, Alessandro e Társio, amigos dispostos a ajudar.

Ao Sr. Manoel e sua equipe de barqueiros pela disponibilidade de ajuda em campo.

A CAPES pelo apoio financeiro e institucional.

Ao programa de mestrado MAASA e seu corpo docente que contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho e os que estiverem por vir.

Aos professores Lafayette Luz e Soraia Fonteles, pelas orientações e contribuições ao trabalho.

Sumário

1. INTRODUÇÃO _____ 23
2. REFERENCIAL TEÓRICO _____ 25
2.1. Impactos socioambientais no Baixo curso do Rio São Francisco _____ 25
2.2. Ictiofauna do Baixo curso do Rio São Francisco _____ 30
2.3 Alterações dos regimes de fluxo em rios e suas influências sobre atributos ecológicos da ictiofauna _____ 35
2.3.1 Atributos ecológicos da ictiofauna e vazão regularizada _____ 35
2.3.2 Hidrograma ambiental _____ 40
3. METODOLOGIA _____ 45
3.1. Caracterização da pesquisa _____ 45
3.2. Área de estudo _____ 45
3.3. Caracterização dos habitats amostrados no Baixo curso do Rio São Francisco _____ 48
3.3.1. Caracterização dos aspectos bióticos _____ 48
3.3.2. Caracterização dos aspectos abióticos _____ 48
3.4. Caracterização da ictiofauna _____ 49
3.4.1. Caracterização da composição _____ 49
3.4.2. Caracterização da abundância e estrutura _____ 51
3.4.3. Caracterização dos atributos ecológicos _____ 52
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO _____ 55
4.1. Caracterização dos habitats amostrados no Baixo curso do Rio São Francisco _____ 55
4.1.1. Caracterização dos aspectos bióticos _____ 55
4.1.2. Caracterização dos aspectos abióticos _____ 59
4.2. Caracterização da ictiofauna _____ 66
4.2.1. Caracterização da composição _____ 66
4.2.2. Caracterização da abundância e estrutura _____ 71
4.2.3. Caracterização dos atributos ecológicos _____ 76
5. CONCLUSÃO _____ 85
ANEXO A: Ictiofauna da Bacia do rio São Francisco _____ 88
ANEXO B: Espécies de peixes desembarcadas em 8 municípios/localidades

do Baixo Curso do Rio São Francisco (Alagoas/Sergipe) – 1998/1999 _____ 94

ANEXO C: Lista de espécies capturadas nas lagoas Morro Chaves, Matias de Souza, Pindoba e Marituba do Peixe (2007/2008) _____ 96

ANEXO D: Etnoespécies de peixes, segundo a percepção de pescadores do Cânion do Baixo Curso do Rio São Francisco (2012/ 2013) _____ 98

ANEXO E: Espécies coletadas na região estuarina do Rio São Francisco ____ 99

ANEXO F: Ictiofauna da Bacia do rio São Francisco: espécies alóctones, introduzidas _____ 103

ANEXO G: Ictiofauna da Bacia do rio São Francisco: espécies invasoras (Divisão Periférica) _____ 104

REFERÊNCIAS _____ 105

APÊNDICE A: Representação de ausência, presença, frequência absoluta e relativa das espécies da ictiofauna no Baixo Curso do Rio São Francisco ____ 120

APÊNDICE B: Espécies coletadas pela Rede Ecovazão (campanhas 2007, 2008 e 2009) sua classificação taxonômica e atributos ecológicos _____ 123

APÊNDICE C: Espécies coletadas na campanha 2014, com sua classificação taxonômica e atributos ecológicos _____ 126

APÊNDICE D: Espécies coletadas na campanha 2016, com sua classificação taxonômica e atributos ecológicos _____ 129

APÊNDICE E: Espécies coletadas na campanha 2017, com sua classificação taxonômica e atributos ecológicos _____ 131

Folha de autorização _____ 133

Lista de Figuras

Figura 2.1: Distribuição da precipitação (A) e vazão média (B) na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, antes e depois da construção da hidroelétrica de Xingó _____ 27
Figura 2.2: Ictiofauna da Bacia do Rio São Francisco: frequência absoluta por status das espécies: *Nativas; **Invasoras e Alóctones _____ 32
Figura 2.3: Representação esquemática do balanço entre captação de energia e nutrientes e a perda de energia, por um indivíduo _____ 36
Figura 2.4: Modelo da história de vida dos movimentos de peixes de piracema do rio São Francisco _____ 39
Figura 2.5: Funções ecológicas da vazão _____ 41
Figura 2.6: Exemplo fictício de um hidrograma prescrito: (1) vazão mínima em cada mês; (2) máxima vazão durante a estiagem; (3) mínima vazão de cheia; (4) pequenas cheias no início do verão _____ 42
Figura 2.7: Ecossistema ribeirinho pré e pós-barragem _____ 44
Figura 2.8: Rio represado por hidrelétrica sem e com pico hídrico_____ 44
Figura 3.1: Área de estudo e pontos amostrais _____ 47
Figura 3.2: Coleta rede picaré (área aberta) _____ 51
Figura 3.3: Coleta rede picaré (área fechada) _____ 51
Figura 3.4: Coleta com peneira (área aberta) _____ 51
Figura 3.5: Coleta com peneira (área fechada) _____ 51
Figura 4.1: Vazões defluentes estações fluviométricas: Piranhas/AL, Pão de Açúcar/AL, Traipu/AL e Propriá/SE, campanhas 2007 a 2017 _____ 59
Figura 4.2: Relação entre temperatura e vazão _____ 61
Figura 4.3: Relação entre potencial hidrogeniônico e vazão _____ 62
Figura 4.4: Relação entre salinidade e vazão _____ 63
Figura 4.5: Relação entre sólidos totais dissolvidos e vazão _____ 64
Figura 4.6: Relação entre oxigênio dissolvido e vazão _____ 64
Figura 4.7: Relação entre condutividade e vazão _____ 65
Figura 4.8: Relação entre riqueza da ictiofauna e vazão (campanhas Projeto AIHA) _____ 73
Figura 4.9: Relação entre abundância da ictiofauna e vazão (campanhas

Projeto AIHA)_____ 74

Figura 4.10: Relação entre dominância da ictiofauna e vazão (campanhas Projeto AIHA)_____ 74

Figura 4.11: Relação entre diversidade da ictiofauna e vazão (campanhas Projeto AIHA)_____ 74

Figura 4.12: Relação entre equabilidade da ictiofauna e vazão (campanhas Projeto AIHA)_____ 75

Figura 4.13: Análise de similaridade Bray-Curtis (composição e abundância) nos quatro pontos amostrais (campanhas 2014, 2016 e 2017) _____ 75

Figura 4.14: Lista de espécies de acordo com sua estratégia reprodutiva, no Baixo Rio São Francisco (campanhas 2007, 2008 e 2009) _____ 80

Figura 4.15: Lista de espécies de acordo com sua estratégia reprodutiva, no Baixo Rio São Francisco (campanhas 2014, 2016 e 2017) _____ 81

Lista de Tabelas

Tabela 4.1: Número de espécies (N) coletadas no pelo Projeto AIHA: riqueza de espécies (S), espécies marinhas (*), espécies exóticas (**), possui valor comercial (***) _____ 70

Lista de Quadros

Quadro 2.1: Principais usinas hidroelétricas, localização e volume de armazenamento das barragens no Rio São Francisco (Fonte: Medeiros *et al*., 2014) _____ 26
Quadro 2.2: Atributos de resiliência e suporte a decisão _____ 37
Quadro 2.3: Atributos ecológicos dos peixes tropicais _____ 38
Quadro 3.1: Localização dos transectos selecionados para coleta da ictiofauna _____ 46
Quadro 3.2: Estações fluviométricas utilizadas para estudo _____ 49
Quadro 4.1: Imagens dos pontos amostrais durante as campanhas do Projeto AIHA _____ 56
Quadro 4.2: Plantas aquáticas - pontos amostrais 01,02, 03 e 04 - campanhas Projeto AIHA _____ 58
Quadro 4.3: Taludes marginais em processo erosivo entre as cidades de Traipu/AL e Gararu/SE _____ 60
Quadro 4.4: Fatores abióticos avaliados nos pontos amostrais durante as tês campanhas _____ 66
Quadro 4.5: Espécies coletas pela Rede EcoVazão; migradoras (*) e valor comercial (**) _____ 68
Quadro 4.6: Índices de diversidade da ictiofauna por pontos amostrais e campanhas _____ 72
Quadro 4.7: Atributos ecológicos e requerimentos de habitat das principais espécies da ictiofauna do Baixo São Francisco _____ 83
Quadro 5.1: Atual situação e consequências ao ecossistema aquático _____ 85

Lista de Siglas e Abreviações

AIHA	Avaliação dos Impactos da Implantação do Hidrograma Ambiental
AL	Alagoas
ANA	Agência Nacional de Águas
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CHESF	Companhia Hidrelétrica do São Francisco
CODEVASF	Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco
GPS	Global Positioning System
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais
ICMBIO	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IDH	Índices de Desenvolvimento Humano
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MZFS	Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Feira de Santana
PAN	Plano de Ação Nacional
PAST	Paleontological Statistics
SE	Sergipe
SNIRH	Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos
UEFS	Universidade Estadual de Feira de Santana
UFBA	Universidade Federal da Bahia

Efeitos da regulação da vazão sobre os atributos ecológicos da ictiofauna no Baixo Curso do Rio São Francisco

RESUMO

O estudo se propôs a caracterizar a composição, abundância e estrutura da ictiofauna, determinando atributos ecológicos a fim de subsidiar hidrogramas ambientais para a área em estudo. A abordagem metodológica adotada se deu por meio da caracterização dos parâmetros bióticos e abióticos com observações em campo, registros fotográficos, medições *in loco*, análise de dados primários e secundários. Os resultados indicam empobrecimento da vegetação aquática e ciliar, vulnerabilidade alta a moderada na perda do solo e alteração dos parâmetros físico-químicos da água. Os índices de diversidade demonstraram maior influência da vazão nos pontos amostrais 01 e 02 e a análise de similaridade possibilitou visualizar a formação de dois grupos, o primeiro formado pelos pontos amostrais 01, 02 e 03 e o segundo formado pelo ponto amostral 04, com predomínio de espécies marinhas. Os atributos ecológicos sinalizam: diminuição de espécies nativas e migradoras, aumento das espécies introduzidas e marinhas, predomínio das espécies com longevidade baixa, taxa de crescimento rápido, de pequeno a médio porte, estrategistas r e mais tolerantes. Conclui-se que a continuidade das alterações ambientais atuais deverá diminuir ainda mais a diversidade de espécies e levar à extinção de várias. O conhecimento dos atributos ecológicos é fundamental para a implementação de programas de restauração, inclusive projetos para a definição de hidrogramas ambientais. A sazonalidade dos habitats é o fator-chave que afeta vários aspectos inter-relacionados da vida das comunidades, tais como alimento, movimentos, crescimento e épocas de reprodução. As alterações dos fluxos hidrodinâmicos reorganizam a estrutura das comunidades aquáticas afetando diferentemente as espécies com estratégias reprodutivas distintas.

Palavras-chave: Bacia Hidrográfica, Comunidade de Peixes, Fragmentação de habitat, Biodiversidade.

Effects of flow regulation on the ecological attributes of ichthyofauna in the Lower Course of the São Francisco River

ABSTRACT

The study aimed to characterize the composition, abundance and structure of the ichthyofauna, determining ecological attributes in order to subsidize environmental hydrograms for the area under study. The methodological approach adopted was based on the characterization of biotic and abiotic parameters with field observations, photographic records, in loco measurements, analysis of primary and secondary data. The results indicate impoverishment of the aquatic and ciliary vegetation, high to moderate vulnerability in soil loss and alteration of the physical-chemical parameters of the water. The diversity indexes showed greater influence of the flow in the sample points 01 and 02 and the analysis of similarity allowed to visualize the formation of two groups, the first formed by the sampling points 01, 02 and 03 and the second one formed by sampling point 04, with predominance of marine species. The ecological attributes indicate: decrease of native and migratory species, increase of introduced and marine species, predominance of species with low longevity, rapid growth rate, small to medium size, and more tolerant strategists. It is concluded that the continuity of current environmental changes should further reduce the diversity of species and lead to the extinction of several species. Knowledge of ecological attributes is fundamental for the implementation of restoration programs, including projects for the definition of environmental hydrograms. Seasonality of habitats is the key factor affecting several interrelated aspects of community life, such as food, movement, growth, and times of reproduction. Changes in hydrodynamic fluxes reorganize the structure of aquatic communities differently affecting species with distinct reproductive strategies.

key-words: Hydrographic Basin, Fish Community, Habitat Fragmentation, Biodiversity.

1. INTRODUÇÃO

A fragmentação dos rios é um dos maiores problemas que se colocam para o planejamento ambiental na interface com a gestão de recursos hídricos. A implantação de barragens para geração de eletricidade, irrigação e abastecimento público leva a uma crescente pressão sobre a integridade ecológica das redes hidrográficas (Cruz *et al*., 2015). Espera-se que os efeitos dessas atividades causem mudanças rápidas e crescentes, impactando negativamente a biodiversidade ribeirinha e suas funções ecossistêmicas (Braulik *et al*., 2014).

As barragens atrasam e atenuam os pulsos de inundação sazonais, reduzindo o acesso da fauna aquática aos habitats de planície de inundação, áreas essenciais para reprodução, abrigo e alimentação (Poff & Schmidt, 2016). Estas alterações provocam mudanças no ecossistema, tornando-os relativamente homogêneo e menos produtivo (Winemiller *et al*., 2016). Para Bunn & Arthington (2002) o regime de vazões é o principal “motor” que gera vida nos rios e ecossistemas úmidos.

As pesquisas sobre hidrograma ambiental surgiram para mitigar os impactos hidrológicos de barragens e como propostas para conciliar as demandas dos usuários das águas à necessidade de conservação do ecossistema aquático (Poff & Matthews, 2013; Morais *et. al*., 2014; Godinho *et al*., 2014). Segundo Caiola *et al*. (2014) o uso de informações mensuráveis na estrutura de comunidade de peixes para validar biologicamente os hidrogramas ambientais é claramente uma abordagem adequada que deve ser explorada e desenvolvida.

Nos ecossistemas aquáticos, os peixes têm uma importância ecológica e econômica fundamental, pois auxiliam no funcionamento e estrutura do habitat e na sobrevivência de populações humanas. Os processos dinâmicos da Bacia Hidrográfica influenciam a diversidade, características evolutivas e comportamentais, fisiologia e hábitos alimentares dos peixes (Tundisi & Tundisi, 2008, capítulo 08).

O Baixo Curso da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco vem enfrentando condições hidrológicas e ambientais adversas, principalmente após a construção dos aproveitamentos hidrelétricos de Sobradinho-BA (distando cerca de 40 km a montante das cidades de Juazeiro/BA e Petrolina/PE) e Xingó (localizado a 12 km do município de Piranhas/AL e a 6 km do município de Canindé do São Francisco/SE) que vem ocasionando alterações dos ciclos naturais de cheia e

vazante, comprometendo as lagoas marginais, interrompendo o ciclo migratório dos peixes, interferindo nas práticas sociais, na forma de utilização dos territórios e dos recursos disponíveis na Bacia (Vasco, 2015; Gonçalves, 2016).

Neste contexto, 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 trecho do Rio São Francisco. Realizando um grande projeto de pesquisa (composto por oito projetos específicos), intitulado “Estudo do Regime de Vazões Ecológicas para o Baixo Curso do Rio São Francisco: Uma Abordagem Multicriterial” (Medeiros, 2010). Entre os projetos da Rede EcoVazão, foi executado o sub-projeto: “Caracterização de ictiofauna bioindicadora da vazão ecológica para o Baixo Curso do Rio São Francisco”, com subsídios 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 de avaliação do hidrograma ambiental Building Block Methodology (BBM) para o cálculo dos impactos hidrológicos decorrentes da implantação do hidrograma ambiental no Baixo Curso do Rio São Francisco, foi executado o projeto de Avaliação dos Impactos da Implantação do Hidrograma Ambiental – AIHA, durante os anos de 2014 a 2017.

A presente dissertação se enquadra no Projeto AIHA e tem por objetivo caracterizar a composição, abundância e estrutura da ictiofauna, determinando atributos ecológicos que possam subsidiar hidrogramas ambientais para o Baixo Curso do Rio São Francisco. Seus objetivos específicos são: (i) caracterizar os habitats amostrados no Baixo curso do Rio São Francisco; (ii) determinar a composição, abundância e estrutura da ictiofauna; (iii) comparar a ictiofauna atual com a que ocorria no passado na área em estudo; (iv) determinar os atributos ecológicos da ictiofauna coletada visando subsidiar estudos para definição de hidrogramas ambientais. O questionamento a ser respondido foi: quais os potenciais atributos ecológicos da ictiofauna que podem auxiliar no estudo de hidrogramas ambientais para o Baixo Curso do Rio São Francisco? Para Timpane-Padgham *et al* (2017) Estudos sobre atributos ecológicos são adequados para a restauração de espécies, habitats ou todo o ecossistema, a depender da escala de atuação.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Impactos socioambientais no Baixo curso do Rio São Francisco

No Brasil, a Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco é considerada como a terceira em todo país, e a primeira contida inteiramente em território brasileiro, com diversificada fauna, amplas distribuições e importância ecológica e econômica de grande valor (Nascimento *et al*., 2013; Araújo, 2015).

Segundo Moura (2015):

> [...] ao longo dos últimos séculos o Rio São Francisco no seu Baixo trecho foi fonte de sustento para uma população bastante densa. Municípios se estabeleceram em suas margens devido à facilidade de acesso, por meio da navegação, mas também pela abundância de recursos pesqueiros. O regime de águas, com "cheias" periódicas, definia um modelo de agricultura de vazante, que movimentava parte da economia das cidades ribeirinhas, criando cidades prósperas economicamente, que se destacavam no cenário da Região Nordeste. Várzeas e lagoas marginais, ao longo de todo o Baixo São Francisco, integravam um sistema de alta produtividade, que entrou em colapso no último século (Moura, 2015, p. 15).

A construção de barragens em cascata ao longo do curso principal do rio (Quadro 2.1) diminuiu a variabilidade interanual e intra-anual (Medeiros *et al*., 2014; Santana, 2017; Basto, 2018) modificando e alterando o regime de cheias e vazantes, comprometendo as atividades econômicas tradicionais (agricultura de várzea e pesca artesanal), a reprodução dos peixes e a estabilidade das margens, gerando dificuldades para a navegação (Holanda *et al.,* 2005; Nascimento *et al*., 2013; Santana, 2017), diminuindo a quantidade de sedimento e matéria orgânica e inorgânica liberadas a jusante (Genz & Luz, 2007).

Segundo Medeiros *et al*. (2014) os picos de enchentes naturais para o Baixo São Francisco que eram durante os meses de janeiro a março, foram eliminados entre os anos de 1995 e 2001. Para Luz (2010) é necessário considerar a sazonalidade natural dos fluxos ao longo do ano a fim de atender às demandas do ecossistema aquático e ambientes ribeirinhos.

Quadro 2.1: Principais usinas hidroelétricas, localização e volume de armazenamento das barragens no Rio São Francisco (Fonte: Medeiros *et al*., 2014).

Usina Hidrelétrica	**Operação**	**Setor**	**Volume (Km^2)**	**Potência (KW)**
Três Marias	1952	Alto	21	287.600
Sobradinho	1980	Submédio	34	1.050.000
Itaparica	1988	Submédio	10,8	1.500.000
Moxotó	1978	Submédio	1,2	440.000
Paulo Afonso I a IV	1955 a 1980	Submédio	0,1	180.000
Xingó	1994	Baixo	3,8	3.000.000

Vasco (2015) ao trabalhar com os indicadores de alteração hidrológica e consequente declínio das vazões no Baixo Rio São Francisco, representou a distribuição média anual da precipitação e da vazão para o período anterior e posterior a construção da hidrelétrica de Xingó (Figuras 2.1). Segundo o autor:

> [...] comparando-se a variação da precipitação e vazão média anual, individualmente nos períodos de 1980 a 1994 e de 1995 a 2012, inerentes aos períodos anterior e posterior ao início de operação da hidroelétrica Xingó. Observa-se, para a estação Pão de Açúcar uma tendência de diminuição da precipitação média anual em sua área de drenagem no período de 1980 a 1994, a uma taxa estimada (β1) de 17,6 mm ano^{-1} (Vasco, 2015, p. 83).
>
> [...] a vazão apresentou comportamento similar à precipitação [...] observa-se, portanto, que mesmo com resultados similares de precipitação média anual os valores de vazão média do segundo período são bem inferiores quando comparados com o primeiro período, sendo esta redução um reflexo do aumento na evaporação decorrente dos reservatórios de acumulação implantados ao longo do Rio São Francisco, bem como em virtude do crescimento da exploração econômica (principalmente irrigação) na Bacia Hidrográfica (Vasco, 2015, p. 84).

Para Santana (2017) os impactos ambientais no Baixo Curso do Rio São Francisco, além da implantação de barragens, são provenientes do uso e ocupação do solo de forma desorganizada, do crescimento populacional, da poluição e da remoção da cobertura vegetal que propiciam perdas ambientais. Nascimento *et al*., (2016) complementam que estes impactos repercutem também na região estuarina, junto com a pressão de uso sobre os manguezais.

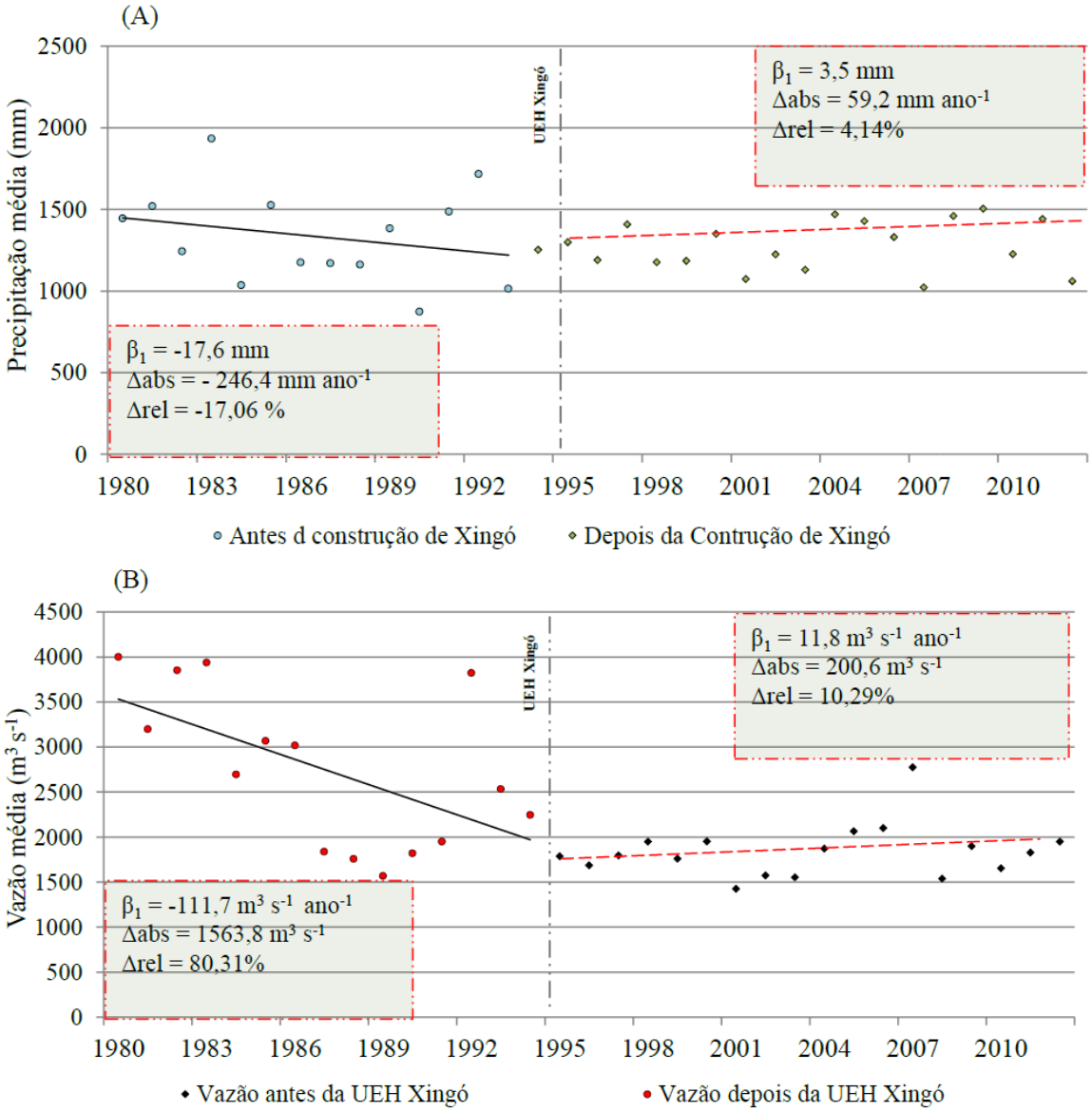


Figura 2.1: Distribuição da precipitação (A) e vazão média (B) na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, antes e depois da construção da hidroelétrica de Xingó (β1= taxa estimada; Δabs = variação absoluta; Δrel = variação relativa) (Fonte: Vasco, 2015).

Alguns trabalhos demostram que em localidades mais próximas a foz, as espécies de origem marinha vem substituindo as de água doce na pesca (Lima *et al*., 2010; Soares *et al*., 2011; Araújo *et al*., 2016). A regulação e diminuição das vazões influenciam no aumento da intrusão salina, na forma de cunha salina, adentrando a foz do Rio São Francisco (Santana, 2017). A salinidade é um importante fator ecológico no ambiente estuarino, em razão do estresse osmótico aos organismos (Medeiros *et al*., 2014).

A diminuição da cobertura vegetal nas margens do rio contribui para os processos erosivos e assoreamento do leito (Holanda *et al*., 2011), resultando em forte sedimentação da calha principal do rio (tornando o rio mais raso), favorecendo o aparecimento de croas e criando sérias dificuldades para a navegação (Holanda *et al*., 2005). Influenciando também na redução e/ou desaparecimento da flora e fauna ribeirinha e comprometendo as funções ambientais que garantem o equilíbrio dinâmico do ecossistema (Holanda *et al*., 2009).

Uma forte retenção de sedimentos à montante da barragem tem promovido uma vazão de água límpida e clara à jusante da hidrelétrica de Xingó, que dificulta a pesca durante o dia e afeta a ictiofauna, ao facilitar a ação de predadores, não permitindo que os alevinos cheguem à fase adulta (Holanda *et al*., 2011). Segundo o Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco - CBHSF (2004) esta situação agravou a sobrevivência da ictiofauna devido à desregulação da cadeia alimentar e praticamente extinguiu a pesca como atividade econômica sustentável.

A diminuição do aporte de nutrientes e sedimentos é negativa para a região costeira, pois a Bacia do São Francisco apresenta tendência de pouca produção de materiais em relação a outras Bacias (Medeiros *et al*., 2014). A regularização do fluxo dos rios trás prejuízos ecológicos em todo o sistema fluvial, tanto no leito quanto nas planícies de inundação (Amorim *et al*., 2009). Para Barbosa *et al*., (2017):

> [...] na Bacia do São Francisco, boa parte dos estoques pesqueiros encontra-se sobre explorado. Os conflitos pelo uso dos recursos foram agravados, devido barramentos do rio com fins de geração de eletricidade, que provou ser uma realidade drástica para a manutenção dos estoques naturais em toda a bacia. Os primeiros impactos originaram-se da construção de Três Marias, seguido de Sobradinho, culminando com Xingó. Os impactos gerados sobre a migração reprodutiva de peixes, alteração do sistema lótico para lêntico e modificação da estrutura de comunidades aquáticas, desencadearam uma série de intervenções no comportamento e na composição da ictiofauna, quando algumas espécies da Bacia entraram em colapso (Barbosa *et al*., 2017, p. 03).

Para Soares *et al*. (2011) a presença de espécies exóticas e a pressão pesqueira descontrolada vêm influenciando negativamente a produção pesqueira na região, bem como na distribuição espacial das espécies em relação aos ambientes. Assis *et*

al. (2017) confirmam sobre a alta invasibilidade das espécies não nativas. Para os autores, o fenômeno pode está relacionado às alterações significativas ocorridas após a construção da barragem de Xingó, resultando em uma menor faixa de níveis hidrométricos e de vazão nos anos subsequentes.

Esses impactos ambientais refletiram nas espécies de piracema, principalmente Pirá tamanduá (*Conorhychos conirostris*); Dourado (*Salminus franciscanus*); Surubim (*Pseudoplatystoma corruscans*); Mandi-açu (*Duopalatinus emarginatus);* Curimatã-pacu (*Prochilodus argenteus*); Curimatá-pioá (*Prochilodus costatus*) (CODEVASF, 1978). Soma-se a isso o fato de que, nesta Bacia a ictiofauna ainda é insuficientemente conhecida quanto à composição específica e abundância relativa das espécies.

Alguns dos municípios inseridos as margens dessa região possuem um dos piores Índices de Desenvolvimento Humano – IDH (Moura, 2015). Jesus e Gomes (2012) reportam sobre o risco social vivido pelas comunidades de pescadores devido à diminuição do pescado e incertezas da continuidade da atividade. Para os pescadores, estas águas são fundamentais e insubstituíveis, por oferecerem subsídios essenciais para sobrevivência e cultura (Gonçalves, 2016; Vasco, 2015).

Montenegro *et al*., (2001) relatam sobre os espaços de pesca na região anterior ao represamento, que limitava-se a áreas próximas às moradias dos pescadores, e após a construção da barragem de Xingó, deu inicio a escassez do pescado e a ocupação de terras às margens do Cânion. Desta forma os pescadores foram obrigados a se deslocar por grandes distâncias e longo período de tempo fora de suas residências, em busca de pescado, com o objetivo de garantir uma boa pescaria (Freitas *et al*., 2015).

Segundo Amorim *et al*. (2009):

> [...] para minimizar os problemas gerados pela implantação de barragens foram desenvolvidas metodologias para determinar o quanto de água deve ser mantido no leito do rio a fim de proteger o ecossistema aquático (Amorim, *et al*., 2009, n p. 05).

Para Luz *et al*. (2007) o principal desafio será proporcionar um regime sazonal de vazões nos anos de escoamento com classe média e seca, segundo a condição hídrica da Bacia Hidrográfica, anos críticos para a geração de energia elétrica e consequente estabelecimento de conflitos quanto ao uso das águas.

2.2 Ictiofauna do Baixo curso do Rio São Francisco

Os primeiros estudos relacionados à ictiofauna da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco são registrados a partir do século XVIII, realizadas por expedições de naturalistas europeus à América do Sul. Em 1792, Johan Julius Walbaum descreve a primeira espécie para a Bacia, Curimatã-pacu - *Prochilodus marggravii,* hoje *Prochilodus argenteus* (Britski *et al.* 1984; Castro & Vari, 2004). Segundo Britski *et al*., (1984) diversos naturalistas começaram a participar de expedições ou trabalharam com peixes da Bacia do Rio São Francisco.

Em 1875 Lütken publica o primeiro estudo faunístico baseado em um inventariamento cuidadoso e prolongado feito no Brasil com o título de "*Velhas-Flodens Fiske*", considerado como um marco pelo fato de descrever várias espécies da Bacia do Rio das Velhas. Foram registradas 55 espécies de peixes coletadas por Reinhardt e uma quantidade de dados biológicos incomuns para a época (Alves & Pompeu, 2001).

O ictiólogo John Diederich Haseman (1908), percorrendo a região Nordeste do Brasil, entre elas o Médio e Baixo São Francisco, identificou a presença de ciclídeos, indicou a ocorrência de quase todas as espécies de peixes do Rio Itapicuru em águas da Bacia do Rio São Francisco e também descobriu que os peixes sanfranciscanos ultrapassavam as cachoeiras de Paulo Afonso, em suas migrações para montante nas grandes cheias (Paiva & Campos, 1995 *apud* Costa, 2003).

Em suas obras, Fowler (1948, 1950, 1951, 1954) – "Os peixes de Água Doce do Brasil" – conseguiu identificar 124 espécies encontradas na Bacia do Rio São Francisco. E Travassos (1960) lista 139 espécies, incluindo as encontradas no estuário do Rio São Francisco. Bristski *et al*. (1984), publicaram o "Manual de Identificação de Peixes da Região de Três Marias", que trata de uma região específica do Alto São Francisco, registrando 73 espécies para a região de Três Marias e 132 para toda a Bacia do São Francisco.

Sato & Godinho (1999) compilaram 153 espécies de peixes para a Bacia do São Francisco. Costa (2002) descobriu diversas espécies novas da família Rivulidae,que em função de sua distribuição restrita e de sua biologia particular, encontram-se ameaçadas de extinção.

Alves & Pompeu (2005) registraram 107 espécies para o Rio das Velhas; sete das quais são novas para a ciência (*Hisonotus* sp.1, *Hisonotus* sp.2, *Planaltina* sp., *Bunocephalus* sp.1, *Bunocephalus* sp.2, *Rineloricaria* sp. e *Harttia* sp.). O MMA & IBAMA (2009) em seu “Caderno de Biodiversidade” levantaram 205 espécies nativas para a Bacia do São Francisco, em que 190 espécies foram identificadas na região do Alto São Francisco em Minas Gerais.

Barbosa *et al*. (2017) realizaram levantamentos ictiofaunísticos a partir da literatura especializada e também através de coletas realizadas na região de Sobradinho (período de 2002 a 2004), e nos últimos sete anos no Baixo São Francisco. Cerca de 304 espécies foram consideradas válidas, das quais 241 são dulciaquícolas nativas, 35 invasoras e 28 alóctones, introduzidas via piscicultura ou aquarísmo (Anexo A).

Segundo Barbosa *et al*., (2017) a ictiofauna da Bacia do Rio São Francisco possui 32 famílias, 110 gêneros e 241 espécies que pertencem a sete ordens: Clupeiformes, Characiformes, Siluriformes, Gymnotiformes, Cypriniformes, Sinbranchiformes e Perciformes. Estes números representam estudos com a ictiofauna descrita para a Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, desde os primeiros trabalhos de Lutken (1875) até os atuais, com incremento de novas espécies identificadas.

Para Barbosa *et al*., (2017) o alto grau de endemismo (Figura 2.2) relaciona-se a:

> [...] ampla riqueza de ambientes: áreas de cachoeira, planícies inundadas, lagoas marginais e regiões estuarinas. Além de uma infinidade de poças intermitentes ao longo do seu leito, o que lhe confere uma rica e diversificada ictiofauna, com ocorrência de inúmeras espécies endêmicas (Barbosa *et al.,* 2017, p. 02).

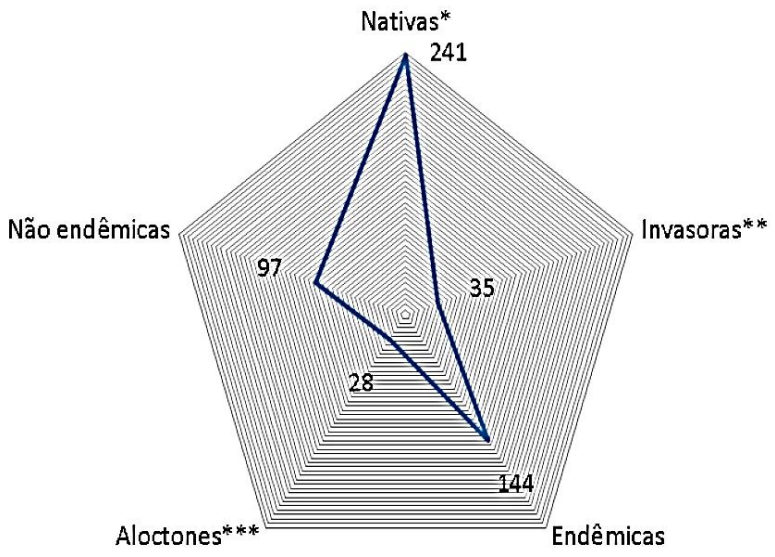


Figura 2.2: Ictiofauna da Bacia do Rio São Francisco: frequência absoluta por status das espécies: *Nativas; **Invasoras e Alóctones*** (Fonte: Barbosa *et al*., 2017).

Segundo Costa (2003):

> [...] o diagnóstico da ictiofauna realizado antes da formação do reservatório de Xingó, registrou para a área de influência indireta apenas cinco espécies de peixes nos riachos afluentes do Rio São Francisco: Piaba (*Astyanax lacustres*), Barrigudinhos (*Poecilia vivípara* e *Poecilia reticulata*), Tilápia (*Oreochromis niloticus*) e Cari (*Hypostomos* sp.) (Costa, 2003, p. 12).
>
> [...] para a área de influência direta do empreendimento detectou-se a ocorrência de 45 espécies de peixes pertencentes a cinco ordens e 17 famílias (Costa, 2003, p. 12).
>
> Os grupos com maior número de espécies foram as ordens Characiformes (46,72% das espécies) e Siluriformes (33,3%). Outras ordens menos expressivas são Perciformes (11,1%), Cyprinodontiformes (4,4%) e Clupeiformes (4,4%) (Costa, 2003, p. 12).

Costa *et al*. (2002, *apud* Costa, 2003, p. 24), analisando a ictiofauna desembarcada em 8 municípios e localidades do Baixo São Francisco (entre os Estados de Alagoas e Sergipe), no período de 1998/1999, registrou a ocorrência de 33 espécies de peixes de água doce (07 espécies introduzidas e 01 híbrido, Tambacu). As espécies marinho-estuarinas estiveram representadas por 14 espécies (Anexo B). Burger

(2008) relacionou 53 espécies, 47 de água doce e 06 pertencentes às famílias marinhas (Quadro 4.6).

Santos (2009) caracterizou a ictiofauna do sistema de lagoas marginais do Baixo Curso do Rio São Francisco, onde foram coligidas 50 espécies, destas 05 espécies migrantes e 06 exóticas (Anexo C). Soares *et al*. (2011) trabalhando com a produção pesqueira na região de Penedo/Alagoas conseguiu representar em seu estudo 22 espécies. Freitas *et al*. (2015) ao investigar os pescadores artesanais no Canion de Xingó e as etnoespécies de peixes, conseguiram identificar 22 espécies (Anexo D). Sampaio *et al*. (2015) ao trabalhar com a ictiofauna da região estuarina identificou 113 espécies e quatro indivíduos identificados na categoria de gênero (Anexo E).

Para Peso-Aguiar (2010) entre as espécies endêmicas de grande a médio porte e que possuem importância comercial estão o Dourado (*Salminus franciscanus*), o Pirá ou Lambiá (*Conorhychos conirostris*), o Mandi (*Duopalatinus emarginatus*), o Pacamã (*Lophiusilurus alexandri*), o Niquim (*Cephalosilurus fowleri*), Curimatã-pacu (*Prochilodus argenteus*) entre outras, abundantes no passado e ultimamente em processo de extinção.

Outras espécies em processo de desaparecimento são Aragu (*Steindacherina elegans*), Cumbiá (*Parauchenipterus galeatus*), Pilombeta (*Anchoviella lepidentostole*), Piau cotia (*Leporinus* sp.), Piaba mantêga (*Moenkhausia costae*), Mandin (*Pimelodus* spp, *Pimelodus maculatus*), Tubarana e Surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*) (Costa, 2003, Peso-Aguiar, 2010).

Segundo o Plano de Ação Nacional para Conservação de Espécies Ameaçadas da Fauna Aquática do Rio São Francisco, as espécies ameaçadas são classificadas em: Criticamente em Perigo (CR), Barrigudinho (*Pamphorichthys pertapeh*); Em Perigo (EN), Pirá-tamanduá (*Conorhynchos conirostris*), Cascudinho (*Pareiorhaphis mutuca*) e Cambeva (*Trichomycterus novalimensis*); e Vulnerável (VU), Bagre (*Bagropsis reinhardti*), Pirapitinga (*Brycon nattereri*), Lambari (*Kolpotocheirodon theloura*) e Pacamã (*Lophiosilurus alexandri*). Além disso, mais seis outras espécies de peixes são consideradas em risco e/ou quase ameaçadas segundo a categoria NT (Quase Ameaçada): Piaba (*Hysteronotus megalostomus*); Cascudinho (*Plesioptopoma curvidens*); Pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*); Bagre

(*Rhamdiopsis microcephala*); Acari roncador *(Rhinelepis aspera)* e Dourado (*Salminus franciscanus*) (MMA & ICMBIO, 2015).

As espécies consideradas migrantes que possuem dependência ao ciclo de cheias do Rio São Francisco, segundo Sato *et al.* (2003) e Lima *et al*. (2010), são: Curimatã-pacu (*Prochilodus argenteus*), Curimatá-pioá (*Prochilodus coscatus*), Dourado (*Salminus franciscanus*), Matrinchã (*Brycon orthotaenia*), Piau-verdadeiro (*Leporinus obtusidens*), Pirá (*Conorhychos conirostris*) e Surubim (*Pseudoplatystoma corruscans*).

As espécies exóticas em sua maioria, introduzidas por peixamentos e consideradas de alto valor comercial, são: Tucunaré (*Cichla ocellaris, Cichla monoculus*), Pescada-do-piauí (*Plagioscion squamosissimus*), Carpa-comum (*Cyprinus carpio*), Carpa-cabeça-grande (*Aristichtys nobilis*), Carpa-prateada (*Hypophthalmichthus molitrix*), Carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella*), Bagre-africano (*Clarias lazera*), Tilápias (*Oreochromis* spp.), Tambaqui (*Colossoma macropomum*), Pacu-caranha (*Piaractus mesopotamicus*), Apaiari *(Astronotus ocellatus*), Bagre-africano (*Clarias gariepinnus*) e Pirarucu (*Arapaima gigas*) (Sato & Godinho, 1999; MMA & IBAMA, 2009; Peso-Aguiar, 2010).

Em seu trabalho Barbosa *et al*., (2017) conseguiram identificar 29 espécies alóctones, a maioria procedente de outras Bacias Hidrográficas brasileiras, introduzidas via piscicultura, com destaque para a família Cichlidae e espécies exóticas com destaque a Família Poecilidade, introduzida via aquarísmo (Anexo F).

Para Sato & Godinho (2003) os mais importantes peixes comerciais são os Characiformes: Piracanjuva (*Brycon lundii*), Dourado (*Salminus brasiliensis*), Piapara (*Leporinus elongatus*), Curimbatá (*Prochilodus affinis*); e os Siluriformes: Pirá-tamanduá (*Conorhynchos conirostris*) e Pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*). Já para Lima *et al*. (2010) as espécies mais importantes comercialmente são Pilombeta (*Anchoviella vaillanti*), Curimatã-pacu (*Prochilodus argenteus*) e Piaus (*Leporinus* spp. e *Schizodon* spp.). Alves & Leal (2010) complementam com o Dourado (*Salminus franciscanus*).

No trecho mais próximo à foz, pescadores relataram que a pesca de peixes de origem marinha tornou-se importante em vista da diminuição dos peixes de água doce. Segundo eles: "*Antigamente, de Neópolis para cima ninguém via Carapeba,*

Robalo e agora água do mar está entrando; ainda a sorte é ter esses peixes que invadem" (Peso-Aguiar, 2010). Barbosa *et al*. (2017) listou 35 espécies autóctones, contudo estão sendo considerados apenas peixes mais frequentes e que adentram o rio independente do nível da maré e, possíveis, fatores comportamentais (Anexo G).

A ictiofauna do Baixo Curso do Rio São Francisco é pouco estudada, haja vista o número reduzido de trabalhos sobre os peixes da região. Este fato revela dúvidas taxonômicas e ecológicas (Barbosa *et al*., 2017). Para Barbosa & Soares (2009) a coleta de informações da ictiofauna do São Francisco não deve ser pontual, e sim uma ação contínua e prioritária dentro do processo de revitalização da Bacia.

2.3 Alterações dos regimes de fluxo em rios e suas influências sobre atributos ecológicos da ictiofauna

2.3.1 Atributos ecológicos da ictiofauna e vazão regularizada

Na região neotropical, a ictiofauna dulcícola representa 13% da biodiversidade total dos vertebrados, com aproximadamente 5.160 espécies, que são impactadas por diversas atividades antrópicas (Souza *et al*., 2016). Estimativas recentes registram que o número real de espécies para esta região pode chegar a 9.000 (Reis *et al*., 2016). Segundo Lowe-McConnel (1999) os rios da América do Sul são os mais ricos e diversificados em fauna de peixes do mundo, com grande diversidade morfológica, fisiológica, atributos ecológicos e reprodutivos.

O risco de extinção e o declínio populacional de muitas espécies animais estão fortemente relacionados aos processos antrópicos, mas também aos fatores intrínsecos aos próprios indivíduos, como seus atributos ecológicos (Agostinho *et al*., 2004; Aguiar, 2008; Leal, 2009; Marques, 2014; Fontana, 2018). Segundo Brandimarte & Santos (2014) atributos ecológicos do indivíduo é a forma como interagem com o ambiente, é o seu desempenho biológico (Figura 2.3) avaliado em função de sua capacidade de sobreviver, crescer e se reproduzir. Para McGill *et al*. (2006) os atributos dos organismos são fatores ecológicos e de história de vida intrínsecos aos organismos, que exercem importantes papéis sob o desempenho e a aptidão destes, bem como refletem suas respostas às condições ambientais.

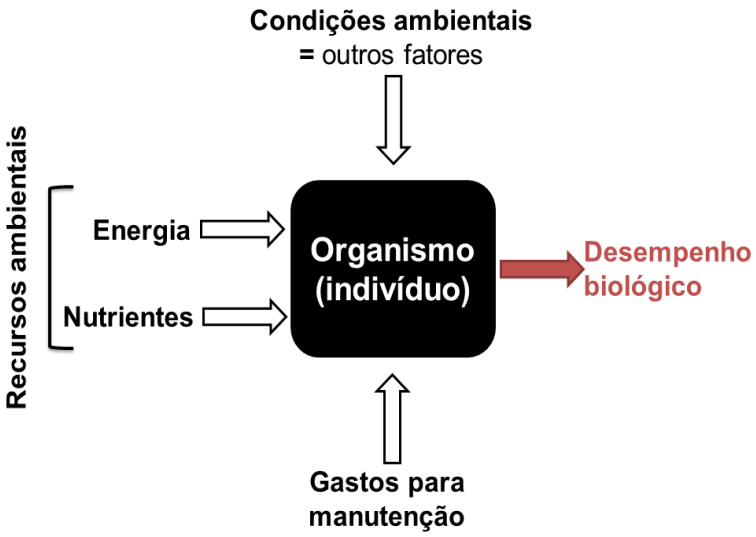


Figura 2.3: Representação esquemática do balanço entre captação de energia e nutrientes e a perda de energia, por um indivíduo (Fonte: Brandimarte & Santos, 2014).

Para Rosenfeld (2003) é necessário definir os atributos ecológicos e requerimentos de hábitat das espécies, para que estratégias efetivas de revitalização do ambiente e manejo dos organismos possam ser planejadas. Estudos com grupos de organismos sobre seus atributos vêm sendo utilizados como ferramenta para avaliar diferentes tipos de habitats, respostas às alterações ambientais, e no entendimento da relação destas características com o risco de extinção e declínio populacional (McGill *et al*., 2006; Aguiar, 2008; Souza & Barrella, 2009; Silva & Brandão, 2010; Podgaiski *et al*., 2011; Marques, 2014; Sousa, 2017; Fontana, 2018).

Timpane-Padgham *et al*. (2017), por sua vez, ressaltam a importância de estudos sobre os atributos ecológicos, pois estes são adequados para a restauração de espécies, habitats, ou mesmo de todo o ecossistema, a depender da escala abordada. Estes autores elaboraram um Quadro 2.2 de suporte à decisão para priorizar os atributos de resiliência à mudança climática em ações de restauração.

Lowe-McConnell (1999) ao trabalhar os atributos ecológicos das comunidades de peixes tropicais (Quadro 2.3), relata que a estacionalidade dos hábitats afeta o comportamento e a fisiologia dos peixes, refletindo diretamente na alimentação, seus ciclos de vida, sua reprodução, migrações, em decorrência dos ciclos estacionais hidrológicos (utilizados para reprodução, alimentação e fuga de predadores).

Quadro 2.2: Atributos de resiliência e suporte a decisão (Fonte: Timpane-Padgham *et al.,* 2017).

Atributo de resiliência	**Foco de restauração** E=espécie; H=habitat; S= sistema	**Escala de aplicação** P=população; L=local; E=ecossistema
Atributo individual		
Taxa de crescimento	E	P
Tamanho	E	P
Vida útil	E	P
Características que favorecem a adaptabilidade	E, H	P, L
Estratégia reprodutiva	E	P, L
Adaptação a perturbação	E, H	P, L, E
Presença de propágulos	E, H	P, L
Potencial de dispersão	E, H	P, L
Eficiência na captura/uso da água	E, H	P, L
Atributo de população		
Diversidade genética	E, H	P
Tamanho populacional	E	P
Densidade populacional	E, H	P
Taxa de crescimento populacional	E	P
Estrutura etária da população	E	P
Conectividade entre populações	E	P, E
Atributo de comunidade		
Estrutura de comunidade	H, S	L, E
Assembleia de espécies	H, S	L, E
Diversidade (Alfa) de espécies	H, S	L, E
Diversidade funcional	H, S	L, E
Resposta de diversidade	H, S	L, E
Redundância funcional	H, S	L, E
Conectividade entre comunidades	H, S	E
Atributo de ecossistema		
Área de habitat	E, H, S	P, L, E
Estrutura de habitat	E, H, S	L, E
Condição de habitat	E, H, S	P, L, E
Variabilidade temporal em habitat	S	E
Variabilidade espacial em habitat	H, S	E
Refúgio ou área suporte	E, H, S	P, L, E
Conectividade entre diferente habitat	E, S	E
Atributo de processo		
Conectividade e área de refúgio	E, S	E
Fluxo de energia	H, S	L, E
Lançamento natural da competição ou predação	E	P
Sedimentação	H, S	L, E
Balanço de carbono do solo e do ar	H	L
Fluxo hiporreico	H, S	L, E
Regime de fluxo	E,S	L, E
Contribuição para a água subterrânea	H, S	L, E
Legados estruturais	E, H	L
Infiltração da água	H	L
Feedbacks entre processos físicos e biológicos	S	L, P, E
Recuperação (tempo) após perturbação	E, H	P, L
História de perturbação natural	E, H, S	L, E
Variabilidade ambiental aleatória	E, H, S	L, E
Duração e intensidade da perturbação	E, H, S	L
Grau de exposição a pressões humanas	H, S	L, E

Quadro 2.3: Atributos ecológicos dos peixes tropicais (Fonte: Lowe-McConnell, 1999).

Sazonalidade:	**Muito sazonal**	**Não sazonal**
Exemplos:	Planície de inundação Zona pelágica de ressurgência	Litoral lacustre Recifes de coral
Resposta da população de peixes:	Flutua grandemente por: Migrações (alta mobilidade) Multiplicação rápida	Permanece constante através do ano e de ano para ano
Ciclos da vida:	Curtos; maturação precoce; baixa longevidade	Longos; maturação retardada (mudança de sexo frequente); alta longevidade
Taxas de crescimento:	Rápida	Geralmente mais lenta
Desova:	Sazonal; resposta rápida ao suprimento de nutriente	Múltipla através do ano
Alimentação:	Facultativa ou especializada para níveis tróficos baixos adaptativos	Especializada para todos os níveis tróficos; irradiações
Razão Produção/biomassa:	Alta	Mais baixa
Comportamento:	Simples; uniforme, formação de cardumes	Complexo, com aprendizado, territorialidade; simbiose
Seleção predominante:	Tipo r*, agentes abióticos e bióticos	Tipo K**, principalmente agentes bióticos
Diversidade:	Pouco diversa, com dominantes	Altamente diversa, faltam dominantes
Comunidade:	Rejuvenescida	Muito madura
Implicações:	Resiliente	Frágil

* Tipo r estrategistas são indivíduos com tempo de vida curto, em geral não há cuidado com a prole, produzem elevado número de descendentes.

** Tipo K estrategistas são indivíduos com tempo de vida mais longo, demandam grande cuidado com a prole de forma a garantir a sobrevivência e longevidade.

Para Santos *et al*., (2016) os estilos e estágios de vida dos peixes requerem diferentes habitats e condições ambientais específicas, a exemplo de: quantidade de água, escoamento básico para inundação do habitat, escoamentos altos para iniciar as migrações reprodutivas em períodos de cheia para transporte às várzeas e ocupação das zonas úmidas. Segundo Agostinho *et al*. (2004) a variação anual no hidrograma pode afetar diferentemente as espécies com estratégias reprodutivas distintas, determinando, assim, a variação na composição e estrutura da ictiofauna.

Godinho & Pompeu (2003) ilustraram em seus trabalhos o modelo da história de vida dos movimentos de peixes de piracema do Rio São Francisco. Segundo os autores, os peixes realizam a piracema com a movimentação sazonal dos indivíduos adultos que se deslocam de sítios de alimentação e seguem para locais de

reprodução, considerando também o carreamento de ovos e larvas, que seguem rio abaixo em direção as lagoas marginais e várzeas. Posteriormente os indivíduos adultos retornam para os sítios de alimentação e os indivíduos jovens, provenientes de reproduções anteriores, das lagoas, retornam em direção ao rio ou a pequenos tributários (Figura 2.4).

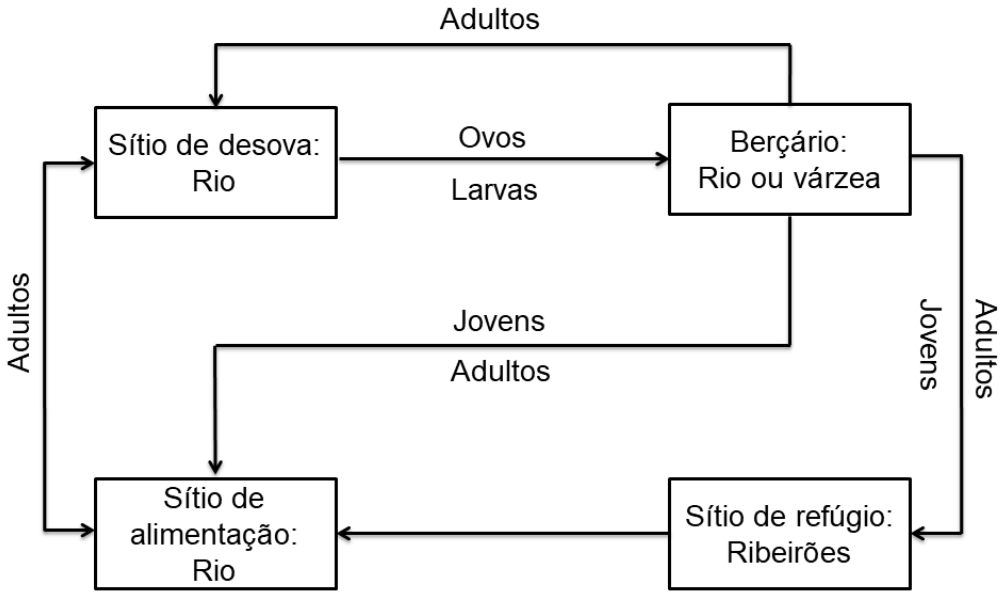


Figura 2.4: Modelo da história de vida dos movimentos de peixes de piracema do Rio São Francisco (Fonte: Godinho & Pompeu, 2003).

Para Hilsdorf & Moreira (2008) a migração é necessária no desenvolvimento das gônadas (ovários e testículos), maturação dos gametas e posterior desova. Além disso, a migração reprodutiva permite a dispersão dos ovos e larvas dos peixes. Os principais fatores abióticos que influenciam a migração são luminosidade, temperatura, hidrologia e qualidade da água. O conjunto desses estímulos desencadeia uma corrida por locais mais aptos aos processos reprodutivos, defensivos ou alimentares. Para Godinho & Pompeu (2003) os impactos decorrentes das barragens observados no Baixo São Francisco afetaram a conservação dos ribeirões e lagoas marginais, ambientes considerados habitats naturais e fundamentais para as espécies migratórias.

Segundo Lowe-McConnel (1999) as espécies de grande importância ecológica e comercial para a região não são mais encontradas com frequência ou desapareceram do Rio, tais como: *Prochilodus argenteus* (Curimatã-pacu),

Pseudoplastysoma curuscans (Surubim), *Salminus brasiliensis* (Dourado), *Schizodon knerii* (Piau-branco) e *Lophiosilurus alexandri* (Pacamã).

Estas espécies (*op cit*.) possuem atributos ecológicos específicos que foram impactados após a fragmentação do habitat pelas barragens e a regulação das vazões, consequentemente influenciando a estrutura e funcionamento do ecossistema aquático (Lowe-McConnel, 1999; Sato & Godinho, 2003; Sato *et al.,* 2003; Lima *et al*., 2010; Costa, 2003). As modificações no fluxo hidrodinâmico dos ambientes aquáticos, promovido pelos impactos antrópicos, tendem a reorganizar a estrutura das comunidades aquáticas, refletindo assim as condições vigentes na Bacia Hidrográfica em que estão submetidos (Marques, 2014; Souza *et al*., 2016).

Do ponto de vista ecológico, eventos extremos, como fluxos elevados e baixos fluxos, exercem pressão seletiva sobre as populações e dita o sucesso de diferentes espécies (Poff & Schmidt, 2016). Segundo Timpane-Padgham *et al. (*2017) a necessidade de compreender a natureza dinâmica dos sistemas ecológicos é crucial para o sucesso em trabalhos de restauração ambiental. Ao monitorar a resposta e recuperação das espécies e ecossistemas, é possível compreender quais atributos ecológicos contribuem para a resiliência.

2.3.2 Hidrograma ambiental

O escoamento fluvial é visto como um “maestro” ou a “variabilidade máxima”, que molda muitas características ecológicas fundamentais dos ecossistemas ribeirinhos (Poff & Zimmerman, 2010). Para Dyson *et al*. (2004), o reconhecimento da vazão como um fator chave de modulação de determinados ecossistemas, e a intervenção deste fator na qualidade de vida de populações humanas auxiliou para o desenvolvimento de hidrogramas ambientais. Segundo Wang *et al*. (2013) as pesquisas sobre hidrogramas ambientais surgiram para mitigar os impactos hidrológicos de barragens e desvios de água, e foram propostos para conciliar as demandas dos usuários com a necessidade de conservação do ecossistema.

Para Collischonn *et al*. (2005) as necessidades de vazão do ecossistema podem ser especificadas como faixas em que o hidrograma deve ser mantido, ou como valores individuais que devem ser atingidos, superados ou evitados. Para os autores, o regime natural deve servir como um marco, para guiar o processo de busca. O

hidrograma ambiental prescrito deve ser, tanto quanto possível, parecido com o hidrograma natural.

Bunn & Arthington (2002) discutem sobre as alterações dos regimes de fluxo e suas influências para a biodiversidade em riachos e rios. Eles apresentam quatro princípios que influenciam os regimes de fluxo, a biodiversidade aquática e suas consequências (Figura 2.5): princípio 1 - o fluxo das águas é um determinante principal do habitat físico em córregos, que por sua vez é um determinante principal da composição biótica; princípio 2 - as espécies aquáticas desenvolveram estratégias de história de vida principalmente em resposta direta aos regimes de fluxo natural; princípio 3 - a manutenção dos padrões naturais de conectividade longitudinal e lateral é essencial para a viabilidade das populações de muitas espécies ribeirinhas; princípio 4 - a invasão e o sucesso de espécies exóticas e introduzidas nos rios são facilitados pela alteração dos regimes de fluxo.

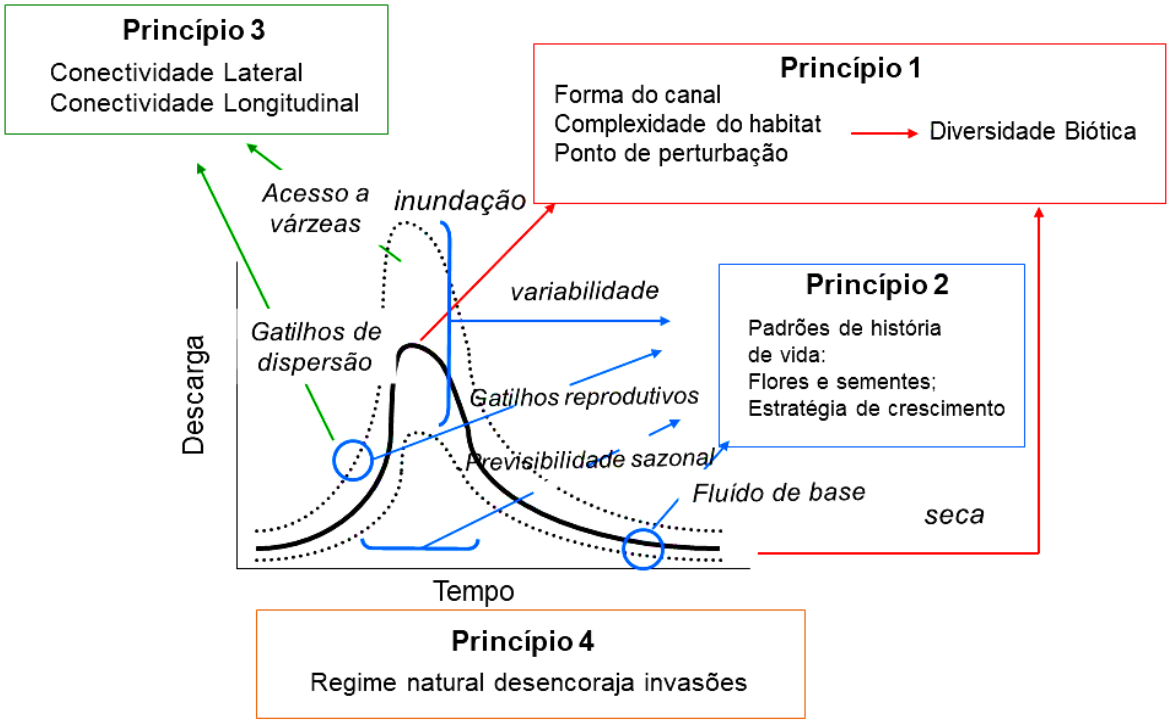


Figura 2.5: Funções ecológicas da vazão. Fonte: Bunn & Arthington, 2002.

Collischonn *et al*. (2005) apresentam um exemplo fictício de hidrograma com considerações sobre a vazão mínima que deve escoar pelo rio ao longo dos 12 meses, sobre a vazão máxima que pode ocorrer durante os meses de estiagem e sobre a mínima vazão de cheia que deve ocorrer, pelo menos uma vez em um dos meses em que ocorrem as cheias naturais (Figura 2.6).

Segundo os autores (*op cit.*) cada vazão tem suas contribuições ao ecossistema, que são: (1) vazão mínima em cada mês, os valores variam de acordo a época do ano; (2) o limite para a vazão máxima deve ser respeitado durante o período de estiagem (para manter algumas características do ambiente, como exemplo, vazão baixa o suficiente para interromper a ligação entre o rio); (3) vazão mínima de cheias, são valores mínimos de vazão, devem ocorrer pelo menos uma vez, durante o período de cheias (vazão necessária para estabelecer a ligação entre o rio e lagoas); (4) pequenas cheias no início do verão, ocorrem como nos primeiros eventos chuvosos e ao final da estiagem (atuam como gatilhos de processos ecológicos como migração e acasalamento) (Collischonn *et al*., 2005).

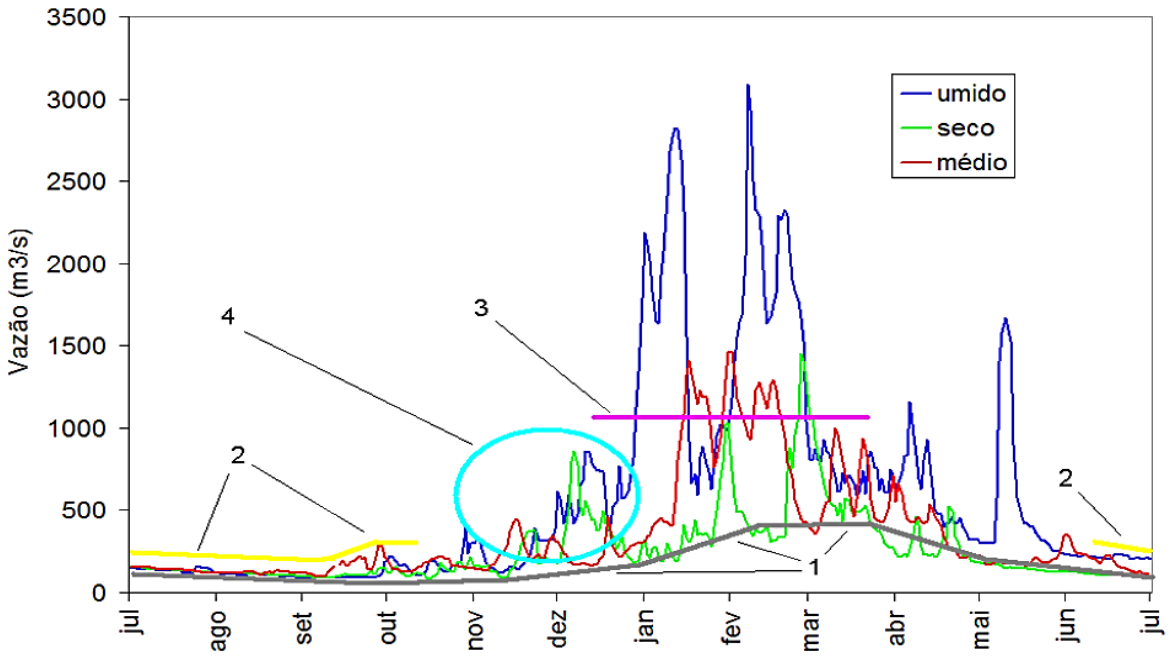


Figura 2.6: Exemplo fictício de um hidrograma prescrito: (1) vazão mínima em cada mês; (2) máxima vazão durante a estiagem; (3) mínima vazão de cheia; (4) pequenas cheias no início do verão.

Para Caiola *et al*. (2014), a proposta e estabelecimento de balanços ambientais são importantes, mas sua avaliação é difícil e não há um único método que forneça solução técnica conclusiva. A complexidade e variabilidade dos ecossistemas ribeirinhos torna difícil estabelecer vazões ambientais que considerem as principais funções e valores a serem preservados. E nos grandes rios, estas dificuldades são maiores pela complexidade da amostragem e outras restrições técnicas. O reconhecimento global da importância dos regimes de fluxo natural para sustentar a

integridade ecológica dos sistemas fluviais levou a uma maior pressão social sobre as indústrias hidrelétricas (McManamay *et al*., 2016).

Segundo Postel & Richter (2003) a quantificação de aspectos fundamentais do regime hidrológico para a manutenção dos ecossistemas concentra-se, em geral, nas seguintes características: (i) vazões de base no período úmido e no período seco; (ii) cheias normais, que ocorrem quase todos os anos; (iii) cheias extraordinárias, que não ocorrem todos os anos; (iv) vazões mínimas extraordinárias; (v) taxas de variação da vazão ao longo do tempo; (vi) variabilidade interanual de todas as características anteriores.

Poff e Schmidt (2016) estudaram como as barragens podem ser operadas para restaurar algumas funções perdidas do ecossistema (Figura 2.7). Para eles, as represas transformam os rios, criando reservatórios de água, fragmentando as redes dos rios, distorcendo os padrões naturais de transporte de sedimentos e as variações sazonais de temperatura e fluxo da água. Os movimentos alterados das águas de montante à jusante prejudicam os ecossistemas a jusante, modificando a produtividade e provocando extirpações e substituições de espécies.

Para Poff e Schmidt (*Op. cit*.) muitas hidrelétricas liberam mais água durante o dia, quando a demanda social por eletricidade é maior, tal pico hidrelétrico cria um padrão diário de fluxos que prejudica os habitats produtivos, a jusante da linha da margem, através de molhamento e secagem repetidos (Figura 2.8). Pequenas mudanças nos lançamentos de fluxo podem neutralizar essas distorções e proporcionar benefícios ecológicos. Tais hidrogramas ambientais permitem a recuperação de algumas funções perdidas do ecossistema, mas têm um custo econômico pela eficiência operacional da barragem (Poff & Schmidt, 2016).

Nos últimos 25 anos, as pesquisas sobre hidrogramas ambientais vêm abrangendo metas ecológicas, sociais e econômicas (Poff & Matthews, 2013). A crescente preocupação com as necessidades ecológicas, fez com que o campo científico dos hidrogramas ambientais produzisse mais de 200 métodos, agrupados em quatro categorias: regras hidrológicas, métodos de avaliação hidráulica, métodos de simulação de habitat e metodologias holísticas (Kim & Singh, 2014).

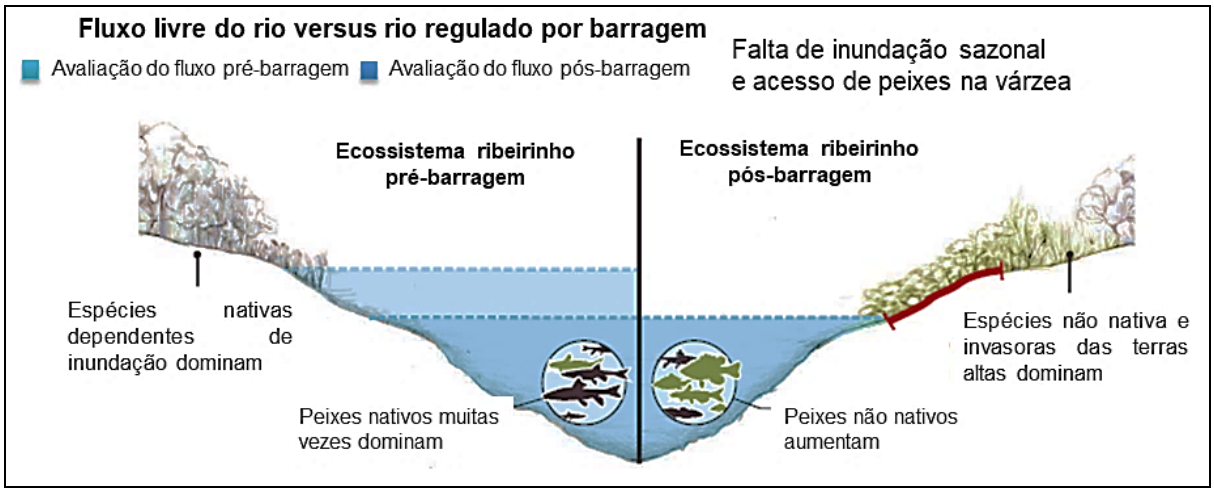


Figura 2.7: Ecossistema ribeirinho pré e pós-barragem. Fonte: Poff & Schmidt (2016).

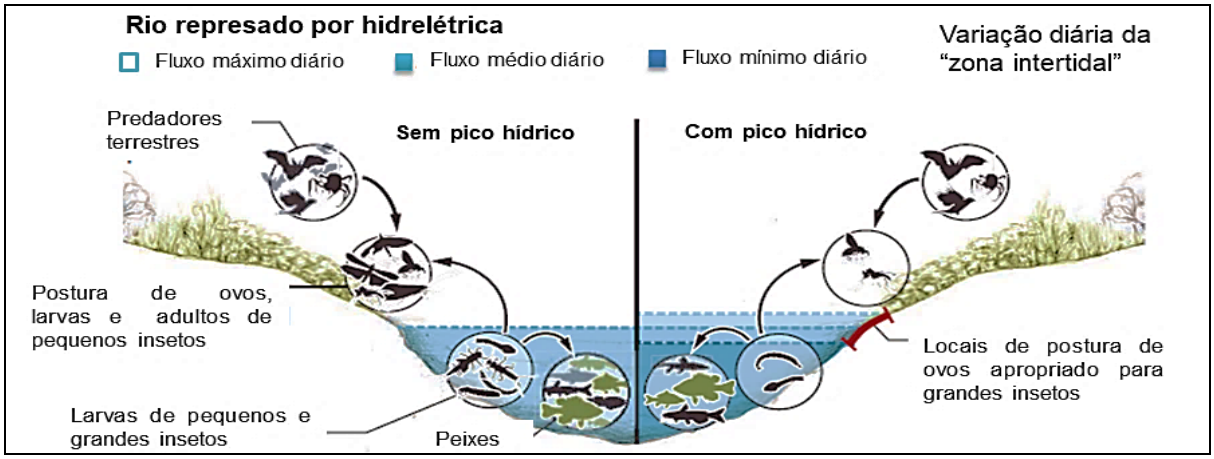


Figura: 2.8: Rio represado por hidrelétrica sem e com pico hídrico. Fonte: Poff & Schmidt (2016).

Levando em conta que as conexões bióticas e abióticas são muito importantes para a manutenção da integridade dos ecossistemas (Holt *et al*., 2015), ignorar as ameaças aos ecossistemas dulcícolas ampliará os riscos à qualidade de vida da biota aquática e população humana (Matthews, 2016).

3. METODOLOGIA

3.1. Caracterização da pesquisa

A pesquisa desenvolvida foi classificada sob o ponto de vista dos seus objetivos, como pesquisa exploratória, visando proporcionar maior familiaridade com o problema tornando-o explícito, uma vez que não há registros sobre quais são os potenciais atributos ecológicos da ictiofauna que possam auxiliar no estudo de hidrogramas ambientais para o Baixo Curso do Rio São Francisco.

Considera-se também descritiva, à medida que alcança a obtenção e exposição de dados representativos de determinada situação ou fenômeno. Nesse caso, caracteriza a composição, abundância e estrutura da ictiofauna, determinando seus atributos ecológicos.

Quanto aos meios de investigação ela é descritiva, bibliográfica, de campo e documental. Envolve levantamento bibliográfico, pois incorpora uma revisão de literatura sobre o tema, subsidiando teoricamente os resultados, análise de dados e discussão. Envolve trabalhos de campo, com viagens à área de estudo para coleta de dados bióticos e abióticos. Envolve trabalhos em laboratório para triagem e identificação da ictiofauna, análise físico-química da água, tratamento de dados hidrológicos e ecológicos. E também estudo documental, os quais dão suporte à construção dos instrumentos de coleta de dados e ampliação de conhecimento por parte da pesquisadora.

3.2. Área de estudo

O Baixo Curso do Rio São Francisco representa 4% da área da Bacia, trecho a jusante da Usina Hidrelétrica de Xingó até a foz do Oceano Atlântico (ANA, 2018), localizado entre os paralelos de 8° e 11° de Latitude Sul e os meridianos de 36° e 39° de Longitude Oeste. A região ocupa a porção oriental da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, com expansão territorial de aproximadamente 25.524 Km^2 e comprimento da rede de drenagem de 5.713 km, abrangendo os Estados da Bahia, Pernambuco, Sergipe e Alagoas (Vasco, 2015).

A Usina Hidrelétrica de Xingó está localizada entre os Estados de Alagoas e Sergipe, a 12 km do município de Piranhas/AL e a 6 km do município de Canindé do São Francisco/SE (CHESF, 2016).

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 3.1 e Quadro 3.1). Os pontos amostrais foram selecionados por estarem sob influência da operação dos reservatórios localizados à sua montante (Santana *et al*., 2016) e por serem os mesmos utilizados pela Rede EcoVazão.

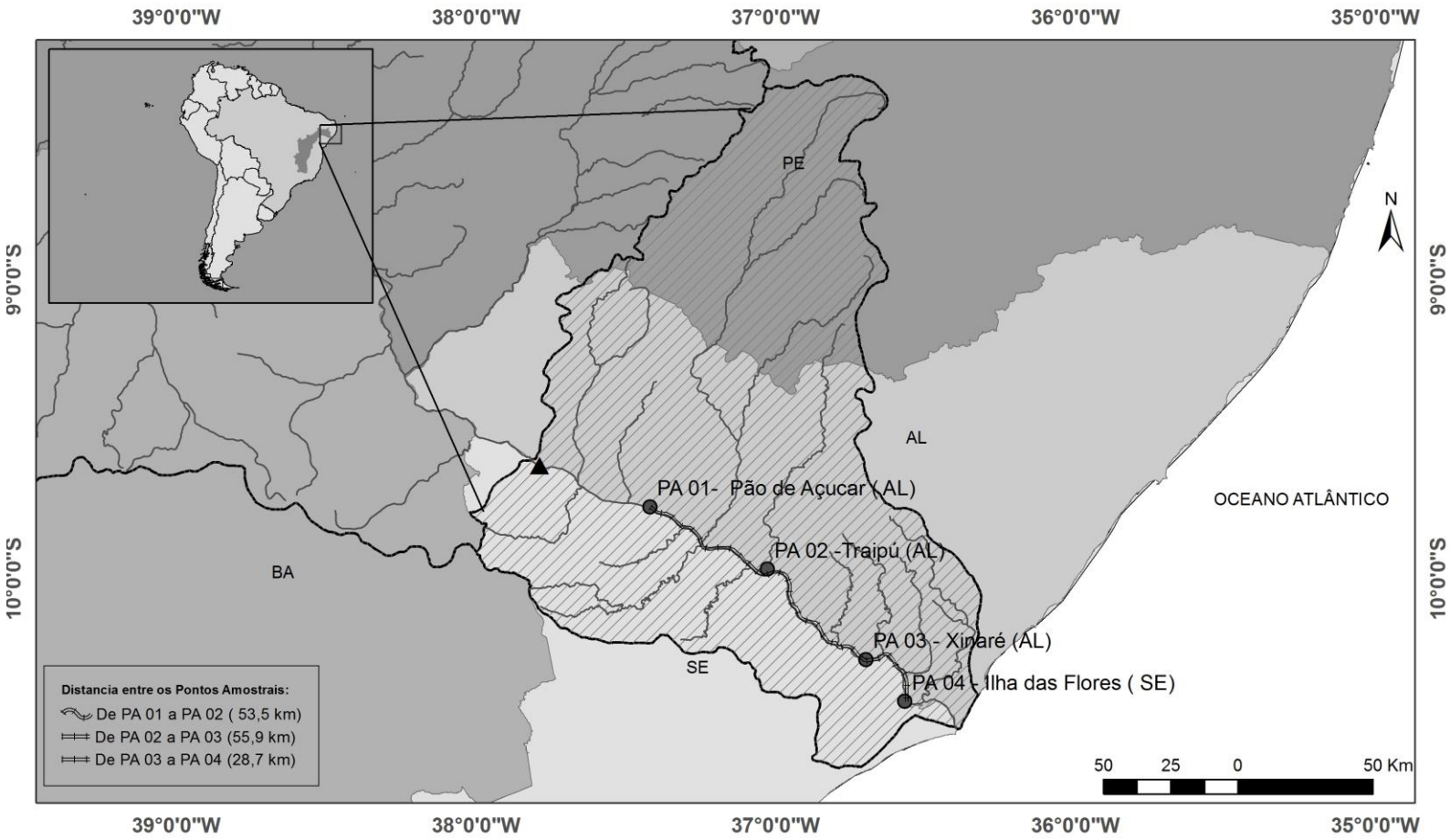
Quadro 3.1: Localização dos pontos amostrais selecionados para coleta da ictiofauna.

Ponto amostral	**Localização**	**Sigla**	**Coordenadas geográficas**	
01	Pão de Açúcar/AL	(PA1-AL)	W 36°42’45.5”	S 10°16’52.9”
02	Traipu/AL	(PA2-AL)	W 36°59’58,9”	S 9°58’37,6”
03	Xinaré/AL	(PA3-AL)	W 36°42’17,8”	S 10°16’31”
04	Ilha das Flores/SE	(PA4-SE)	W 36°32’2.5”	S 10°25’27,3”

Fonte: ANA (2018).

Os tipos climáticos predominantes na região do Baixo curso do Rio São Francisco, nos pontos amostrais selecionados segundo o Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco - BHSF (2016) são:

- Pontos 01 e 02: semiárido quente, com temperatura média anual de 26°C, precipitação média anual de aproximadamente 600 mm e período chuvoso de março a agosto;
- Pontos 03 e 04: tropical semiúmido, com temperatura média anual de 26°C, precipitação média anual de aproximadamente 1.200 mm e período chuvoso de março a agosto.



Legenda:

Pontos Amostrais

- Pontos Amostrais
- Barragem de Xingó
- Rio São Francisco
- Baixo São Francisco
- Bacia Hidrográfica do São Francisco

Sub-Região Hidrográfica do Baixo São Francisco		
Sistema de Coordenadas Geográficas	SIRGAS 2000	
Fonte dos Dados	Limites Nacionais e Estaduais	IBGE
	Bacia Hidrigráfica	ANA (Agência Nacional de Aguas)
	Hidrografia	ANA (Agência Nacional de Aguas)
Responsável Técnico :	Sival Ribeiro	

Figura 3.1: Área de estudo e pontos amostrais.

3.3. Caracterização dos habitats amostrados no Baixo curso do Rio São Francisco

3.3.1. Caracterização dos aspectos bióticos

Para caracterizar os trechos estudados com base em parâmetros bióticos durante as campanhas para o Projeto AIHA (anos 2014, 2016 e 2017) nos pontos amostrais foram realizadas observações e anotações em campo. Imagens fotográficas registraram a presença ou ausência de vegetação ciliar e plantas aquáticas.

O registro das espécies vegetais aquáticas nos pontos amostrais foi baseado na definição descrita por Esteves (1998), o qual considera como macrófita, qualquer vegetal que habite desde brejos até ambientes submersos, independentemente de aspectos taxonômicos, ou seja, uma planta herbácea que cresce na coluna d'água, em solos cobertos por água e/ou saturados de água.

3.3.2. Caracterização dos aspectos abióticos

Para caracterizar o tipo de fundo do rio foi realizada observação *in loco*, classificando-os em pedra/cascalho, lama/areia e cimento/canalizado. As variáveis físico-químicas da água, tais como potencial hidrogeniônico (pH), temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido, condutividade e sólidos totais dissolvidos foram tomadas *in loco* com medidor multiparamétrico. As amostras de água foram coletadas em garrafa de Van Dorn com capacidade para 5 litros.

As informações disponibilizadas a partir da medição das concentrações das variáveis limnológicas físico-químicas foram avaliadas tomando por base a Resolução Conama 357 (Brasil, 2005), que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Esta foi utilizada com a finalidade de classificar os parâmetros físico-químicos amostrados quanto a Sessão I – das águas doces - classes Especial, I e II, relacionadas à proteção das comunidades aquáticas. Os resultados dos parâmetros físico-químicos foram relacionados aos valores das vazões defluentes medidas durante as campanhas em gráficos de linha.

Os registros das vazões defluentes do rio durante os anos de 2007 a 2017 tomaram por base dados secundários pertencentes à Agência Nacional de Águas – ANA, no

Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos – SNIRH em acervo de dados hidrológicos no portal HidroWeb, sistemas de informações hidrológicas (ANA, 2018). As estações fluviométricas (Quadro 4.2) 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 selecionados. As informações relacionadas à seção fluviométrica de Propriá/SE representaram os pontos amostrais de Xinaré/AL e Ilha das Flores/SE.

Quadro 3.2: Estações fluviométricas utilizadas para estudo.

Estação	**Código**	**Latitude**	**Longitude**
Pão de Açúcar/AL	49370000	(E)670355	(N)8921826
Traipu/AL	49660000	(E)719014	(N)8897023
Propriá/SE	49705000	(E)738389	(N)8870132

Fonte: HidroWeb (ANA, 2018).

As informações de vazão defluente do Baixo Curso do Rio São Francisco foram avaliadas por meio de hidrograma, como objetivo demonstrar o declínio da vazão defluente do rio (Usina Hidrelétrica de Xingó) durante o período entre 2007 a 2017.

3.4. Caracterização da ictiofauna

3.4.1. Caracterização da composição

A Rede EcoVazão caracterizou a ictiofauna do Baixo curso do Rio São Francisco durante os anos de 2007 a 2009. A partir dos resultados obtidos foi construído um hidrograma ambiental específico para as necessidades socioambientais da época (Medeiros, 2010). Com o intuito de atualizar e aperfeiçoar os estudos sobre o regime de vazões ecológicas no Baixo Curso do Rio São Francisco, foi executado o projeto de Avaliação dos Impactos da Implantação do Hidrograma Ambiental (AIHA) durante os anos de 2014 a 2017.

Conforme a necessidade de atualização das informações e metodologias do Projeto AIHA, assim também foi atualizado o programa de coleta da ictiofauna, priorizando coletas em áreas marginais junto à vegetação aquática nos mesmos pontos amostrais da Rede EcoVazão. Para trabalhar a composição, foram utilizados dados primários (Projeto AIHA) e secundários (Rede EcoVazão).

A ictiofauna coligida pela Rede EcoVazão durante os anos de 2007 a 2009, se deu por três campanhas em dez dias por ano. Os petrechos de pesca utilizados foram rede-de-espera, rede-de-arrasto, tarrafa e peneira. Os ambientes amostrados variaram entre região ribeirinha e a calha do rio.

Para se adaptar as limitações financeiras durante o Projeto AIHA, 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, 2016 e 2017, com licença permanente para pesca na área de estudo.

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 (Figuras 3.2, 3.3, 3.4 e 3.5), principalmente por serem áreas de fácil captura de espécies de pequeno porte, médio e grande em processo de desenvolvimento.

Os arrastos manuais correspondem a um método de coleta ativo utilizados basicamente em ambientes rasos marginais e junto à vegetação, desalojando os peixes jovens e/ou de pequeno porte e as peneiras, utilizadas próximas as margens em localidades com vegetação, são também métodos de coleta ativos. As artes de pesca foram usadas de forma padronizada (tempo de coleta) para permitir comparações entre os diferentes pontos de coleta. Os lances de peneiras e arrastos foram realizados durante o dia onde é mais fácil o acesso às margens do rio.

Os exemplares de peixes capturados foram separados por pontos amostrais e petrechos de pesca, em potes de 400 ml, fixados em solução de formol 10%. Uma lista taxonômica foi elaborada tomando por base as classificações de Figueiredo e Menezes (1978); Britski *et al*. (1984); Nakatani, *et al*. (2003); Burger (2008). Após identificação, os espécimes foram incorporados à coleção da Divisão de Peixes do Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Feira de Santana (MZFS).

Figura 3.2: Coleta rede picaré (área aberta) Figura 3.3: Coleta rede picaré (área fechada)

Figura 3.4: Coleta com peneira (área aberta) Figura 3.5: Coleta peneira (área fechada)

Os dois programas de amostragem da ictiofauna (Rede EcoVazão e Projeto AIHA) por serem diferentes principalmente em relação a petrechos de pesca, quantidade de dias de campanha e esforço amostral, foram trabalhos juntos apenas para avaliar a composição da ictiofauna e seus atributos ecológicos.

3.4.2. Caracterização da abundância e estrutura

Com base nas características quanti/qualitativas da biodiversidade íctica registrada nos pontos de amostragem durante o Projeto AIHA, foram construídas matrizes de dados para análise de parâmetros das comunidades com suas respectivas Riqueza (S), Abundância (N) Absoluta e Relativa. A partir do número de indivíduos

capturados durante o Projeto AIHA foram calculados os seguintes índices de diversidade: Riqueza (S), Abundância (N), Dominância (Dm), Diversidade de Shannon-Weiner (H') e Equitabilidade de Pielou (J´) (Magurran, 1988).

O calculo da Dominância (Dm) designou a relação entre o número de indivíduos de uma determinada espécie e o número de indivíduos, de todas as espécies encontradas nos pontos amostrais. A Equitabilidade (J´) apresenta a distribuição dos indivíduos entre as diferentes espécies, apontando se possuem abundância semelhante ou divergente (ROSSO, 1996). A Diversidade de Shannon-Weiner (H') calculou a função entre o número de espécies e a equitabilidade da mesma, incorporando riqueza e equitabilidade (MAGURRAN, 1988).

Os dados obtidos através do cálculo da Equitabilidade foram interpretados usando os seguintes critérios:

- ✓ 0 = mínima uniformidade e máximo de dominância;
- ✓ 1 = distribuição mais uniforme, sem nenhuma dominância.

Sendo assim, quanto mais próximo de zero o valor de Equitabilidade (J´), menos uniforme será a distribuição das espécies na margem (alta dominância e baixa equitabilidade) e quanto mais próximo de um, mais uniforme será (alta equitabilidade e baixa dominância).

Esta interpretação acima citada é válida para o cálculo da Diversidade de Shannon-Wiener (H'), com valores que vão de zero a quatro, quanto mais próximo o valor estiver de quatro, maior a diversidade. Os resultados dos índices de diversidade foram relacionados às vazões defluentes medidas em campo.

Diferenças na composição de espécies foram investigadas entre os transectos e campanhas, utilizando a análise de agrupamento com o índice de similaridade na abundância de espécies Bray-Curtis. Todas as análises estatísticas foram realizadas por meio do software de uso livre PAST – Paleontological Statistics versão 3.18 (Hammer *et al.*, 2005).

3.4.3. Caracterização dos atributos ecológicos

Foram avaliados os atributos ecológicos das espécies da ictiofauna coletadas pela Rede EcoVazão e o Projeto (AIHA). Para trabalhar os atributos ecológicos, foi criada

uma base de dados com informações a respeito da biologia das espécies, reunindo dados disponíveis na literatura específica.

Inicialmente foi realizado um levantamento das espécies de peixes que ocorrem na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, e de acordo a disponibilidade de material bibliográfico foi estudada 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 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). Nestas análises, foi inclusa a característica possuir ou não valor comercial, referente à aceitação comercial da ictiofauna.

A espécie que não foi possível encontrar dados foi inferido que espécies próximas (congêneres) possuem os mesmos atributos, desde que estes sejam consistentes nos clados (um grupo de organismos originados de um único ancestral comum exclusivo). Foi pressuposta a não ocorrência de diferenças intraespecíficas. Para selecionar as espécies de acordo com sua estratégia reprodutiva, foram consideradas apenas as que foram identificadas ao nível de espécie.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Caracterização dos habitats amostrados no Baixo curso do Rio São Francisco

4.1.1. Caracterização dos aspectos bióticos

Os pontos amostrais 01 (Pão de Açúcar/AL), 02 (Traipu/AL) e 03 (Xinaré/SE) possuem baixa presença de vegetação ciliar, onde predominam arbustos e gramíneas, enquanto o ponto amostral 04 (Ilha das Flores/SE) possui média presença de vegetação ciliar composta por arbustos e árvores de grande porte (Quadro 4.1). Santana (2017), Vasco (2015) e Araújo (2015) confirmam sobre a baixa presença de vegetação ciliar no Baixo curso do Rio São Francisco.

A redução da vegetação ciliar nos pontos amostrais influencia diretamente a estruturação dos habitats ocupados por animais aquáticos, afetando a diversidade biológica (Agostinho *et al*., 2003), as relações interespecíficas e a produtividade do sistema (Ferreira & Casatti, 2006; Dias *et al*., 2017). A zona ribeirinha regula a transferência de energia para o ecossistema aquático, intercepta contaminante e troca matéria orgânica entre os ecossistemas terrestres e aquáticos (Teresa & Casatti, 2013; Ferreira *et al*., 2014).

As plantas aquáticas encontradas no ponto amostral 01 foram *Egeria* sp., gramínea e Clorófita filamentosa, típicas de Caatinga. Enquanto nos pontos amostrais 02 e 03 a vegetação aquática identificada foi *Egeria* sp. e gramínea (PA 02) e *Egeria* sp., gramínea, *Eichhornia* sp. (PA 03). Já no ponto amostral 04 as plantas aquáticas encontradas foram *Egeria* sp., gramínea, *Eichhornia* sp, *Salvinia* sp., *Elodea* sp. e *Cyperus* sp., típicas do bioma Mata Atlântica (Quadro 4.2).

A homogeneização e diminuição do número de espécies de plantas aquáticas contribuem para a diminuição da biodiversidade aquática, que utilizam o habitat proporcionado pelas macrófitas como abrigo (Sánchez-Botero *et al*., 2007; Thomaz & Cunha; 2010; Avendaño & Ramírez, 2017), alimentação (Kennedy *et al*., 2015; Suçuarana *et al*., 2016; Carniatto *et al*., 2013; Dias *et al*., 2017), desova e berçário (Morrow Jr. & Fischenich, 2000; Agostinho *et al*., 2003). Esta homogeneização do habitat proporciona o desenvolvimento de espécies mais adaptadas às condições e

recursos ambientais disponíveis no meio (Morrow Jr. & Fischenich, 2000). Desta forma, a desestruturação da vegetação ciliar na área em estudo, diminui a capacidade dos habitats de realizar suas funções como local de proteção e alimentação para peixes jovens e/ou de pequeno porte.

Quadro 4.1: Imagens dos pontos amostrais durante as campanhas do Projeto AIHA.

Ponto amostral 01 – Pão de Açúcar – Alagoas

Ponto amostral 02 – Traipu – Alagoas

Continua...

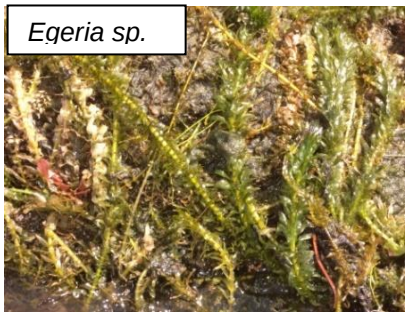
...Continuação: Quadro 4.1

Ponto amostral 03 – Xinaré – Alagoas

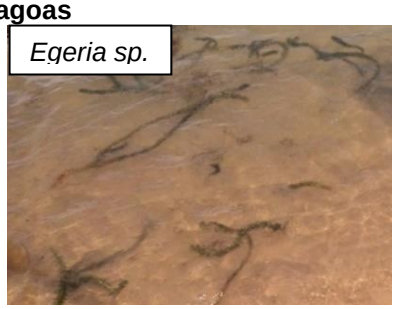
Ponto amostral 04 – Ilha das Flores – Sergipe

Quadro 4.2: Plantas aquáticas - pontos amostrais 01, 02, 03 e 04 - campanhas Projeto AIHA.

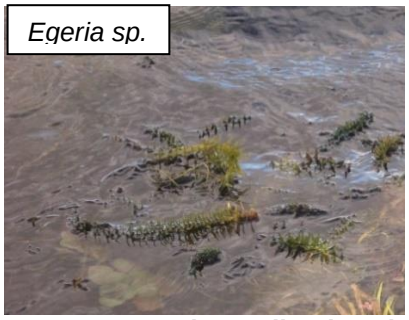
Ponto amostral 01 – Pão de Açúcar – Alagoas

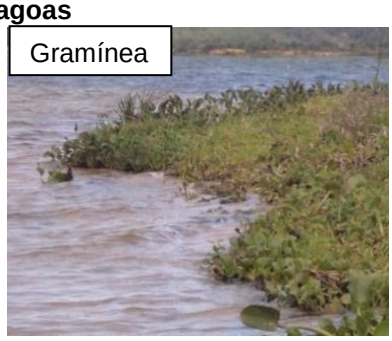


Ponto amostral 02 – Traipu – Alagoas



Ponto amostral 03 – Xinaré – Alagoas





Ponto amostral 04 – Ilha das Flores

4.1.2. Caracterização dos aspectos abióticos

As constantes regulações e diminuições das vazões defluentes do reservatório de Xingó no Baixo Rio São Francisco, segundo Medeiros (2010) e Basto (2018) são para atender as demandas dos usos múltiplos da água. Uma das primeiras reduções temporárias da descarga mínima para este trecho do rio foi aprovada pela Resolução Nº 1492 (ANA, 2015), reduzindo a descarga mínima instantânea de 1.300 m³/s para 800 m³/s. A ultima redução foi aprovada em 26 de julho de 2018, segundo a Resolução Nº 51, que autoriza a redução da descarga mínima de 1.300 m³/s para uma média diária de 550 m³/s e instantânea de até 523 m³/s (ANA, 2018).

A Figura 4.1 ilustra as vazões registradas nas estações fluviométricas nas cidades de Pão de Açúcar (AL), Traipu (AL) e Propriá (SE) durante os anos de 2007 a 2017. Observa-se uma tendência contínua de diminuição dos valores de vazão no Baixo curso do Rio São Francisco ao longo dos últimos 10 anos. A constância nas regulações e diminuições das vazões defluentes no Baixo curso do Rio São Francisco influenciam diretamente as condições abióticas e recursos bióticos.

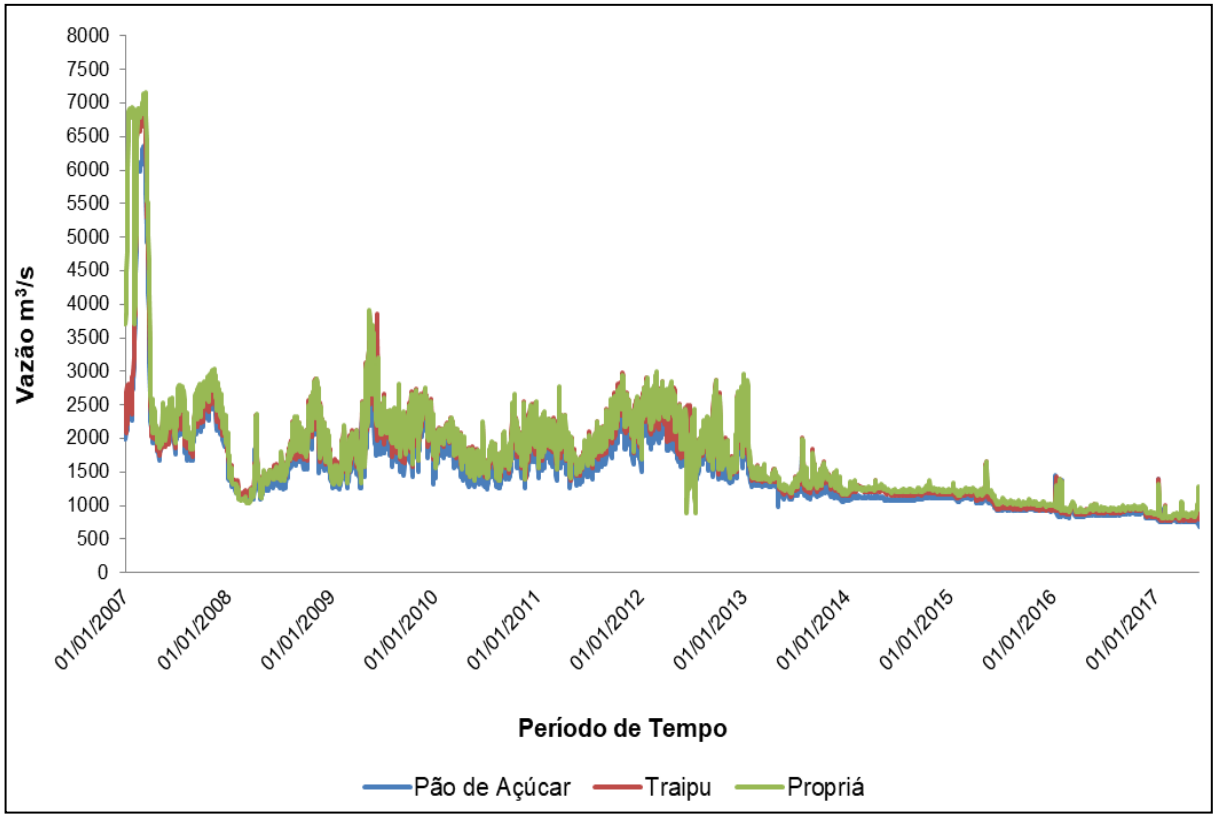


Figura 4.1: Vazões defluentes nas estações fluviométricas: Pão de Açúcar/AL, Traipu/AL e Propriá/SE, campanhas 2007 a 2017 (Fonte: ANA, 2017).

O fundo do rio em todos os pontos amostrais foi de lama/areia. A região estudada foi classificada segundo Moura *et al*. (2017) por vulnerabilidade moderada a alta em relação à perda de solo. Fato comprovado pela grande quantidade de taludes marginais instáveis causados principalmente pelo indevido uso da terra e ausência de vegetação marginal. Assim, assoreamentos foram verificados em maior intensidade entre as cidades de Traipu/AL e Gararu/SE (PA 02) (Quadro 4.3).

O assoreamento causa a diminuição da profundidade, deposição nas margens (Moura *et al*., 2017) e consequente perda de habitat para as espécies da fauna aquática (Morrouw Jr. e Fischenich, 2000; Poff e Schmidt, 2016). Holanda *et al*., (2005) e Holanda *et al*., (2011) confirmam esse fenômeno para o Baixo curso do Rio São Francisco e sugerem a revegetação com espécies que suportem a ação das ondas contra os barrancos e consequentes desmoronamentos de grandes blocos de terra.

Quadro 4.3: Taludes marginais em processo erosivo entre as cidades de Traipu/AL e Gararu/SE.

As Figuras 4.2 a 4.7 mostram de forma individualizada a relação entre a vazão e os parâmetros abióticos, presente no Quadro 4.4. A correlação entre os parâmetros físico-químicos e vazão não foi possível ser avaliada devido ao número reduzido de campanhas.

A temperatura da água variou entre o valor mínimo de 25,9°C (PA 03, campanha 2016) e valor máximo de 30,6°C (PA 03 e PA 04, campanha 2017). Os menores valores de temperaturas foram observados na campanha 2016 e os maiores durante a campanha 2017 (Figura 4.2 e Quadro 4.4). Foi possível observar aumento da temperatura em decorrência da diminuição da vazão.

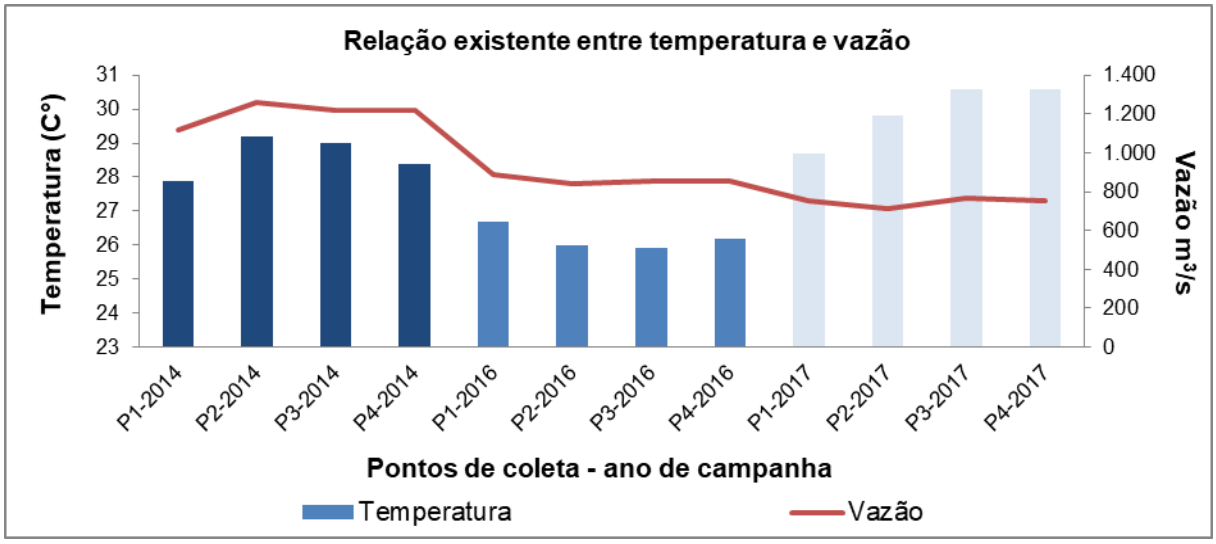


Figura 4.2: Relação entre temperatura e vazão.

Segundo Ribeiro & Moreira (2012) os peixes são ectotérmicos e possuem limites de tolerância em relação à temperatura da água, este fator pode modular a ação de hormônios em todos os níveis de controle reprodutivo, especialmente na ovulação e desova. A CETESB (2018) escreve sobre a importância da temperatura da água para a reprodução e sobrevivência da ictiofauna:

> A temperatura da água é um dos fatores ecológicos mais importantes para os peixes, sendo que a tolerância a temperaturas extremas depende da espécie, do estágio de desenvolvimento e do período de aclimatação a que foram submetidos os organismos (CETESB, 2018).
>
> [...] poucas espécies resistem a temperaturas elevadas (acima de 35ºC), pois estão, geralmente, associadas à diminuição nos teores de oxigênio dissolvido no meio e, ao mesmo tempo, ao aumento na taxa respiratória, além de afetar o metabolismo dos peixes, pois diminuem a afinidade da hemoglobina (pigmento do sangue) pelo oxigênio. Quaisquer umas dessas condições, de um modo geral, irão resultar na morte dos peixes por asfixia (CETESB, 2018).

Os valores médios de pH estiveram entre o mínimo de 6,7 (PA 04, campanha 2014) e máximo de 11 (PA 03, campanha 2017). Durante a campanha 2016 os valores de

pH apresentados foram mais estáveis, com variações entre 8,7 (mínima) a 9,1 (máxima) (Figura 4.3 e Quadro 4.4). De acordo as informações, foi possível observar aumento do pH em decorrência da diminuição da vazão.

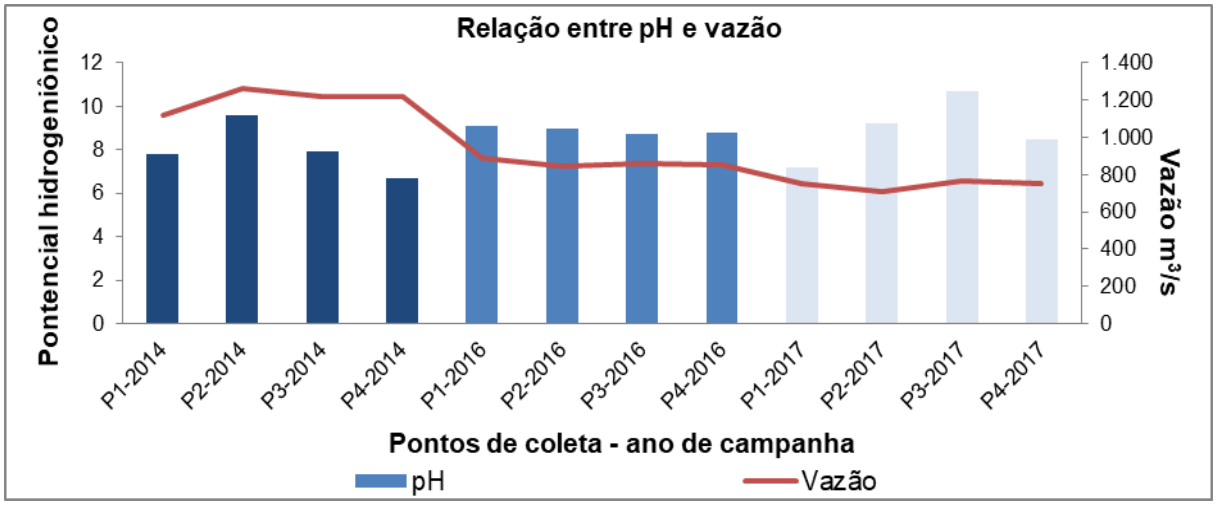


Figura 4.3: Relação entre potencial hidrogeniônico e vazão.

O pH pode ser considerado como uma das variáveis ambientais mais importantes e mais difíceis de interpretar, devido ao grande número de fatores que podem influenciá-lo (Esteves, 1998). Para a CETESB (2018) algumas substâncias têm seus efeitos tóxicos atenuados ou magnificados em pH extremo e estas variações podem resultar em:

> Valores de pH abaixo de 5, indicando acidez, já podem provocar mortandades e pH alcalinos entre 9 e 10 podem ser prejudiciais em certas ocasiões. Águas com pH acima de 10 são consideradas letais para a grande maioria dos peixes (CETESB, 2018).
>
> Ocorrem variações nas tolerâncias de espécie para espécie de peixes a diferentes pH, mas valores entre 7 e 8 são considerados adequados para peixes de água doce. A Resolução CONAMA 357/05, estabelece que águas das Classes Especial, I e II, são destinadas, entre outros, à preservação da vida aquática (Artigo 4º), e estipula que a faixa de pH para essas Classes deve ser de 6 a 9 (CETESB, 2018).

Os valores de salinidade variaram entre 0,03‰ (valor mínimo) durante a campanha 2014 e 0,095‰ (valor máximo) durante a campanha 2016 (PA 01, 03 e 04). O índice de salinidade continuou alto na campanha 2017, com pequenas variações entre 0,081‰ (valor mínimo) e 0,09‰ (valor máximo) (Quadro 4.4 e Figura 4.2).

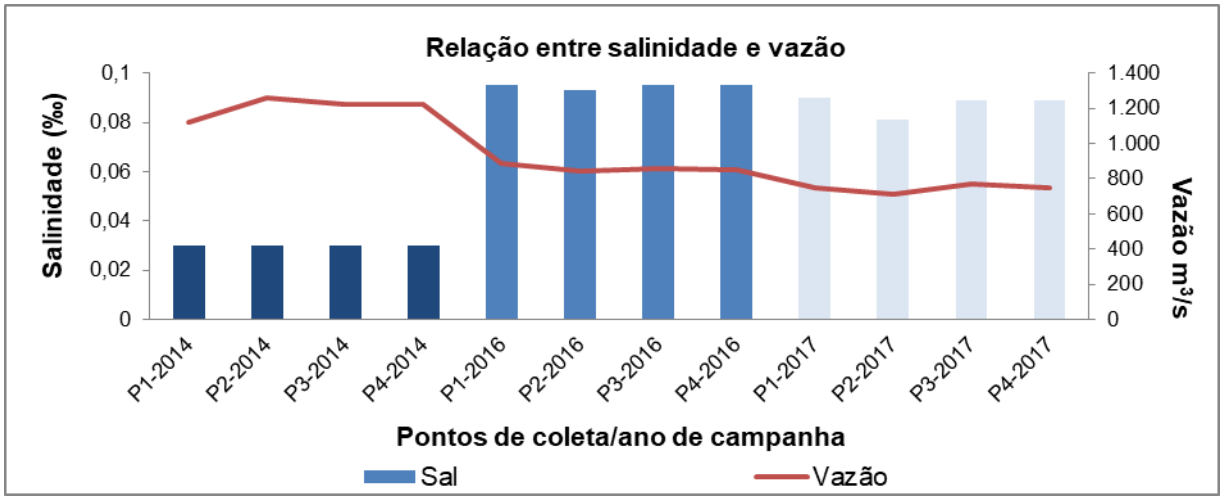


Figura 4.4: Relação entre salinidade e vazão.

Com o decorrer dos anos e diminuição da vazão foi possível observar aumento da salinidade no Baixo curso do Rio São Francisco, Medeiros *et al*., (2014), ao trabalhar com as características ambientais do Baixo São Francisco (AL/SE) e os efeitos de barragens no transporte de materiais na interface continente-oceano, constatou que:

> As vazões afluentes do rio são determinantes para a intensidade da salinidade no estuário, assim como a sua extensão a montante da foz, sendo a vazão o principal fator controlado pelo homem que determina a magnitude e extensão da cunha salina no estuário (Medeiros *et al*., 2014, p. 75).

A concentração de sais dissolvidos na água afetam os peixes, principalmente em relação às mudanças de pressão osmótica e da densidade da água, altas concentrações podem levar peixes a morte (CETESB, 2018).

Os valores de sólidos totais dissolvidos variaram entre 31,1 mgL^{-1} (valor mínimo) durante a campanha 2014 (PA 01 e 03) e 95,3 mgL^{-1} (valor máximo) durante a campanha 2016 (PA 01). Os menores valores foram observados durante a campanha 2014 (Quadro 4.4 e Figura 4.5). Os valores de sólidos totais dissolvidos aumentaram com a diminuição da vazão.

Os sólidos totais dissolvidos são a soma de todos os constituintes químicos dissolvidos na água. Considerados um dos parâmetros relacionados à condutividade elétrica e a turbidez, altas concentrações de sólidos podem limitar o crescimento e conduzir a morte muitas formas de vida (Santana, 2017).

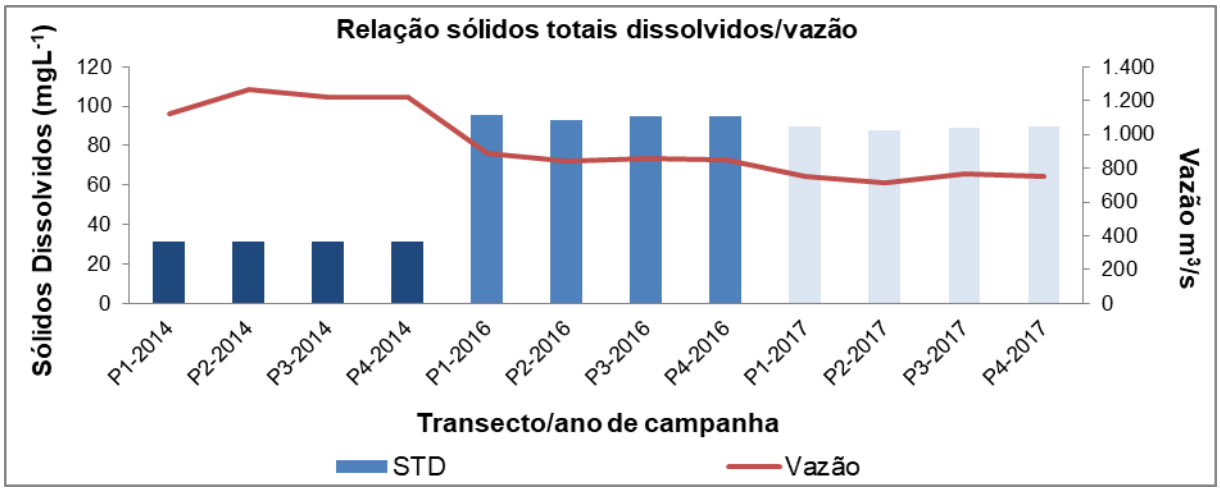


Figura 4.5: Relação entre sólidos totais dissolvidos e vazão.

Ao avaliar os índices de oxigênio dissolvido, foi possível observar que variaram entre 6,32 mgL^{-1} (valor mínimo) a campanha 2017 (PA 01) a 11 mgL^{-1} (valor máximo) durante a campanha 2014 (PA 02) (Quadro 4.4 e Figura 4.6).

O oxigênio dissolvido é um fator limitante para manutenção da vida aquática e de processos de autodepuração em sistemas aquáticos, uma das causas mais frequentes de mortandade de peixes é a queda na concentração de O_2 nos corpos d'água (CETESB, 2018). A solubilização de oxigênio na água depende da temperatura e pressão, assim, com a elevação da temperatura e diminuição da pressão, ocorre redução da solubilidade do oxigênio na água (Esteves, 1998).

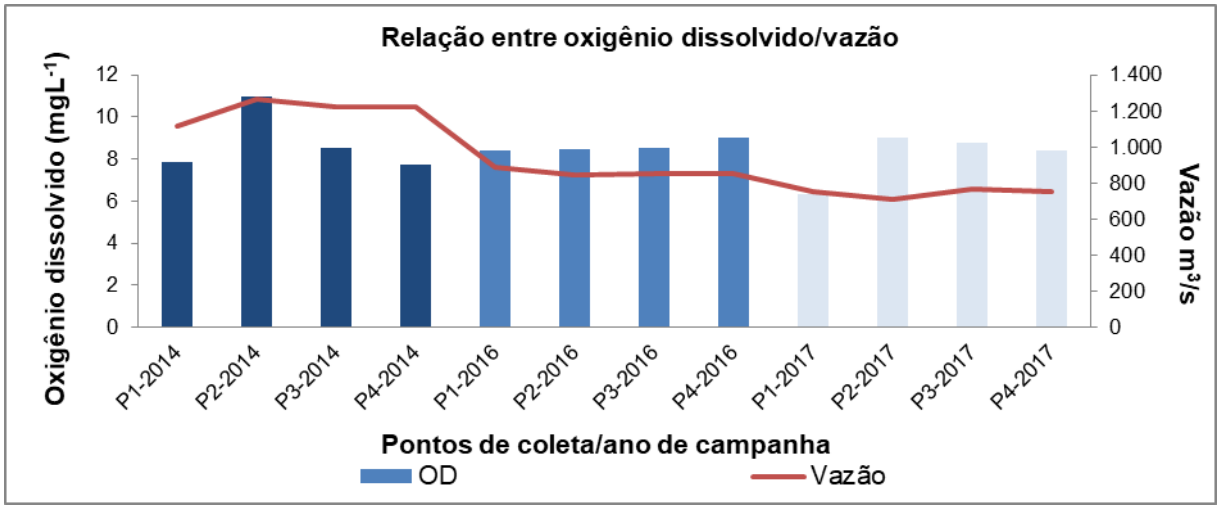


Figura 4.6: Relação entre oxigênio dissolvido e vazão.

Os valores de condutividade, por sua vez, variaram entre 62,5 µS/cm (valor mínimo) durante a campanha 2017 (PA 02) e 69 µS/cm (valor máximo) durante a campanha

2016 (PA 01). Os menores valores de condutividade foram observados durante a campanha 2017 (Quadro 4.4 e Figura 4.7). Foi possível observar a diminuição da condutividade de acordo a diminuição da vazão.

A condutividade fornece importantes informações sobre o metabolismo do ecossistema, quando seus valores são altos, indicam grau de decomposição elevado e o inverso (valores reduzidos) indica acentuada produção primária (algas e microrganismos aquáticos), sendo, portanto, uma maneira de avaliar a disponibilidade de nutrientes (Leira *et al*., 2017).

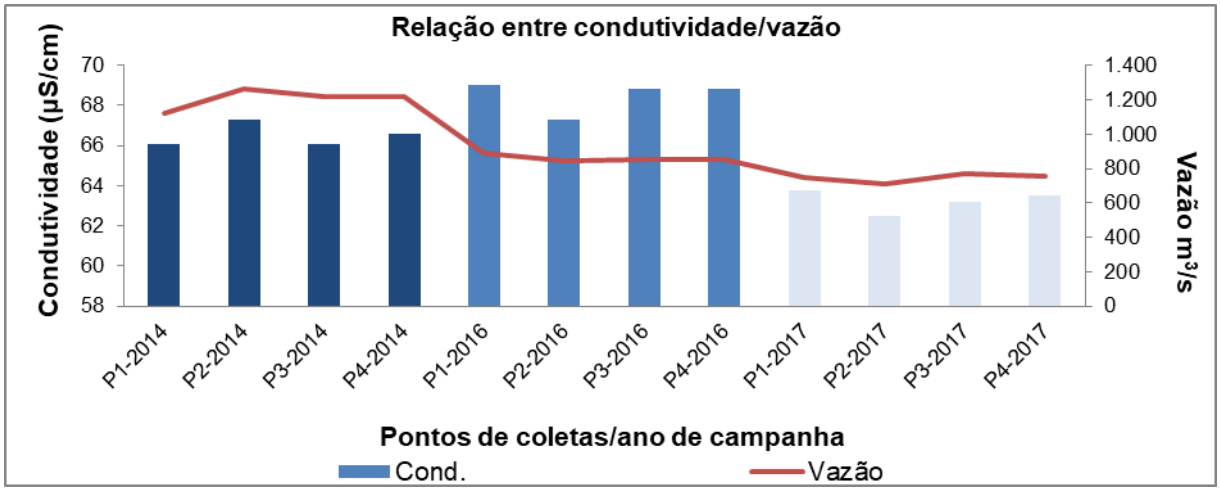


Figura 4.7: Relação entre condutividade e vazão.

Com a diminuição da vazão os valores de temperatura, pH, salinidade e sólidos totais dissolvidos aumentaram, entretanto, os valores de condutividade e oxigênio dissolvido diminuíram. Estes parâmetros foram avaliados tomando por base a Resolução Conama 357 (Brasil, 2005) (Sessão I – das águas doces - classes Especial, I e II, relacionadas à proteção das comunidades aquáticas), tendo sido registrados índices de pH e salinidade acima do aceitável e índices de oxigênio dissolvido e sólidos totais dissolvidos no limite e abaixo do limite mínimo estabelecido respectivamente.

Santana (2012) ao trabalhar na Rede EcoVazão durante os anos de 2008 a 2009 nos mesmos pontos amostrais, em relação a estes parâmetros físico-químicos, identificou resultados dentro dos limites estabelecidos pela Resolução Conama 357 (Brasil, 2005) para os índices de pH, salinidade e oxigênio dissolvido, no entanto resultados inferiores de sólidos totais dissolvidos e condutividade.

Quadro 4.4: Fatores abióticos avaliados nos pontos amostrais durante as três campanhas.

Ponto Amostral/ Ano	Parâmetros Abióticos						
	pH	Temperatura	Salinidade	OD	Condutividade	STD	Vazão
01-2014	7,8	27,9	0,03	7,83	66,1	31,1	1.120
01-2016	9,1	26,7	0,095	8,38	69	95,3	887
01-2017	7,2	28,7	0,09	6,32	63,8	90	750
02-2014	9,58	29,2	0,03	11	67,3	31,6	1.263
02-2016	9	26	0,09	8,5	67,3	93	843
02-2017	9,2	29,8	0,088	9,03	62,5	88,1	712
03-2014	7,91	29	0,03	8,52	66,1	31,1	1.221
03-2016	8,7	25,9	0,09	8,52	68,8	95	856
03-2017	10,7	30,6	0,089	8,76	63,2	89,2	769
04-2014	6,7	28,4	0,03	7,74	66,6	31,3	1.221
04-2016	8,8	26,2	0,095	9,01	68,8	95,1	853
04-2017	8,5	30,6	0,089	8,4	63,5	89,6	752

Unidades dos parâmetros citados acima: Temperatura - °C; Salinidade - ‰; OD=Oxigênio Dissolvido - mgL^{-1}; Condutividade - µS/cm; STD=Sólidos Totais Dissolvidos - mgL^{-1}; Vazão diária - m^3/s.

Segundo Vazzoler (1996) os fatores abióticos agem como desencadeadores da reprodução dos peixes e certas mudanças ambientais podem delimitar o período e o sucesso reprodutivo. Para Ribeiro & Moreira (2012):

> A influência humana nos sistemas naturais tem aumentado continuamente, justificando a importância de investigar os aspectos antrópicos que causam estresse em animais e em seus sistemas naturais. No ambiente aquático, as ações antrópicas são muito evidentes, levando os organismos muitas vezes a ficarem expostos a efeitos subletais que provocam consequências imprevisíveis (Ribeiro & Moreira, 2012, p. 01).

4.2. Caracterização da ictiofauna

4.2.1. Caracterização da composição

Durante as campanhas no Baixo Curso do Rio São Francisco no período de 2007 a 2009 (Rede EcoVazão) foram registradas 53 espécies, 09 ordens, 22 famílias. Destas, 40 espécies nativas (76% da amostra), 07 introduzidas (13% da amostra) e 06 marinhas (11% da amostra) (Quadro 4.6). Durante as campanhas em 2014, 2016 e 2017 (Projeto AIHA) foram registradas 38 espécies, dentre estas, 08 ordens, 14 famílias. Sendo 21 espécies nativas (55% da amostra), 08 introduzidas (21% da amostra) e 09 marinhas (24% da amostra) (Tabela 5.1 e Apêndices C, D e E).

Em programa de amostragem realizado pela Rede EcoVazão, 28 espécies de peixes a mais foram inventariadas, em comparação ao Projeto AIHA. Um número relativamente alto de espécies encontradas no trabalho anterior (Rede EcoVazão), provavelmente por um esforço de amostragem maior, mais petrechos de pesca utilizados e também maior número de dias na campanha.

Considerando os dois programas de amostragem, foi registrado um total de 66 espécies, 10 ordens e 27 famílias. A ordem Characiformes foi a mais representativa, e segundo Froese & Pauly (2018) faz parte da ordem mais vasta e diversificada de peixes de água doce do mundo.

A Tabela 4.1 ilustra as espécies coletadas pelo Projeto AIHA: 25 espécies foram coletadas durante a campanha em 2014; 21 espécies durante a campanha em 2016; e 18 espécies durante a campanha em 2017. O Apêndice A ilustra a presença, ausência, frequência absoluta e relativa das espécies coletadas durante as campanhas do Projeto AIHA.

De acordo com levantamentos bibliográficos, a ictiofauna identificada para a região do Baixo curso do Rio São Francisco constam conforme a seguir: Costa (2003) com 47 espécies (Anexo B); Santos (2009) com 50 espécies (Anexo C); Soares *et al*. (2011) com 22 espécies; Freitas *et al*. (2015) 22 etnoespécies (Anexo D); e Sampaio *et al*. (2015) 113 espécies (Anexo E). No entanto este último trabalho foi concentrado próximo à foz, fato este que adicionou um grande número de espécies marinhas na lista.

Quadro 4.5: Espécies coletas pela Rede EcoVazão; migradoras (*) e valor comercial (**).

Nome científico	Nome vernacular	Origem
Ordem Characiformes		
Família Characidae		
Astyanax fasciatus	Lambari	Nativa
Bryconops affinis	Piaba verde	Nativa
Família Curimatidae		
Curimatella lepidura	Aragu	Nativa
Família Prochilodontidae		
*Prochilodus argenteus** **	Curimatã-pacu	Nativa
Família Crenuchidae		
Characidium sp.	Piaba	Nativa
Família Tetragonopterinae		
Subfamília Cheirodontinae		
*Astyanax lacustres***	Piaba do rabo amarelo	Nativa
Serrapinnus piaba	Piaba	Nativa
Serrapinnus heterodon	Piaba	Nativa
Moenkhausia costae	Piaba manteiga	Nativa
Phenacogaster franciscoensis	Lambari vidro	Nativa
Piabina argentea	Piaba	Nativa
Insertae sedis		
Astyanax sp. 1	Piaba	Nativa
Astyanax sp. 2	Piaba	Nativa
Hemigrammus brevis	Piaba	Nativa
Hemigrammus marginatus	Piaba	Nativa
Subfamília Tripotheinae		
Triportheus guentheri	Piaba facão	Nativa
Família Acestrorhynchidae		
Acestrorhynchus britskii	Peixe-cachorro	Nativa
Acestrorhynchus lacustris	Peixe-cachorro	Nativa
Família Serrasalminae		
Subfamília Serrasalminae		
Metynnis maculatus	Pacu	Introduzida
*Pygocentrus piraya***	Piranha	Nativa
*Myleus micans** **	Pacu CD	Nativa
*Serrasalmus brandti***	Pirambeba	Nativa
Família Erythrinidae		
*Hoplias lacerdae***	Trairão	Introduzida
*Hoplias malabaricus***	Traíra	Introduzida
Família Anostomidae		
*Leporinus piau** **	Piáu	Nativa
*Leporinus obtusidens** **	Piáu verdadeiro	Nativa
*Leporinus reinhardti**	Piáu três pintas	Nativa
Schizodon knerii	Piáu branco	Nativa
Ordem Siluriformes		
Família Callichthyidae		
Hoplosternum littorale	Tamoatá	Nativa
Família Loricariidae		
*Hypostomus francisci***	Acari	Nativa
*Hypostomus sp.***	Acari	Nativa
*Megalancistrus barrae***	Cari-espinho	Nativa
Parotocinclus sp.	Cari	Nativa
Família Pseudopimelodidae		
*Lophiosilurus alexandri***	Pacamã	Nativa
Família Pimelodidae		
Bagropsis reinhardti	Mandi-branco	Nativa
Bergiaria westermanni	Mandi	Nativa

Continuação...

...Continuação Quadro 4.6...

*Pimelodus maculatus** **	Mandi-amarelo	Nativa
Ordem Gymnotiformes		
Família Sternopygidae		
*Eigenmannia virescens***	Sarapó	Nativa
*Sternopygus macrurus***	Sarapó	Nativa
Ordem Cyprinodontiformes		
Família Poeciliidae		
Pamphorichthys hollandi	Barrigudinho	Nativa
Poecilia vivípara	Barrigudinho	Nativa
Ordem Synbranchiformes		
Família Synbranchidae		
*Synbranchus marmoratus***	Mussum	Nativa
Ordem Perciformes		
Família Cichlidae		
*Astronotus ocellatus***	Apaiari	Introduzida
Cichla monoculus	Tucunaré	Introduzida
Cichlasoma sanctifranciscense	Acará	Nativa
Crenicichla lepidota	Joaninha	Introduzida
*Oreochromis niloticus***	Tilápia	Introduzida
Família Gobiidae		
Awaous tajasica	Gobi de rio	Marinha
Família Centropomidae		
*Centropomus parallelus***	Robalo	Marinha
Família Gerreidae		
*Eugerres brasilianus***	Carapeba	Marinha
Ordem Gasterosteiformes		
Família Syngnathidae		
Microphis lineatus	Peixe cachimbo	Marinha
Ordem Pleuronectiformes		
Família Paralichthyidae		
Citharichthys spilopterus	Linguado	Marinha
Ordem Clupeiformes		
Família Engraulidae		
Anchoviella vaillanti	Manjuba	Nativa

Tabela 4.1: Número de espécies (N) coletadas no pelo Projeto AIHA: riqueza de espécies (S), espécies marinhas (*), espécies exóticas (**), possui valor comercial (***).

Espécies	**Campanha 2014 (S=25)**		**Campanha 2016 (S=21)**		**Campanha 2017 (S=18)**		**Total**	
	N	**%N**	**N**	**%N**	**N**	**%N**	**N**	**%N**
Ordem Characiformes								
Família Characidae								
Astyanax fasciatus	22	1,7	-	-	-	-	22	1,7
Bryconops affinis	3	0,2	-	-	-	-	3	0,2
Roeboides xenodon	1	0,1	-	-	-	-	1	0,1
Characidium sp.	-	-	1	0,1	-	-	1	0,1
Família Tetragonopterinae								
Subfamília Cheirodontinae								
Astyanax lacustris	-	-	1	0,1	-	-	1	0,1
Piabina argentea	-	-	1	0,1	-	-	1	0,1
Serrapinnus heterodon	1	0,1	-	-	-	-	1	0,1
Serrapinnus piaba	-	-	-	-	155	7,3	155	7,3
Serrapinus sp	1	0,1	-	-	-	-	1	0,1
Phenacogaster franciscoensis	5	0,4	-	-	-	-	5	0,4
Insertae sedis								
Astyanax sp. 1	-	-	15	2,1	-	-	15	2,1
Hemigrammus brevis	-	-	6	0,8	178	8,3	184	9,2
Hemigrammus marginatus	780	59,6	503	69,9	1598	74,8	2881	204,3
Família Serrasalminae								
Subfamília Serrasalminae								
*Metynnis maculatus***	1	0,1	3	0,4	14	0,7	18	1,1
*Myleus micans****	1	0,1	38	5,3	3	0,1	42	5,5
*Serrasalmus brandti****	12	0,9	-	-	12	0,6	24	1,5
Família Erythrinidae								
*Hoplias malabaricus*** ***	1	0,1	2	0,3	2	0,1	5	0,4
Família Anostomidae								
*Leporinus spp.****	-	-	-	-	1	0,0	1	0,0
Ordem Cyprinodontiformes								
Família Poeciliidae								
Pamphorichthys hollandi	185	14,1	79	11,0	116	5,4	380	30,5
*Poecilia reticulata***	-	-	9	1,3	-	-	9	1,3
Poecilia vivípara	109	8,3	19	2,6	27	1,3	155	12,2
Ordem Perciformes								
Família Cichlidae								
*Astronotus ocellatus***	-	-	-	-	1	-	1	1
*Cichla monoculus*** ***	1	0,1	-	-	-	-	1	0,1
C. sanctifranciscense	19	1,5	-	-	3	0,1	22	1,6
*Crenicichla lepidota***	18	1,4	1	0,1	-	-	19	1,5

Continuação...

...Continuação: Tabela 4.1...

*Crenicichla menezesi***	-	-	-	-	1	-	1	1
*Oreochromis sp.*** ***	44	3,4	17	2,4	1	-	62	5,8
Família Mugilidae								
*Mugil curema**	-	-	2	0,3	-	-	2	0,3
Família Gobiidae								
*Awaous tajasica**	2	0,2	4	0,6	1	-	7	0,8
*Evorthodus lyricus**	1	0,1	-	-	-	-	1	0,1
Família Gerreidae								
*Eucinostomus argenteus** ***	9	0,7	-	-	-	-	9	0,7
Família Eleotridae								
*Eleotris pisonis** ***	9	0,7	2	0,3	16	0,7	27	1,7
*Domitator maculatus**	60	4,6	15	2,1	5	0,2	80	6,9
Ordem Atheriniformes								
Família Atherinopsidae								
*Atherinella brasiliensis**	-	-	1	0,14	-	-	1	0,1
Ordem Gasterosteiformes								
Família Syngnathidae								
*Oostethus lineatus**	8	0,6	1	0,14	-	-	9	0,8
*Microphis lineatus**	-	-	-	-	2	0,1	2	0,1
Ordem Pleuronectiformes								
Família Paralichthyidae								
*Citharichthys spilopterus**	4	0,3	-	-	-	-	4	0,3
Ordem Clupeiformes								
Família Engraulidae								
*Anchoviella vaillanti**	12	0,9	-	-	-	-	12	0,9
Total	**1309**	**100,0**	**720**	**100**	**2136**	**100,0**	**4165**	

4.2.2 Caracaterização da abundância e estrutura

Os índices de diversidade tais como, Riqueza (S), Abundância (N), Dominância (Dm), Equitabilidade de Pielou (J`) e Diversidade de Shannon-Weiner (H`) refletem as diferenças nos atributos da comunidade e fornecem informações de importância ecológica dos organismos quanto ao fluxo de energia e padrões de interações.

O Quadro 4.6 representa os índices de diversidade de espécies por pontos amostrais e campanhas do Projeto AIHA. Os pontos amostrais 03 e 04 possuem maiores valores de riqueza de espécies; o ponto amostral 01 apresenta os maiores valores de abundância e dominância de indivíduos; enquanto o ponto amostral 04 foi representado comparativamente aos demais pontos amostrais como maior

diversidade e equitabilidade, mesmo assim, todos os pontos amostrais representam baixa diversidade.

Ao avaliar os índices de diversidade da ictiofauna foi possível observar a diminuição da diversidade, equitabilidade e riqueza e o aumento da dominância, nos pontos amostrais mais próximos a barragem de Xingó.

Quadro 4.6: Índices de diversidade da ictiofauna por pontos amostrais e campanhas.

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

As espécies que mais contribuem para esse aumento do índice de dominância são Piaba (*Hemigrammus marginatus*) e Barrigudinho (*Pamphorichthys hollandi*). Estas espécies são conhecidas pela capacidade de viverem em ambientes altamente perturbados, resistindo a altas temperaturas, baixo teor de oxigênio, alta salinidade e baixa qualidade da água, vivem próximas à superfície onde há maior teor de oxigênio (Froese & Pauly, 2018). Segundo Morrow Jr. & Fischenich (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.

O ponto amostral 04 foi representado por maiores valores de riqueza, diversidade e equitabilidade, valores representados pelo aumento de espécies marinhas. Como consequência do avanço da cunha salina a partir da foz no Rio São Francisco espécies marinhas são encontradas com maior frequência adentrando o Rio (Nascimento *et al*., 2016; Santana, 2017), representadas pelas Famílias Gobiidae (Gobi de rio), Mugilidae (Tainha), Gerreidae (Carapeba), Syngnathidae (Peixe cachimbo), Engraulidae (Anchova), Paralichthyidae (Linguado), Eleotridae (Amoré) e Atherinopsidae (Manjuba). No entanto, esse aumento dos valores dos índices não está necessariamente ligado à melhoria da qualidade do habitat.

As Figuras 4.8 a 4.12 ilustram as relações entre vazão e os índices de diversidade, a correlação entre as duas variáveis não foi analisada devido ao número reduzido de campanhas. Observa-se que a diminuição da vazão influenciou para a diminuição da riqueza de espécie no ponto amostral 01 e aumento no ponto amostral 03, principalmente por influência de espécies marinhas (Figura 4.8). Já a abundância esteve inversamente relacionada à vazão no ponto amostral 01, principalmente pelo grande número de indivíduos da espécie *Hemigrammus marginatus* (Figura 4.9). Consequentemente, a dominância se manteve inversamente relacionada à vazão no ponto amostral 01 (Figura 4.10).

A diversidade por sua vez, diminuiu no ponto amostral 01 e aumentou no ponto amostral 03 (Figura 4.11). A equitabilidade diminuiu nos pontos amostrais 01 e 02 e aumentou nos pontos amostrais 03 e 04 (Figura 4.12). Observa-se que o ponto mais próximo a montante (PA 01) e o mais próximo à foz (PA 03 e 04) são diretamente afetados pela vazão. No ponto mais a montante há uma tendência de incremento nos valores de abundância e dominância com a diminuição da vazão, enquanto nos pontos mais próximos à foz, a diminuição da vazão combinada à entrada de espécies marinhas aumentam a riqueza, a diversidade e equitabilidade.

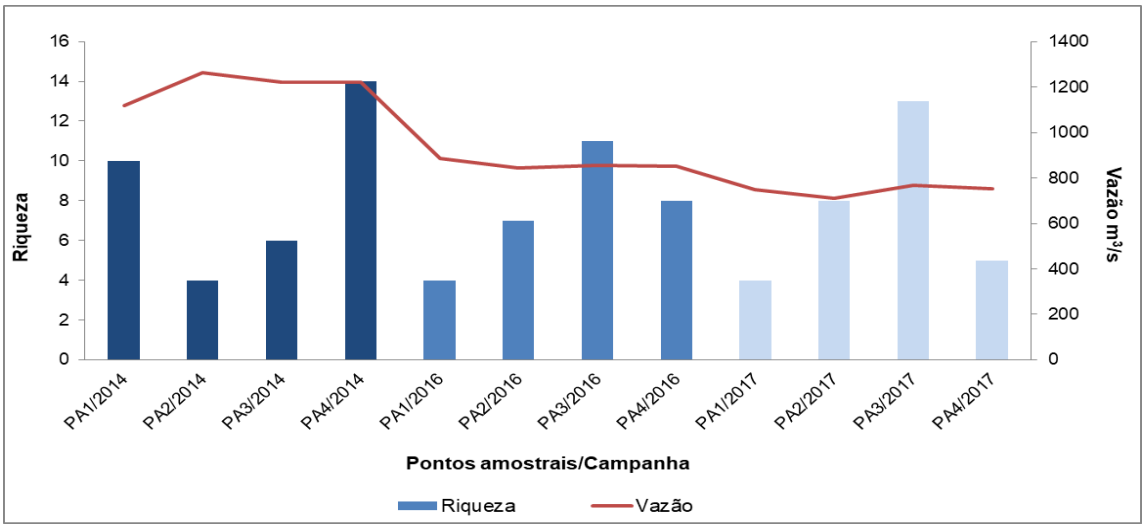


Figura 4.8: Relação entre riqueza da ictiofauna e vazão (campanhas Projeto AIHA).

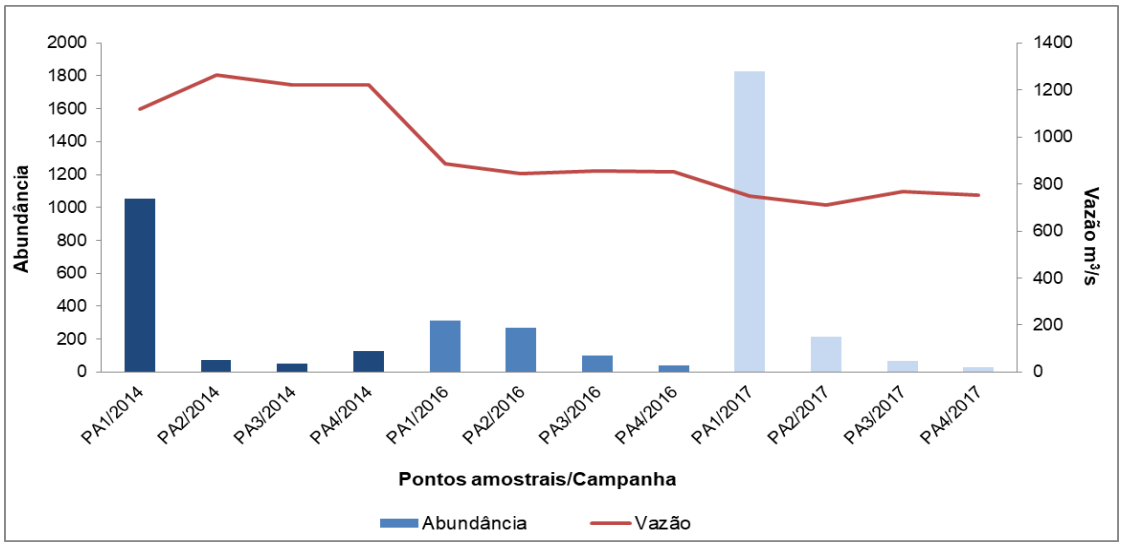


Figura 4.9: Relação entre abundância da ictiofauna e vazão (campanhas Projeto AIHA).

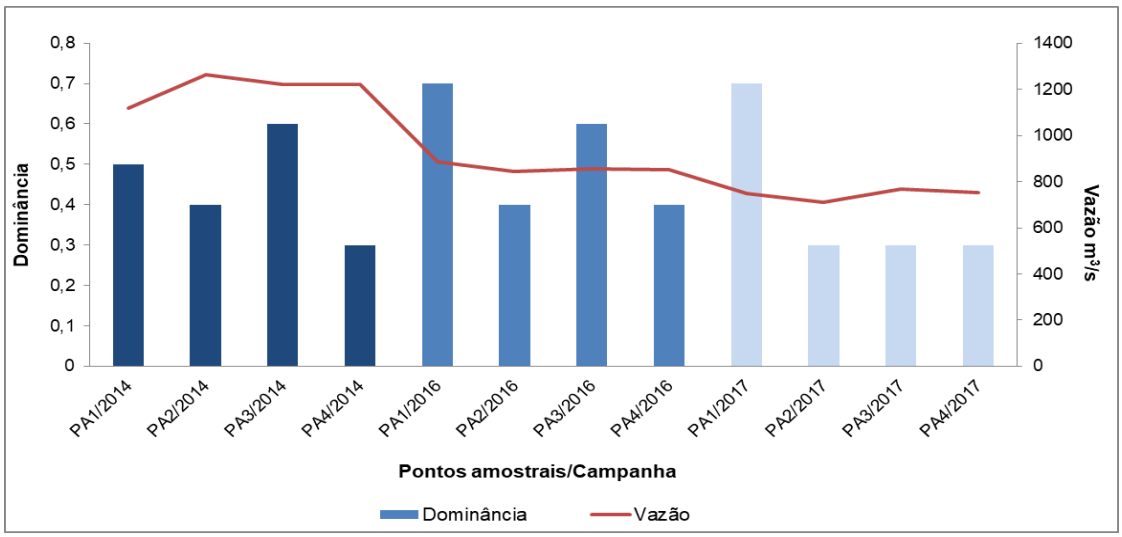


Figura 4.10: Relação entre dominância da ictiofauna e vazão (campanhas Projeto AIHA).

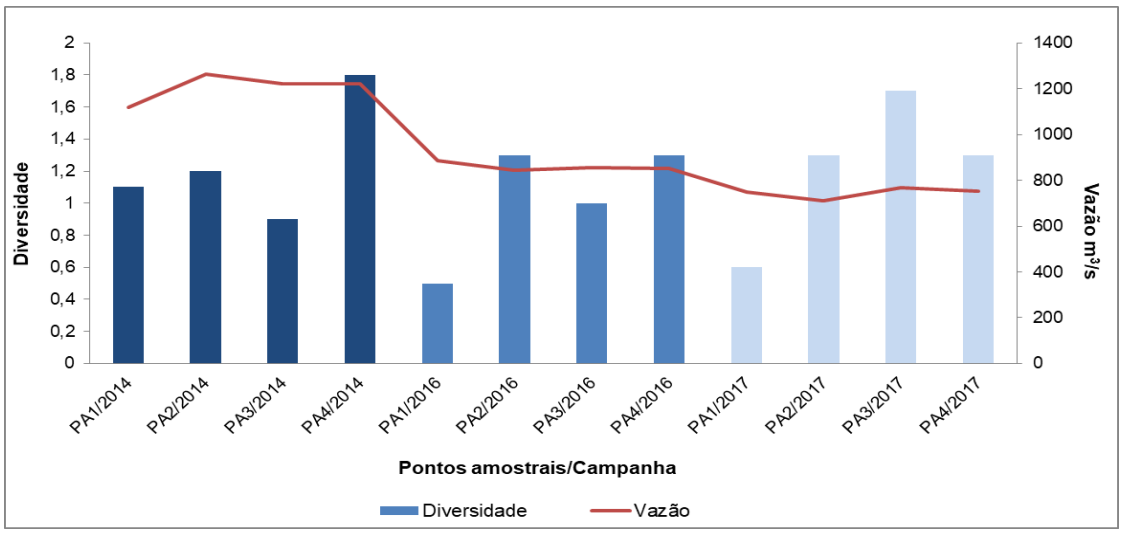


Figura 4.11: Relação entre diversidade da ictiofauna e vazão (campanhas Projeto AIHA).

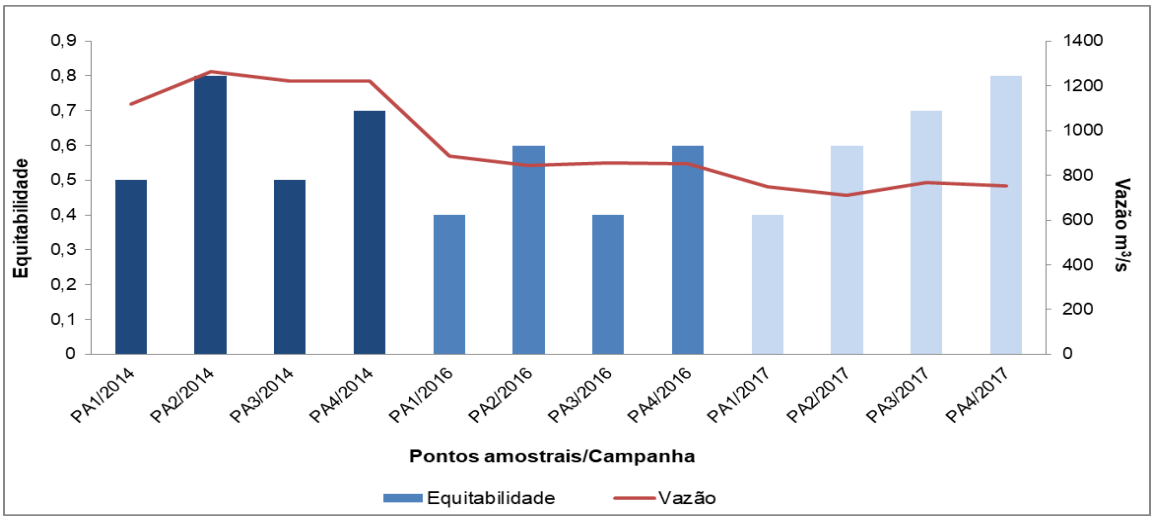


Figura 4.12: Relação entre equitabilidade da ictiofauna e vazão (campanhas Projeto AIHA).

Agostinho *et al*. (2007) ao trabalhar 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. A análise de similaridade de Bray-Curtis possibilitou visualizar a formação de dois grupos, um composto pelos pontos amostrais 01, 02 e 03 e o segundo formado pelo ponto amostral 04 que apresentou predominância de espécies marinhas (Figura 4.13).

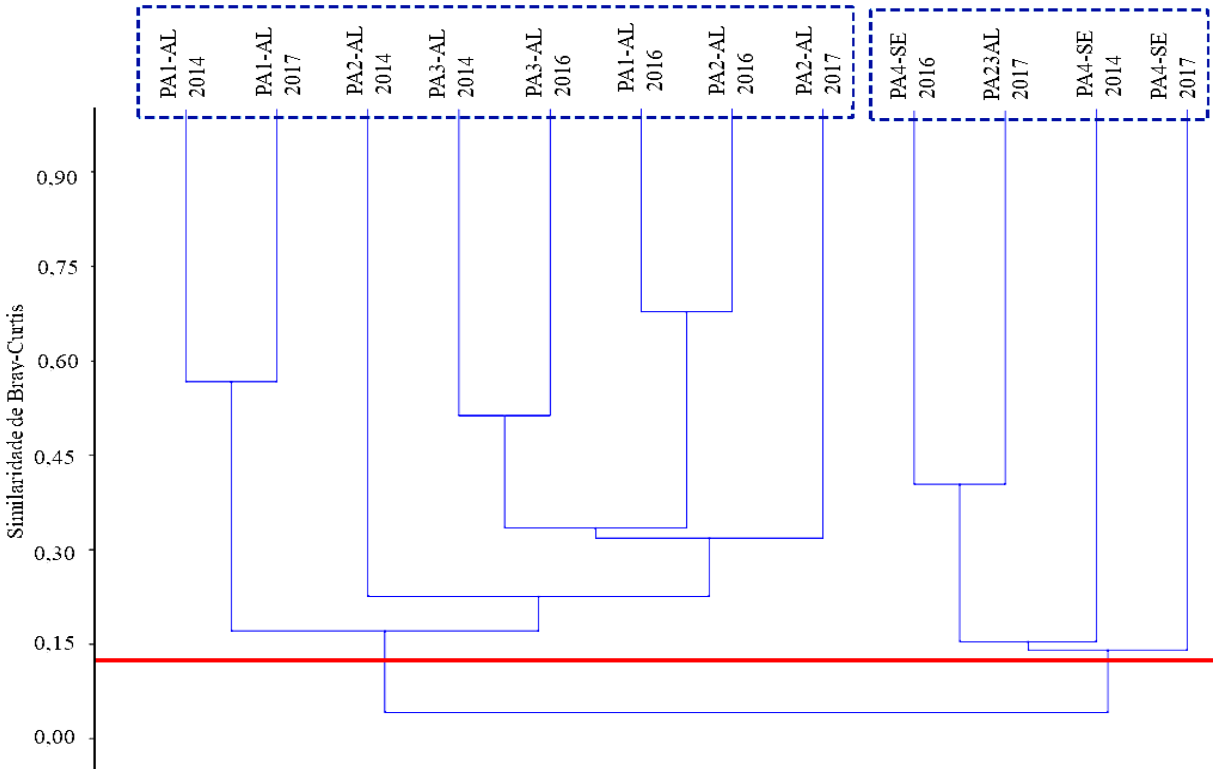


Figura 4.13: Análise de similaridade Bray-Curtis (composição e abundância) nos quatro pontos amostrais (campanhas 2014, 2016 e 2017).

4.2.3 Caracterização dos atributos ecológicos

A caracterização dos atributos ecológicos foi realizada a partir das espécies coletadas pela Rede EcoVazão e Projeto AIHA. Os Apêndices B, C, D e E descrevem as espécies em sua classificação taxonômica e seus atributos ecológicos, nestas análises, foi inclusa a característica possuir ou não valor comercial, referente à aceitação comercial da ictiofauna (Quadro 4.6 e Tabela 4.1).

As coletas realizadas durante os dois programas de amostragens em conjunto, atingem um total de 66 espécies, sendo que 65% são nativas, 15% introduzidas e 20% marinhas. Em relação à origem das espécies, as mais abundantes foram nativas: Piabas (*Hemigrammus marginatus* e *Astyanax fasciatus*) e Barrigudinhos (*Pamphorictthys hollandi* e *Poecilia vivípara*) (Apêndices B, C, D e E). Estas caracterizam-se por serem oportunistas, resistentes, de baixa longevidade, alta taxa de crescimento (Fragoso-Moura *et al*., 2017), de pequeno porte, onívoras (Casatti & Castro, 1998; Graciolli *et al*., 2003; Froese & Pauly, 2018) e por não possuírem valor comercial.

A baixa abundância de espécies nativas no Rio São Francisco está cada vez mais frequente, como é o caso do Pacamã (*Lophiosurus alexandri*) que possuí hábito alimentar especializado, baixa tolerância aos impactos ambientais, taxa de crescimento lenta, entre outros atributos ecológicos. Espécies de Piau, como *Leporinus obtusiden e Leporinus reinhardti* também estão em baixa abundância, principalmente pelo fato de realizarem migrações mais longas. Espécies mais exigentes em relação à qualidade do habitat como o Pirá (*Conorhynchus conirostris*) e o Surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*), não foram coligidas nos programas de amostragens deste estudo.

As espécies exóticas em sua maioria foram introduzidas para a piscicultura, principalmente as Famílias Cichlidae (Tilápias) e Erythrinidae (Traíras) (Apêndices B, C, D e E), são espécies sedentárias, menos exigentes em relação à vazão e as características do habitat, além de não possuírem seletividade alimentar (Tuch, 1999; El-Sayed, 2006). Entre estas, as Tilápias, são altamente tolerantes a baixas concentrações de oxigênio (até 0,1mg/L), a altas variações de temperatura (entre 10° e 42° C) e de pH (entre 3,7 e 11) (FAO, 2010), e podem mudar a utilização dos

recursos bióticos e abióticos para o crescimento ou reprodução, de acordo com as condições ambientais (Lowe-McConnell, 1999).

Este tipo de cenário (atuais condições do Baixo curso de Rio São Francisco) amplifica a competição e o sucesso entre espécies, 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 *et al*., 2015; Souza *et al*., 2016).

As espécies marinhas estão adentrando o rio em maior número nos últimos anos, principalmente devido à diminuição da vazão e avanço da cunha salina, estas são representadas pelas Famílias Gobiidae (Gobi de rio), Centropomidae (Robalo), Gerreidae (Carapeba), Syngnathidae (Peixe cachimbo), Engraulidae (Manjuba), Paralichthyidae (Linguado), Eleotridae (Amoré) e Atherinopsidae (Manjuba) (Apêndices B, C, D e E).

Costa *et al* (2000) *apud* Costa (2003), analisando a ictiofauna do Baixo São Francisco observou a presença para comercialização de 14 espécies marinhas/estuarinas. Já Barbosa *et al*. (2017) constataram significativo aumento do número de espécies marinhas (35 espécies), considerando apenas as mais frequentes e que adentram o rio independente do nível da maré. Estes dados corroboram as afirmações de Peso-Aguiar (2010), em relação à substituição na pesca de espécies nativas de água doce por espécies marinhas/estuarinas.

Para Lowe-Mcconnell (1999) a flutuação populacional da ictiofauna pode ocorrer por: (i) migração (desovadores totais), quando as espécies respondem a estações de desova bem definidas, são espécies mais fecundas, produzem numerosos e pequenos ovócitos e realizam migrações de longa distância (igual ou maior que 100 km); e (ii) multiplicação (desovadores múltiplos), quando as espécies respondem às estações de reprodução de forma menos definidas e realizam apenas deslocamentos locais para as áreas de reprodução.

Ao avaliar os dois programas de coleta, das 66 espécies coletadas, apenas 8% são espécies que realizam migração, refletindo a ausência de conectividade causada pela construção das barragens e também pela falta de atrativos (e.g. presença de cachoeiras e aumento de fluxo) gatilhos reprodutivos para o início da piracema.

As espécies coletadas são representadas em sua maioria por estrategistas r, sendo que a única espécie caracterizada como estrategista K foi Pacamã (*Lophiosilurus alexandri*) (Apêndices B, C, D e E). Segundo Lowe-McConnell (1999) em condições mais estáveis, a estratégia efetiva de vida, visa produzir poucos jovens a intervalos de tempo durante um ano, em associações com maturação retardada, ciclos de vida mais longos e especializações tróficas mais acentuadas (estrategista K), onde as estratégias do ciclo de vida tendem a exploração eficaz dos recursos. Entretanto, para Agostinho (2007) as espécies generalistas (estrategistas r) serão as mais bem sucedidas, visto que apresentam certa flexibilidade quanto às suas necessidades alimentares e reprodutivas, ajustando-se mais facilmente às variações na disponibilidade alimentar e à alternância nas condições ambientais.

As espécies comerciais mais abundantes foram representadas pelas nativas, Curimatã-pacu (*Prochilodus argenteus*), Pacu CD (*Myleus micans*), Piaus (*Leporinus piau* e *Schizodon knerii*) e Pirambeba (Serrasalmus brandtii) e pelas alóctones, Pacu (*Metynnis maculatus*), Tilápia (*Oreochromis niloticus*), Traíra (*Hoplias malabaricus*) e Apaiari (*Astronotus ocelatus*). Entre as espécies de importância comercial, estão algumas que realizam migração de curta distância, como o Curimatã-pacu e Piaus (Apêndices B, C, D e E). Entre outras características que justificam suas maiores abundâncias como espécies comerciais estão: possuírem hábito alimentar pouco especializado, serem relativamente tolerantes aos impactos ambientais, menor longevidade e produção mais rápida de biomassa. Nos últimos anos, as espécies marinho/estuarinas são também representadas por possuírem valor comercial, tais como Tainhas (*Mugil curema*), Amorés (*Eleotris pisonis*), Robalos (*Centropomus parallelus*) e Carapebas (*Eugerres brasilianus*).

Segundo Lowe-McConnel (1999) as principais espécies 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 *Lophiosilurus alexandri* (Pacamã). Os principais atributos ecológicos destas (*op cit*.) são: *Pseudoplastysoma curuscans* (Surubim) migradora de grande porte (peso superior a 74 kg), com período reprodutivo na estação chuvosa, hábito alimentar piscívoro; *Salminus brasiliensis* (Dourado) migradora de grande porte (peso superior a 30 kg), com período reprodutivo na estação chuvosa, hábito alimentar piscívoro; *Schizodon*

knerii (Piau-branco) migradora de médio porte (peso superior a 1 kg), hábito alimentar piscívoro/herbívoro; e *Lophiosilurus alexandri* (Pacamã) endêmica sedentária de médio porte (peso superior a 8 kg), hábito alimentar piscívoro (Lowe-McConnel, 1999). Estas espécies não ocorreram nas amostragens, ou foram registradas em baixa abundância.

As Figuras 4.14 e 4.15 ilustram as estratégias reprodutivas da ictiofauna coletada durante as campanhas Rede EcoVazão e Projeto AIHA respectivamente. Os peixes que realizam migrações de longa distância contribuem muito pouco para o total de espécies coletadas. Já as espécies que realizam migração de curta distância ou espécies não migratórias contribuem com mais de 90% das amostras.

As poucas espécies migrantes resistentes às condições impostas pelo meio (Pelicice *et al*., 2015), necessitam basicamente de três tipos de ambiente dentro do rio, para completar seu ciclo de vida: áreas de desova, crescimento e alimentação (Hilsdorf & Moreira, 2008). Estas são representadas por Pacu CD (*Mileus micans*), Curimatã-pacu (*Prochilodus argenteus*) e Piaus (*Leporinus piau, Leporinus obtusidens e Lerporinus reinhardti*). Já as espécies sedentárias correspondem a mais de 90% e segundo Hilsdorf & Moreira (2008) podem fechar todo o ciclo de vida em uma mesma área do rio em que vivem.

As Figuras 4.14 e 4.15 ilustram também estratégias reprodutivas da ictiofauna que estão relacionadas às espécies não migratórias de fecundação externa (sem cuidado parental) e fecundação interna. Dentre as amostras, foi possível identificar 66% a 74% das espécies de fecundação externa sem cuidado parental que dependem do regime de cheias para completar seus ciclos de vida. Já as espécies com cuidado parental, vivem na várzea e podem aproveitar habitats quando a cheia é marcante (ou seja, espécies sedentárias). O restante da amostra foi representada por espécies que possuem fecundação interna.

Os aspectos reprodutivos estudados apontam para o fato que as espécies mais exigentes, principalmente migratórias, são representadas em menor proporção, comparadas as espécies sedentárias com cuidado parental, geralmente mais resistente e adaptadas a ambientes impactados. Estudos realizados por Costa (2003), Santos (2009), Soares *et al*. (2011), Freitas *et al*. (2015) e Sampaio *et al.* (2015) confirmam sobre a diminuição ou desaparecimento das espécies migrantes.

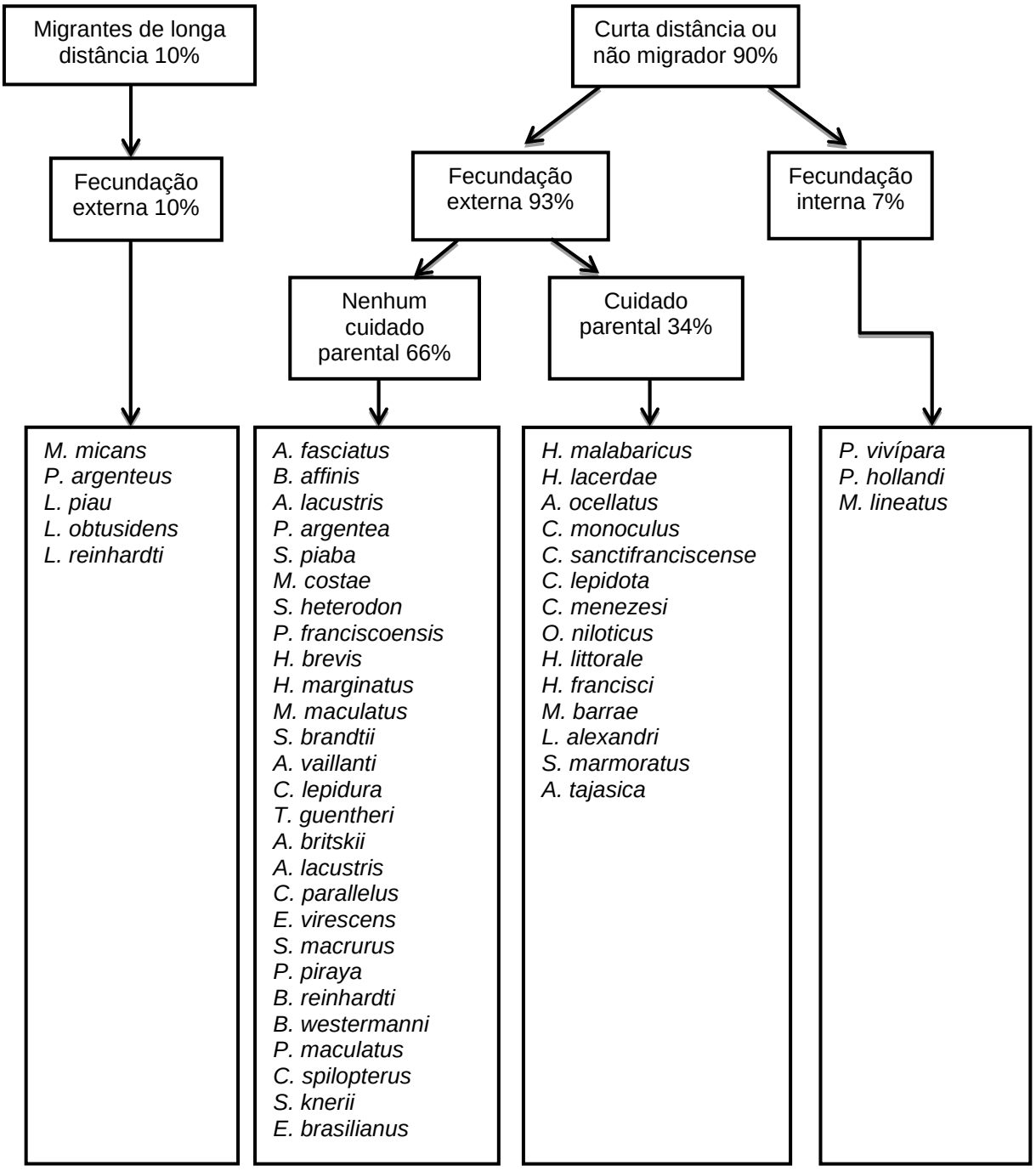


Figura 4.14: Lista de espécies de acordo com sua estratégia reprodutiva, no Baixo Rio São Francisco (campanhas 2007, 2008 e 2009) (adaptado de Agostinho *et al*., 2005).

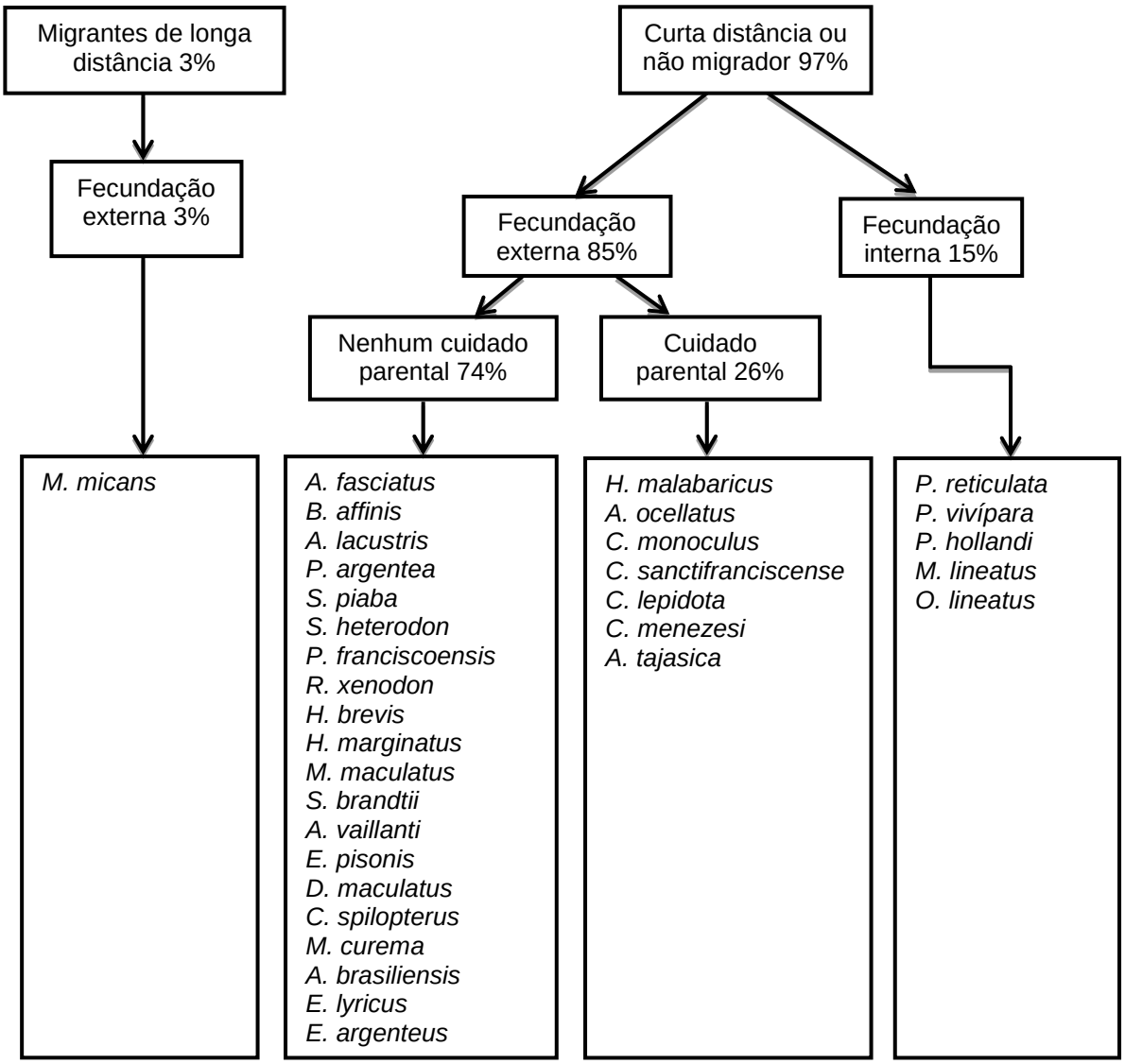


Figura 4.15: Lista de espécies de acordo com sua estratégia reprodutiva, no Baixo Rio São Francisco (campanha 2014, 2016 e 2017) (adaptado de Agostinho *et al*., 2005).

Embora a maioria das espécies que conseguiram suportar as condições atuais dos habitats no Baixo São Francisco seja sedentária, as espécies migratórias são consideradas mais importantes, uma vez que historicamente contribuiu para a pesca comercial e recreativa (Lima *et al*., 2010; Alves & Leal; 2010), são predadores de topo de cadeia, matém o ciclo biológico, são espécies-chave, auxiliam na base da cadeira alimentar e ciclagem de nutrientes (Lowe-Mcconnell, 1999).

As espécies sedentárias possuem como características principais, 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). Para Lowe-Mcconnell (1999) as espécies sedentárias são desovadores

de pequenas ninhadas que geralmente estabelecem um território e com frequência fazem um ninho no qual desovam e guardam os ovos.

As espécies sedentárias de fecundação externa sem cuidado parental são representadas por mais de 66% da amostra, no entanto, o restante da amostra (que possui cuidado parental) apresentou graus variados de cuidado parental, tais como: construção de ninhos, limpadores de ninhos, incubação de ovos na boca, proteção contra predadores, transporte dos ovos pelo corpo entre outras estratégias de cuidado parental. Estas são representadas pelas Famílias Cichlidae (Tilápias, biparental) e Erythrinidae (Traíras, só os machos) e espécies *Hoplosternum littorale* (Tamoatá), *Hypostomus francisci* (Acari), *Megalancistrus barrae* (Cari espinho), *Lophiosilurus alexandri* (Pacamã), *Sternopygus macrurus* (Sarpó) *e Awaous tajasica* (Gobi de rio). As espécies sedentárias de fecundação interna são representadas pelas Famílias Poecilidae (Barrigudinhos) que, normalmente vivem em área de várzea e são mais independentes do ciclo de cheia.

Neste trabalho constatamos que as características originais do ecossistema aquático já não existem no Baixo Rio São Francisco, levando a uma alteração da ictiofauna original, com mudanças na proporção entre as diferentes guildas reprodutivas e alimentares, predomínio de espécies tolerantes em relação às menos tolerantes, e principalmente, uma substituição nas espécies alvo da pesca, inclusive com o aumento da importância das espécies marinho/estuarinas como recurso pesqueiro. O Quadro 4.7 ilustra alguns atributos ecológicos e requerimentos de habitat das principais espécies de importância ecológica e econômica do Baixo São Francisco.

Para Poff & Schmidt (2016) a sazonalidade da vazão fornece melhores condições tanto na morfologia do rio, quanto na heterogeneidade do ecossistema. Este fato é fundamental para a reprodução e recrutamento de espécies com diferentes histórias de vida, que respondem a determinados “gatilhos” ambientais, entre os quais se inclui o aumento do nível do rio, para o início do período reprodutivo (Bunn & Arthington, 2002).

Quadro 4.7: Atributos ecológicos e requerimentos de habitat das principais espécies da ictiofauna do Baixo São Francisco (Fonte: Lowe-McConnel, 1999).

Espécies	***Salminus brasiliensis***	***Leporinus obtusidens***	***Pseudoplatystoma corruscans***	***Conorhynchos conirostris***	***Lophiosilurus alexandri***
Divisão taxonômica					
Ordem	Characiformes	Characiformes	Siluriformes	Siluriformes	Siluriformes
Família	Bryconidae	Anostomidae	Pimelodidae	Pimelodidae	Pseudopimelodidae
Nome vernacular	Dourado	Piau/ Piapara	Surubim	Pirá	Pacamã
Atributos ecológicos					
Tamanho máximo	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	Iliófago/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	Está no elo intermediário da cadeia trófica, importante para a manutenção do ciclo biológico	Predador de todo e espécie-chave	Espécie hiliófaga, auxilia na base da cadeia trófica e ciclagem de nutrientes	Predador de topo
Requerimentos de habitat					
Habitat	Águas rápidas, corredeiras e cachoeiras	Em vegetação densa	Vive no fundo dos rios, entre macrófitas	Águas rápidas	Requerem substrato arenoso e vivem no fundo do substrato
pH da água	6 a 7,6	6 a 7,6	6 a 8	6,5 a 7,5	6 a 7
Temperatura da água	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

5. CONCLUSÃO

Os pontos amostrais estudados fazem parte de diferentes tipos climáticos e à medida que se aproxima da foz, são encontradas formações pioneiras de influência flúvio-marinha. Este cenário acrescido da fragmentação do habitat, regulação e diminuição gradual das vazões trazem graves consequências ao meio e à sobrevivência da biota aquática.

O Rio perdeu sua variabilidade interanual e intra-anual, vem sendo assoreado, diminuiu sua variedade de substrato, velocidade e profundidade, consequentemente, aumento da intrusão salina. A vegetação marginal (aquática e ciliar) está drasticamente reduzida e os parâmetros físico-químicos da água modificados.

A ictiofauna original sofreu modificações ao longo deste processo, representada principalmente por mudanças na proporção entre as diferentes guildas reprodutivas e alimentares, predomínio de espécies tolerantes em relação às menos tolerantes, e principalmente, substituição das espécies alvo da pesca, com o aumento da importância das espécies marinho/estuarinas como recurso pesqueiro.

A continuidade das alterações ambientais atuais deverá diminuir ainda mais a diversidade de espécies e efetivamente levar à extinção de várias. 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, deva levar em conta as exigências das espécies em relação aos habitats submetidos ao processo de recomposição.

A investigação dos efeitos da regulação da vazão sobre os atributos ecológicos da ictiofauna se limitou aos aspectos biológicos e ecológicos. Os resultados obtidos apontam para uma das múltiplas possibilidades de investigação necessária para o aprimoramento do hidrograma ambiental no Baixo curso do Rio São Francisco. Este ecossistema aquático simbolizava riqueza, abundância e alto grau de endemismo, hodiernamente sofre com a diminuição da diversidade da fauna e flora nativas (Quadro 5.1).

A sazonalidade dos habitats é o fator-chave que afeta vários aspectos inter-relacionados da vida das comunidades. 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.

Quadro 5.1: Atual situação e consequências ao ecossistema aquático

Situação atual do ecossistema	Consequências ao ecossistema
Aspectos bióticos do habitat	
✓ Baixa presença de vegetação ciliar;	✓ Afeta as relações interespecíficas, a produtividade do sistema e consequentemente a diversidade biológica;
✓ Baixa diversidade de vegetação aquática;	✓ Diminui os habitats utilizados como abrigo, refúgio, alimentação, desova e berçário;
	✓ Proporciona o desenvolvimento de espécies adaptadas às condições e recursos atuais;
Aspectos abióticos do habitat	
✓ Regulação e diminuição das vazões defluentes;	✓ Influencia diretamente os aspectos bióticos e abióticos do rio;
✓ Fundo do rio composto por lama/areia;	✓ Diminui da variabilidade de habitats utilizados pela fauna aquática;
✓ Vulnerabilidade moderada em relação à perda do solo;	✓ Assoreamento;
	✓ Diminuição da profundidade do rio;
	✓ Perda de habitats utilizados pela fauna aquática;
	✓ Diminuição da velocidade da água do rio;
✓ Parâmetros físico-químicos da água alterados	✓ Alteração da biologia e fisiologia do ecossistema aquático;
Composição da ictiofauna	
✓ Diminuição do número de espécies e famílias;	✓ Mudanças na proporção entre diferentes guildas reprodutivas, alimentares e consequente quebra de vínculos na cadeia alimentar;
Abundância e estrutura da ictiofauna	
✓ Diminuição da riqueza, diversidade e equitabilidade e aumento da abundância e dominância da ictiofauna nos pontos amostrais mais próximos a Usina Hidrelétrica de Xingó;	✓ Mudanças na proporção entre diferentes guildas reprodutivas e alimentares;
✓ Aumento de riqueza, diversidade e equitabilidade e diminuição da abundância e dominância no ultimo ponto amostral, próximo à foz do rio, pela influência das espécies marinhas;	✓ Mudanças na proporção entre diferentes guildas reprodutivas e alimentares;
Atributos ecológicos da ictiofauna	
✓ Diminuição do número de espécies nativas e aumento das introduzidas e marinhas;	✓ Seleção de espécies mais adaptadas às mudanças ambientais;
✓ Diminuição do número de espécies migrantes, ciclo de vida longo, taxa de crescimento populacional lento, desova sazonal, alimentação especializada, razão produção/biomassa alta, *K* estrategista e frágeis;	✓ Impactos nas estratégias de ciclo de vida da ictiofauna, principalmente na alimentação, movimentação, crescimento e reprodução;
	✓ Empobrecimento e homogeneização do ecossistema;
✓ Diminuição do número de espécies de valor comercial;	✓ Impacto socioambiental;

Recomenda-se estudos adicionais sobre preferências de substrato, velocidade das águas e habitat preferencial aos diferentes estágios do ciclo de vida das espécies dos peixes do Baixo curso do Rio São Francisco.

Salienta-se que os atributos ecológicos das comunidades de peixes estudados possuem várias exceções às generalizações, mas essas são apresentadas como base para estimular estudos adicionais.

ANEXO A: Ictiofauna da Bacia do Rio São Francisco: N = espécies nativas (Divisão Primária e Secundária de Mayer, 1938); E = espécies endêmicas; ? = dado incerto.

Ordem - Família	Status	Referências
Ordem Clupeiformes - Família Engraulidae (manjubas)		
Anchoviella vaillanti (Steindachner, 1908)	E	Britski *et al*. (1986)
Anchoviella lepidentostole (Fowler, 1911)	N	Barbosa & Soares (2009)
Anchoviella sp. nv.	E	Barbosa *et al.* (2017)
Lycengraulis glossidens (Cuvier, 1829)	N	Barbosa & Soares (2009)
Ordem Characiformes - Família Crenuchidae (mocinhas)		
Characidium fasciatum (Reinhardt, 1866)	N	Buckup (1992)
Characidium lagosantense (Travassos, 1947)	N	Machado *et al*. (1998)
Characidium satoi (Melo & Oyakawa 2015)	E	Eschmeyer (2016)
*Characidium cf. zebra (*Eigenmann, 1909)	N	Alves & Pompeu (2010)
Ordem Characiformes - Família Erythrinidae (traíras e jejus)		
Hoplerythrinus unitaeniatus (Agassiz, 1829)	N	Britski *et al*. (1999)
Hoplias intermedius (Günther 1864)	N	Oyakawa (1990)
Hoplias malabaricus (Bloch, 1794)	N	Oyakawa (1990)
Hoplias microcephalus (Agassiz, 1829)	E	Oyakawa (1990)
Ordem Characiformes - Família Parodontidae (canivetes)		
Apareiodon hasemani (Eigenmann, 1919)	E	Pavanelli (2003)
Apareiodon ibitiensis (Campos, 1944)	N	Pavanelli (2003)
Apareiodon piracicabae (Eigenmann, 1907)	N	Pavanelli (2003)
Parodon hilarii (Reinhardt, 1867)	E	Pavanelli (2003)
Ordem Characiformes - Família Serrasalmidae (pacus, piranhas e pirambebas)		
Myleus altipinnis (Valenciennes 1850)	N	Fowler (1950)
Myleus micans (Reinhardt, 1874)	N	Britski *et al*. (1986)
Pygocentrus piraya (Cuvier, 1820)	E	Lutken (1875)
Serrasalmus brandtii (Lütken 1875)	E	Britski *et al* (1986)
Ordem Characiformes - Família Hemiodontidae (peixes-voadores)		
Hemiodus gracilis (*Günther, 1864)*	N	Britski *et al*. (1986)
Ordem Characiformes - Família Anostomidae (piaus, piaparas, chimborés)		
Leporellus cartledgei (Fowler, 1941)	N	Böhlke (1984)
Leporellus vittatus (Valenciennes,1850)	N	Garavello & Britski (2003).
Leporinus amblyrhynchus (Garavello & Britski, 1987)	N	Alves & Pompeu (2010)
Leporinus bahiensis (Steindachner, 1875)	?	Barbosa & Soares
Leporinus elongatus (Valenciennes, 1850)	N	Gery et al. (1987)
Leporinus maculatus (Müller & Troschel, 1844)	N	Eschmeyer (2016)
Leporinus marcgravii (Lütken, 1875)	N	Lütken (1895)
Leporinus melanopleura (Günther, 1864)	N	Britski et al. (1986)
Leporinus obtusidens (Valenciennes, 1847)	N	Cuvier & Valenciennes (1850)
Leporinus piau (Fowler, 1941)	N	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
Leporinus reinhardt (Lütken, 1874)	E	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
Leporinus taeniatus (Lütken, 1874)	E	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
Schizodon knerii (Steindachner, 1875)	N	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
Ordem Characiformes - Família Curimatidae (branquinhas e aragus)		
Curimatella lepidura (Eigenmann & Eigenmann, 1889)	N	Vari (1992a)
Cyphocharax gilbert (Quoy & Gaimard, 1824)	N	Vari (1992b)
Steindachnerina corumbae (Pavanelli & Britski 1999)	N	Alves & Pompeu (2010)
Steindachnerina elegans (Steindachner, 1874)	N	Steindachner (1874)
Ordem Characiformes - Família Prochilodontidae (curimatãs)		
Prochilodus argenteus (Spix & Agassiz, 1829)	E	Castro & Vari (2004)
Prochilodus costatus (Valenciennes, 1850)	E	Castro & Vari (2004)
Prochilodus vimboides (Kner, 1859)	N	castro & vari (2004)
ordem characiformes - família triportheidae (sardinhas-de-água-doce)		
Triportheus guentheri (Garman, 1890)	E	Malabarba (2004)
Ordem Characiformes - Família Bryconidae (matrichãs)		

Continuação...

...Continuação: ANEXO A

Brycon nattereri (Günther, 1864)	?	Lima (2001)
Brycon orthotaenia (Günther, 1864)	E	Lima (2001)
Salninus franciscanus (Lima & Britski, 2007)	E	Lima & Britski (2007)
*Salminus hilarii (*Cuvier, 1829)	N	Géry & Lauzanne (1990)
Ordem Characiformes - Família Iguanodectidae (piabinhas)		
Bryconops cf. affinis (Günther 1864)	?	Britski (1986)
Ordem Characiformes - Família Acestrorhynchidae (peixes-cachorro)		
Acestrorhynchus britskii (Menezes, 1969)	E	Menezes (1969)
Acestrorhynchus lacustris (Reinhardt, 1874)	N	Menezes (1992)
Ordem Characiformes - Família Characidae (piabas-fação)		
Acinocheirodon melanogramma (Malabarba & Weitzman, 1999)	N	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
Astyanax eigenmanniorum (Cope 1894)	N	Alves & Pompeu (2010)
Astyanax fasciatus (Cuvier, 1819)	N	Melo & Buckup (2006)
Astyanax lacustris (Lütken 1875)	N	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
Astyanax rivulares (Lütken, 1875)	E	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
Astyanax taeniatus (Jenyns 1842)	N	Alves & Pompeu (2010)
Bryconamericus stramineus (Eigenmann, 1908)	N	Eignmann (1927)
Compsura heterura (Eigenmann, 1915)	N	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
Creagrutus ignotus (Vari & Harold, 2001)	N	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
Galeocharax gulo (Cope, 1864)	E	Menezes (1976)
Hasemania nana (Lütken, 1875)	E	Lima & Gerhard (2001)
Hemigrammus brevis (Ellis, 1911)	N	Eigenmann (1918)
Hemigrammus gracilis (Lütken, 1875)	N	Gery (1977)
Hemigrammus marginatus (Ellis, 1911)	N	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
Hyphessobricon diastatos (Dagosta, Marinho & Camelier, 2014)	N	Eschmeyer (2016)
Hyphessobrycon micropterus (Eigenmann, 1915)	E	Weitzman & Palmer (1977)
Hyphessobrycon santae (Eigenmann, 1907)	E	Britski (1999)
*Hysteronotus megalostomus (*Eigenmann, 1911)	N	Fowler (1951)
*Kolpotocheirodon theloura (*Malabarba & Weitzman, 2000)	N	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
*Lepidocharax burnsi (*Ferreira, Menezes & Quagio-Grassiotto, 2011)	N	Eschemeyer (2016)
Moenkhausia costae (Steindahner, 1907)	N	Eigenmann (1917)
Moenkhausia sanctaefilomenae (Steindachner, 1907)	N	Eigenmann (1917)
*Oligosarcus argenteus (*Günther, 1864)	N	Menezes (1987)
Orthospinus franciscensis (Eigenmann, 1914)	E	Reis (1989)
*Phenacogaster franciscoensis (*Eigenmann, 1911)	E	Lucena (2003)
*Piabina argentea (*Reinhardt, 1866)	N	Vari & Harold (2001)
Planaltina sp. (UFRGS10158)	E	Santos et al. (2015)
Psellogrammus kennedyi (Eigenmann, 1903)	N	Britski *et al*. (1986)
Roeboides xenodon (Reinhardt, 1851)	E	Lucena (1988)
Serrapinus heterodon (Eigenmann, 1915)	N	Malabarba (1988)
Serrapinus piaba (Lütken, 1875)	N	Malabarba (1998)
*Stigichthys typhlops (*Brittan & Böhlke 1965)	E	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
*Tetragonopterus chalceus (*Agassiz, 1829)	E	Britski (1986)
Ordem Siluriformes - Família Cetopsidae (candirus)		
*Cetopsis gobioides (*Kner 1858)	N	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
Ordem Siluriformes - Família Aspredinidae (banjos)		
*Bunocephalus hartli (*Carvalho, Cardoso, Friel & Reis 2015)	E	Eschmeyer (2016)
*Bunocephalus larai, (*Ihering, 1930)	N	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
*Bunocephalus minerim (*Carvalho, Cardoso, Friel & Reis 2015)	E	Eschmeyer (2016)
Ordem Siluriformes - Família Auchenipteridae (cangatis, cumbás e peixes-gato)		
Centromochlus bockmanni (Sarmento-Soares & Buckup 2005)	E	Sarmento-Soares & Buckup (2005)

...Continuação...

...Continuação: ANEXO A:

*Glanidium albescens (*Lütken, 1874)	E	Sarmento-Soares & Buckup (2005)
Pseudauchenipterus flavenscens (Eigenmann & Eigenmann, 1888)	E	Akama (2004)
*Pseudotatia parva (*Mees, 1974)	E	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
Trachelyopterus galeatus (Linnaeus, 1766)	N	Barbosa & Soares (2009)
Trachelyopterus lacustris (Lutken, 1874)	E	Lütken (1875)
Trachelyopterus leopardinus (Borodin, 1927)	E	Ferraris (2003)
Ordem Siluriformes - Família Doradidae (caboges e cuius-cuius)		
Franciscodoras marmoratus (Lütken 1874)	E	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
Oxydoras niger (Valenciennes, 1821)	N	eis, Kullander & Ferraris (2003)
Ordem Siluriformes - Família Heptapteridae (mandis e jundiás)		
*Cetopsorhandia iheringi (*Schubart & Gomes, 1959)	N	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
*Imparfinis borodoni (*Mees & Cala, 1989)	N	Bockmann (1998)
Imparfinis minutus (Lütken, 1874)	E	Bockmann (1988)
Phenacorhamdia cf. *somnians* (Mees, 1974)	N	Alves & Pompeu (2010)
Phenacorhamdia tenebrosa (Schubart, 1964)	N	Britski (1993)
Pimelodella lateristriga (Lichtenstein, 1823)	N?	Godinho & Godinho (2001)
Pimelodella laurenti (Fowler, 1941)	E	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
Pimelodella vittata (Kröyer, 1874)	E	Eigenmann (1917a)
*Rhamdella robinsoni (*Fowler, 1941)	E	Bockmann (1988)
*Rhamdia enfurnada (*Bichuette & Trajano, 2005)	E	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
Rhamdia quelen (Quoy & Gaimard, 1824)	N	Silfvegrip (1996)
Rhamdiopsis microcephala (Lütken, 1874)	N	Britski (2001)
Ordem Siluriformes - Família Pimelodidae (bagres, mandis, surubins-pintados)		
Bagropsis reinhardti (Lütken, 1874)	E	Britski et al. (1986)
Bergiaria westermanni (Reinhardt, 1847)	N	Britski et al. (1986)
Conorhynchus conirostris (Valenciennes, 1840)	E	Britski et al. (1986)
Duopalatinus emarginatus (Valenciennes, 1840)	E	Britski et al. (1986)
Pimelodus fur (Reinhardt, 1874)	N	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
*Pimelodus maculatus (*Lacépède, 1803)	N	Britski et al. (1986)
*Pimelodus pohli (*Ribeiro & Lucena, 2006)	E	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
Pseudoplatystoma coruscans (Spix & Agassiz, 1829)	N	Britski et al. (1986)
Ordem Siluriformes - Família Pseudopimelodidae (pacamons e peixes-sapo)		
Cephalosilurus fowleri (Hasemann, 1911)	E	Britski et al. (1986)
Lophiosilurus alexandri (Steindachner, 1876)	E	Britski et al. (1986)
Microglanis leptostriatus Mori & Shibatta, 2006	E	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
Pseudopimelodus charus (Valenciennes, 1840)	E	Shibatta (1998)
Ordem Siluriformes - Família Trychomycteridae (cambevas e bagrinhos)		
Homodiaetus sp. (MZUSP 73693)	E	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
Continuação		
*Stegophilus insidiosus (*Reinhardt, 1859)	E	Britski (2010)
*Trichomycterus brasiliensis (*Lütken, 1874)	E	Britski (2010)
*Trichomycterus concolor (*Costa, 1992)	N	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
*Trichomycterus itacarambiensis (*Trajano & de Pinna, 1966)	E	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
*Trichomycterus macrotrichopterus (*Barbosa & Costa, 2010)	E	Eschmeyer (2016)
*Trichomycterus novalimensis (*Barbosa & Costa, 2010)	E	Eschmeyer (2016)
Trichomycterus reinhardti (Eigenmann, 1917)	E	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
*Trichomycterus rubbioli (*Bichuette & Rizzato 2012)	E	Eschmeyer (2016)
*Trichomycterus rubiginosus (*Barbosa & Costa 2010)	E	Eschmeyer (2016)
*Trichomycterus trefauti (*Wosiacki, 2004)	E	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
*Trichomycterus variegatus (*Costa, 1992)	E	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
Ordem Siluriformes - Família Callichthydae (coridoras e tamboatás)		
Callichthys callichthys (Linnaeus, 1758*)*	N	Lehmann & Reis (2004)

...Continuação...

...Continuação: ANEXO A:

*Corydoras costai (*Ottoni, Barbosa & Katz 2016)	E	Eschmeyer (2016)
*Corydoras difluviatilis (*Britto & Castro, 2002)	N	Britto & Castro (2002)
*Corydoras garbei (*Ihering, 1911)	E	Ihering (1911)
*Corydoras lymnades (*Tencatt, Vera-Alcaraz, Britto & Pavanelli, 2013)	E	Eschmeyer (2016)
*Corydoras multimaculatus (*Steindachner, 1907)	E	Steindachener (1907)
Hoplosternum littorale (Hancock, 1828)	N	Reis (1997)
Ordem Siluriformes - Família Loricariidae (acarís e cascudos)		
*Harttia leiopleura (*Oyakawa, 1993)	E	Ferraris (2003)
*Harttia longipinna (*Langeani, Oyakawa & Montoya-Burgos, 2001)	E	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
*Harttia novalimensis (*Oyakawa, 1993)	E	Ferraris (2003)
*Harttia torrenticola (*Oyakawa, 1993)	E	Ferraris (2003)
*Hisonotus bocaiuva (*Roxo, Silva, Oliveira & Zawadzki, 2013)	E	Eschmeyer (2016)
*Hisonotus vespuccii (*Roxo, Silva & Oliveira, 2015)	E	Eschmeyer (2016)
*Hypostomus alatus (*Castelnau, 1855)	N	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
*Hypostomus francisci (*Lütken, 1874)	N	Santos et al. (2015)
Hypostomus garmani (Regan, 1904)	E	Casatti & Castro (1998)
Hypostomus johnii (Steindachner 1877)	N	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
Hypostomus lima (Lütken 1874)	E	Lutken (1875)
Hypostomus macrops (Eigenmann & Eigenmann, 1888)	E	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
*Hypostomus margaritifer (*Regan, 1908)	N	Garavello & Garavello (2004)
*Hypostomus subcarinatus (*Castelnau 1855)	N?	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
Hypostomus vaillanti (Steindachner 1877)	E	Stawkouski (1992)
Hypostomus wuchereri (Güenther, 1864)	?	Garavello & Garavello (2004)
Megalancistrus barrae (Steindachner 1910)	E	Eschmeyer (2016)
*Microlepidogaster discontenta (*Calegari, Silva & Reis 2014)	E	Eschmeyer (2016)
*Neoplecostomus franciscoensis (*Langiane, 1990)	E	Langiane (1990)
*Otocinclus xakriaba (*Schaefer, 1997)	E	Shaefer (1997)
Pareiorhaphis mutuca (Oliveira & Oyakawa, 1999)	E	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
Pareiorhaphis stephanus (Oliveira & Oyakawa, 1999)	N	Pereira & Reis (2002)
*Pareiorhina cepta (*Roxo, Costa e Silva, Mehanna & Oliveira, 2012)	E	Eschmeyer (2016)
*Parotocinclus prata (*Ribeiro, Melo & Pereira, 2002)	E	Schaefer (2003)
*Parotocinclus robustus (*Lehmann A. & Reis, 2012)	E	Eschmeyer (2016)
*Plesioptopoma curvidens (*Reis, Pereira & Lehmann A, 2012)	E	Eschmeyer (2016)
Pterygoplichthys etentaculatus (Spix & Agassiz, 1829)	E	Weber (1992)
Rhinelepis aspera (Spix & Agassiz, 1829)	N	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
Rineloricaria lima (Kner 1853)	N	Britski (2010)
Spatuloricaria nudiventris (Valenciennes, 1840)	N	Ferraris (2003)
Ordem Gymnotiformes - Família Gymnotidae (sarapós)		
*Gymnotus carapo (*Linnaeus, 1758)	N	Lütken (1875)
Ordem Gymnotiformes - Família Sternopygidae (sarapós e tuviras)		
*Archolaemus orientalis (*Stewart, Vari, de Santana & Wosiacki, 2012)	E	Vari, de Santana & Wosiacki (2012)
*Eigenmannia besouro (*Peixoto & Wosiacki, 2016)	E	Eschmeyer (2016)
Eigenmannia microstoma (Reinhardt, 1852)	E	Campos-da-Paz (1997)
Eigenmannia virescens (Valenciennes, 1847)	N	Barbosa & Soares(2009)
Sternopygus macrurus (Bloch & Schneider, 1847)	N	Mago-Lecia (1994)
Ordem Gymnotiformes - Família Apteronotidae (sarapós)		
Apteronotus brasiliensis (Reinhardt, 1852)	N	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
Ordem Cyprinodontiformes - Família Rivulidae (peixes-anuais)		

...Continuação...

...Continuação: ANEXO A:

*Cynolebias altus (*Costa, 2001)	E	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
*Cynolebias attenuatus (*Costa 2001)	E	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
*Cynolebias gibbus (*Costa, 2001)	E	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
*Cynolebias gilbertoi (*Costa, 2001)	E	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
*Cynolebias leptochephalus (*Costa & Brasil, 1991)	E	Costa (2001)
*Cynolebias obscurus (*Costa, 2014)	E	Eschmeyer (2016)
*Cynolebias ochraceus (*Costa, 2014)	E	Eschmeyer (2016)
*Cynolebias oticus (*Costa, 2014)	E	Eschmeyer (2016)
*Cynolebias parietalis (*Costa, 2014)	E	Eschmeyer (2016)
*Cynolebias perforatus (*Costa & Brasil, 1991)	E	Costa (2001)
*Cynolebias porosus (*Steindachner, 1876)	?	Costa (2001)
*Cynolebias rectiventer (*Costa, 2014)	E	Eschmeyer (2016)
*Cynolebias roseus (*Costa, 2014)	E	Eschmeyer (2016)
Hypsolebias adornatus (Costa, 2000)	E	Costa (2001)
Hypsolebias alternatus (Costa & Brasil, 1994)	E	Costa (2003)
Hypsolebias auratus (Costa & Nielsen, 2000)	E	Costa (2003)
Hypsolebias brunoi (Costa, 2003)	N	Costa (2003)
*Hypsolebias caeruleus (*Costa, 2013)	E	Eschmeyer (2016)
Hypsolebias carlettoi (Costa & Nielsen, 2004)	E	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
Hypsolebias delucai (Costa, 2003)	E	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
*Hypsolebias faouri (*Britzki, Nielsen & Oliveira, 2016)	E	Eschmeyer (2016)
Hypsolebias fasciatus (Costa & Brasil, 2006)	E	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
Hypsolebias flagellatus (Costa, 2003)	E	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
Hypsolebias flavicaudatus (Costa & Brasil, 1990)	E	Costa (2003)
Hypsolebias fulminantis (Costa & Brasil, 1993)	E	Costa (2003)
Hypsolebias ghisolfii (Costa, Cyrino & Nielsen, 1996)	E	Costa (2003)
Hypsolebias gibberatus (Costa & Brasil, 2006)	E	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
*Hypsolebias gilbertobrasili (*Costa, 2012)	E	Eschmeyer (2016)
*Hypsolebias guanambi (*Costa & Amorim, 2011)	E	Eschmeyer (2016)
Hypsolebias harmonicus (Costa, 2010)	E	Eschmeyer (2016)
Hypsolebias hellneri (Berkenkamp, 1993)	E	Costa (2003)
Hypsolebias igneus (Costa, 2000)	E	Costa (2003)
Hypsolebias janaubensis (Costa, 2006)	E	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
Hypsolebias lopesi (Nielsen, Shibatta, Suzart & Martín, 2010)	E	Eschmeyer (2016)
Hypsolebias macaubensis (Costa & Suzart, 2006)	E	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
Hypsolebias magnificus (Costa & Brasil, 1991)	E	Costa (2003)
Hypsolebias mediopapillatus (Costa, 2006)	E	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
Hypsolebias nielseni (Costa, 2005)	E	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
Hypsolebias nitens Costa, 2012	E	Eschmeyer (2016)
Hypsolebias picturatus (Costa, 2000)	E	Costa (2003)
*Hypsolebias pterophyllus (*Costa, 2012)	E	Eschmeyer (2016)
*Hypsolebias radiseriatus (*Costa, 2012)	E	Eschmeyer (2016)
Hypsolebias rufus (Costa, Nielsen & de Luca, 2001)	E	Costa (2003)
*Hypsolebias sertanejo (*Costa, 2012)	E	Eschmeyer (2016)
*Hypsolebias shibattai (*Nielsen, Martins, de Araujo & dos Reis Suzart, 2014)	E	Eschmeyer (2016)
Hypsolebias similis (Costa & Hellner, 1999)	E	Costa (2003)
Hypsolebias stellatus (Costa & Brasil, 1994)	E	Costa (2003)
*Hypsolebias trifasciatus (*Nielsen, Martins, de Araujo, de Lira & Faour, 2014	E	Eschmeyer (2016)
Hypsolebias trilineatus (Costa & Brasil, 1994)	E	Costa (2003)
Hypsolebias virgulatus (Costa & Brasil, 2006)	E	Eschmeyer (2016)
Melanorivulus decoratus (Costa, 1989)	E	Costa (2003)
Melanorivulus paracatuensis (Costa, 2003)	E	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
Neofundulus acutirostratus Costa, 1992	E	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)

...Continuação...

...Continuação: ANEXO A:

Simpsonichthys punctulatus Costa & Brasil, 2007	N	Eschmeyer (2016)
Simpsonichthys zonatus (Costa & Brasil, 1990)	E	Costa (2003)
Ordem Cyprinodontiformes - Família Poecilidae (barrigudinhos e guarus)		
Pamphorichthys hollandi (Henn 1916)	N	Eschmeyer (2016)
Pamphorichthys pertapeh Figueiredo, 2008	N	Eschmeyer (2016)
Phalloceros uai Lucinda, 2008	E	Eschmeyer (2016)
Ordem Synbranchiformes - Família Synbranchidae (muçuns)		
Synbranchus marmoratus Bloch, 1795	N	Barbosa & Soares (2009)
Ordem Perciformes - Família Cichlidae (acarás e jacundás)		
Australoheros facetus (Jenyns 1842)	N	Barbosa & Soares (2009)
Australoheros mattosi Ottoni, 2012	E	Eschmeyer (2016)
Cichlasoma sanctifranciscense Kullander, 1983	N	Buckup, Menezes & Ghazzi (2007)
Crenicichla cf lepidota (Heckel, 1840	?	Britski et al. (1986)
Geophagus brasiliensis (Quoy & Gaimard, 1824)	N	Britski et al. (1986)
Ordem Perciformes - Família Sciaenidae (curvinas)		
Pachyurus francisci (Cuvier, 1830)	E	Lütken (1875)
Pachyurus squamipinnis (Agassiz, 1831)	E	Lütken (1875)

Fonte: Barbosa *et al*., (2017).

ANEXO B: Espécie de peixes desembarcada em 8 municípios/localidades do Baixo Curso do Rio São Francisco (Alagoas/Sergipe) – 1998/1999.

Ordem Characiformes
Família Curimatidae
Steindachnerina elegans (Steindachner, 1875)
Família Bryconidae
Salminus hilarii (Valenciennes, 1850)
Família Centropomidae
*Centropomus pectinatus (*Poey, 1860)
Família Prochilodontidae
Prochilodus sp.
Prochilodus argenteus (Spix e Agassiz, 1829)
Prochilodus costatus (Valenciennes, 1850)
Família Acestrorhynchidae
Acestrorhyncus lacustris (Lütken, 1875)
Família Serrasalminae
Subfamília Serrasalminae
Serrasalmus rhombeus (Linnaeus, 1766)
Pygocentrus piraya (Cuvier, 1819)
Myleus micans (Lütken, 1875)
Serrasalmus brandti (Lütken, 1875)
Colossoma macropomum (Cuvier, 1816)
Família Erythrinidae
Hoplias malabaricus (Bloch, 1794)
Família Anostomidae
Leporinus piau Fowler, 1941
Leporinus sp
Schizodon knerii (Steindachner, 1875)
Ordem Cypriniformes
Família Cyprinidae
Cyprinus carpio (Linnaeus, 1758)
Ordem Siluriformes
Família Pseudopimelodidae
Lophiosilurus alexandri (Steindachner, 1876)
Pseudopimelodus zungaro (Humboldt, 1833)
Família Auchenipteridae
Trachelyopterus galeatus (Linnaeus, 1766)
Família Loricariidae
Hypostomus margaritifer (Regan, 1908)
Hypostomus commersoni (Valenciennes, 1836)
Família Pimelodidae.
Pseudoplatystoma coruscans (Agassiz, 1829)
Sternopygus macrurus (Bloch e Schneider, 1801)
Bagre sp.
Família Aniidae
Selenaspis herzbergii (bloch, 1794)
Ordem Gymnotiformes
Família Sternopygidae
Sternopygus macrurus (Bloch e Schneider, 1801)
Ordem Perciformes
Família Cichlidae
Astronotus ocellatus (Agassiz, 1831)

Continuação...

...Continuação: ANEXO B:

Cichla ocellaris (Bloch e Schneider, 1801)
Cichla sp.
Cichlasoma sp.

Família Sciaenidae

Pachyurus francisci (Cuvier, 1830)
Pachyurus squamipennis (Agassiz, 1831)
Plagioscion squamosissimus (Heckel, 1840)
Stellifer sp.

Família Carangidae

Caranx sp.

Família Gerreidae

Eugerres brasilianus (Valenciennes, 1830
Gerres sp.

Família Centropomidae

Centropomus parallelus (Poey, 1860)
Centropomus pectinatus (Poey, 1860)

Família Lutjanidae

Lutjanus sp.

Ordem Elopiformes

Família Megalopidae

Megalops atlanticus (Valenciennes, 1847)

Ordem Mugiliformes

Família Mugilidae

Mugil brasiliensis (Agassiz, 1831)
Mugil sp.

Ordem Clupeiformes

Família Engraulidae

Anchoviella lepidentostole (Fowler, 1911)

Ordem Beloniformes

Família Hemiranphidae

Hyporhamphus sp.

Fonte: Costa (2003).

ANEXO C: Lista de espécies capturadas nas lagoas Morro Chaves, Matias de Souza, Pindoba e Marituba do Peixe (2007/2008).

Ordem Characiformes

Família Acestrorhynchidae

Acestrorhynchus britskii (Menezes, 1969)
Acestrorhynchus lacustris (Reinhardt, 1874)

Família Anostomidae

Leporinus obtusidens **
Leporinus piau (Fowler, 1941)
Leporinus reinhardti (Lütken, 1875) **
Leporinus taeniatus (Lütken, 1874) **
Schizodon knerii (Steindachner, 1875)

Família Characidae

Astyanax bimaculatus (Reinhardt, 1874)
Astyanax sp.
Hemigrammus marginatus (Ellis, 1911)
Hyphessobrycon aff. Santae
Hyphessobrycon eques (Steindachner, 1882)*
Moenkhausia costae (Steindachner, 1907)
Psellogrammus kennedyi (Eigenmann, 1903)
Tetragonopterus chalceus (Spix & Agassiz, 1829)
Triportheus guentheri (Garman, 1890)

Subfamília Characinae

Phenacogaster franciscoensis (Eigenmann, 1911)
Roeboides xenodon (Reinhardt, 1849)

Subfamília Cheirodontinae

Serrapinnus heterodon (Eigenmann, 1915)
Serrapinnus piaba (Lütken, 1875)

Subfamília Serrasalminae

Metynnis maculatus (Kner, 1858)*
Pygocentrus piraya (Cuvier, 1820)
Serrasalmus brandtii (Reinhardt, 1874)

Subfamília Stethaprioninae

Orthospinus franciscensis (Eigenmann, 1929)

Família Crenuchidae

Subfamília Characidiinae

Characidium sp.
Characidium lagosantense (Travassos, 1947)

Família Curimatidae

Curimatella lepidura (Eig & Eigenmann, 1889)
Steindachnerina elegans (Steindachner, 1875)

Família Erythrinidae

Hoplerythrinus unitaeniatus (Spix & Eigenmann, 1829)
Hoplias malabaricus (Block, 1794)

Família Prochilodontidae

Prochilodus costatus (Valenciennes, 1850)**
Prochilodus argenteus (Spix & Agassiz, 1829)**

Ordem Clupeiformes

Família Engraulidae

Anchoviella vaillanti (Steindachner, 1908)

Continuação...

...Continuação: ANEXO C

Ordem Cyprinidontiformes
- **Família Poeciliidae**
  - **Subfamília Poeciliinae**
    - *Pamphorichthys hollandi* (Henn, 1916)
    - *Poecilia vivípara* (Bloch & Schneider,1801)
- **Família Rivulidae**
  - *Rivulus punctatus* (Boulenger, 1895)

Ordem Gymnotiformes
- **Família Gymnotidae**
  - *Gymnotus carapo* (Linnaeus, 1758)
- **Família Sternopygidae**
  - *Eigenmannia virescens* (Valenciennes, 1887)
  - *Sternopygus macrurus* (Bloch & Schneider, 1801)

Ordem Perciformes
- **Família Cichlidae**
  - **Subfamília Astronotinae**
    - *Astronotus ocellatus* (Agassiz, 1831)*
  - **Subfamília Cichlasomatinae**
    - Cichlasoma sanctifranciscense *(Kullander, 1983)*
  - **Subfamília Cichlinae**
    - *Cichla kelberi* (Kullander & Ferreira, 2006)*
    - *Crenicichla lepidoda* (Heckel, 1840)
  - **Subfamília Pseudocrenilabrinae**
    - *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)*

Ordem Siluriformes
- **Família Auchenipteridae**
  - *Trachelyopterus galeatus* (Linnaeus, 1766)
- **Família Callichthyidae**
  - *Callichthys callichthys* (Linnaeus, 1758)
  - *Hoplosternum littorale* (Hancock, 1828)*
- **Família Heptapteridae**
  - *Pimelodella lateristriga* (Lichtenstein, 1823)
- **Família Loricariidae**
  - **Subfamília Hypostominae**
    - *Pterygoplichthys etentaculatus* (Agassiz, 1829)

Ordem Synbranchiformes
- **Família Synbranchidae**
  - *Synbranchus marmoratus* (Bloch, 1795)

*Espécie exótica à Bacia do Rio São Francisco.

**Espécies migradoras segundo

Fonte: Santos (2009).

ANEXO D: Etnoespécies de peixes, segundo a percepção de pescadores do Cânion do Baixo Curso do Rio São Francisco (2012/ 2013).

Ordem Characiformes
- **Família Characidae**
  - *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818)*
  - *Salminus hilarii* (Cuvier, 1829)
  - *Salminus franciscanus* (Lima & Britski, 2007)
  - **Subfamília Cheirodontinae**
    - *Serrasalmus brandti* (Lütken, 1875)
    - *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819)
  - **Incertae sedis**
    - *Astyanax sp.*
    - *Conorhynchus conirostris* (Valenciennes, 1840)
  - **Subfamília Myleinae**
    - *Myleus micans* (Lütken, 1875)
- **Família Erythrinidae**
  - *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794)
- **Família Anostomidae**
  - *Leporinus elongatus* (Valenciennes, 1850)
  - *Leporinus sp..*
- **Família Prochilodontidae**
  - *Prochilodus sp.*

Ordem Siluriformes
- **Família Prochilodontidae**
  - *Prochilodus argenteus* (Agassiz, 1829)
- **Família Pimelodidae**
  - *Pseudoplatystoma corruscans (Spix & Agassiz, 1829)*

Ordem Perciformes
- **Família Sciaenidae**
  - *Pachyurus francisci* (Cuvier, 1830)
  - *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840)*
  - *Franciscodoras marmoratus* (Reinhardt, 1874)
- **Família Pimelodidae**
  - *Pimelodus sp.*
- **Família Lorcaridae**
  - *Hipostomos sp.*
- **Família Cichlidae**
  - *Astronotus ocellatus* (Agassiz, 1831)*
  - *Cichla sp.*
  - *Oreochromis sp.* **

* Espécies não-nativas
** Espécies exóticas
Fonte: Freitas *et al*., (2015).

ANEXO E: Espécies coletadas na região estuarina do Rio São Francisco.

Ordem Characiformes
- **Família Characidae**
  - *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819)
  - *Bryconops affinis* (Günther, 1864)
  - *Moenkhausia costae* (Steindachner, 1907)
  - *Salminus hilarii* (Cuvier, 1829)
  - *Pygocentrus piraya* (Cuvier, 1819)
- **Família Curimatae**
  - *Curimatella lepidura* (Eigenmann & Eigenmann, 1889)
- **Família Prochilodontidae**
  - *Prochilodus argenteus* (Agassiz, 1829)
  - **Subfamília Cheirodontinae**
    - *Astyanax lacustres* (Lütken, 1875)
    - *Piabina argentea* (Reinhardt, 1867)
    - *Serrapinnus piaba* (Lütken, 1875)
    - *Serrapinnus heterodon* (Eigenmann, 1915)
  - **Subfamília Characinae**
    - *Phenacogaster franciscoensis* (Eigenmann, 1911)
  - **Incertae sedis**
    - *Characiformes sp.*
    - *Hemigrammus brevis* (Ellis, 1911)
    - *Hemigrammus marginatus* (Ellis, 1911)
    - *Hemigrammus gracilis* (Lütken, 1875)
- **Família Serrasalminae**
  - *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816)
  - *Metynnis maculatus* (Kner, 1858)
  - **Subfamília Serrasalminae**
    - *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1875)
  - **Subfamília Myleinae**
    - *Myleus micans* (Lütken, 1875)
- **Família Erythrinidae**
  - *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794)
  - *Hoplias lacerdae* (Miranda Ribeiro, 1908)
  - *Hoplias microcephalus* (Agassiz, 1829)
- **Família Anostomidae**
  - *Leporinus elongatus* (Valenciennes, 1850)
  - *Leporinus obtusidens* (Valenciennes, 1837)
  - *Leporinus piau* (Fowler, 1941)
  - *Leporinus reinhardt* (Lütken, 1875)
  - *Schizodon knerii* (Steindachner, 1875)
- **Família Acestrorhynchidae**
  - *Acestrorhyncus britskii* (Menezes, 1969)
  - *Acestrorhynchus lacustres* (Lutken, 1875)

Ordem Gymniformes
- **Família Sternopygidae**
  - *Sternopygus macrurus* (Bloch & Schneider, 1801)

Ordem Siluriformes
- **Família Callichthyidae**
  - *Callichthys callichthys* (Linnaeus, 1758)
  - *Hoplosternum littorale* (Hancock, 1828)

Continuação...

...Continuação: ANEXO E

Família Loricariidae

Hypostomus sp.
Megalancistrus barrae (Steindachner, 1910)

Família Pseudopimelodidae

Lophiosilurus alexandri (Steindachner, 1876)

Família Heptapteridae

Rhamdia quelen (Quoy & Gaimard, 1824)

Família Ariidae

Bagre marinus (Mitchill, 1815)
Cathorops agassizii (Eigenmann & Eigenmann, 1888)
Sciades herzbergii (Bloch, 1794)

Família Pimelodidae

Bagropsis reinhardti (Lütken, 1874)

Ordem Mugiliformes

Família Mugilidae

Mugil curema (Valenciennes, 1836)
Mugil curvidens (Valenciennes, 1836)
Mugilliza (Valenciennes, 1836)

Ordem Atheriniformes

Família Atherinopsidae

Atherinella brasiliensis (Quoy e Gaimard, 1825)

Ordem Perciformes

Família Centropomidae

Centropomus parallelus (Poey, 1860)
Centropomus undecimalis (Bloch, 1792)

Família Epinephelidae

Epinephelus itajara (Lichtenstein, 1822)

Família Serranidae

Rypticus randalli (Courtenay, 1967)

Família Caringidae

Caranx hippos (Linnaeus, 1766)
Caranx latus (Agassiz, 1831)

Família Lutjanidae

Lutjanus alexandrei (Moura & Lindeman, 2007)
Lutjanus analis (Cuvier, 1828)
Lutjanus cyanopterus (Cuvier, 1828)
Lutjanus jocu (Bloch & Schneider, 1801)
Lutjanus synagris (Linnaeus, 1758)

Família Gerreidae

Diapterus auratus (Ranzani, 1842)
Diapterus rhombeus (Cuvier, 1829)
Eucinostomus argenteus (Baird e Girard, 1855)
Eucinostomus gula (Quoy & Gaimard, 1824)
Eucinostomus melanopterus (Bleeker, 1863)
Eugerres brasilianus (Valenciennes, 1830)
Ulaema lefroyi (Goode, 1874)

Família Sparidae

Archosargus probatocephalus (Walbaum, 1792)

Família Haemulidae

Pomadasys ramosus (Poey, 1860)

Família Labridae

Sparisoma radians (Valenciennes, 1840)

Continuação...

...Continuação: ANEXO E:

Família Polynemidae

Polydactylus virginicus (Linnaeus, 1758)

Família Scianidae

Bairdiella ronchus (Cuvier, 1830)
Ophioscion punctatissimus (Meek & Hildebrand, 1925)
Ophioscion punctatissimus (Meek & Hildebrand, 1925)
Stellifer brasiliensis (Schultz, 1945)
Stellifer rastrifer (Jordan, 1889)

Família Cichlidae

Astronotus ocellatus (Agassiz, 1831)*
Cichla monoculus (Agassiz, 1831)*
Cichlasoma sanctifranciscense (Kullander, 1983)
Cichla temensis (Humboldt, 1821) *
Crenicichla lepidota (Heckel, 1840)
*Oreochromis sp.**

Ordem Clupeiformes

Família Engraulidae

Anchoa januaria (Steindachner, 1879)
Anchoviella cf. cayennensis (Puyo, 1946)
Anchoviella lepidentostole (Fowler, 1911)
Anchoviella brevirostris (Günther, 1868)
Anchovia clupeoides (Swainson, 1839)
Lycengraulis grossidens (Agassiz, 1829)
Cetengraulis edentulus (Cuvier, 1829)

Família Clupeidae

Harengula clupeola (Cuvier,1829)

Família Gobiidae

Awaous tajasica (Lichtenstein, 1822)
Evorthodus lyricus (Girard, 1858)
Bathygobius soporator (Valenciennes, 1837)
Ctenogobius boleosoma (Jordan & Gilbert, 1882)
Gobionellus oceanicus (Pallas, 1770)

Familia Eleotridae

Dormitator maculatus (Bloch, 1792)
Eleotris pisonis (Gmelin, 1789)

Ordem Gasterosteiformes

Família Syngnathidae

Microphis lineatus (Kaup, 1856)

Ordem Pleuronectiformes

Família Paralichthyidae

Citharichthys spilopterus (Günther, 1862, Bay whiff)
Citharichthys arenaceus (Evermann & Marsh, 1900)
Citharichthys macrops (Dresel, 1885)
Etropus crossotus (Jordan & Gilbert, 1882)

Família Achiridae

Achirus declivis (Chabanaud, 1940)
Achirus lineatus (Linnaeus, 1758)
Catathyridium garmani (Jordan, 1889)
Trinectes microphthalmus (Chabanaud, 1928)
Trinectes paulistanus (Miranda Ribeiro, 1915)

Família Cynoglossidae

Symphurus sp.
Symphurus tessellatus (Quoy & Gaimard, 1824)

Ordem Elopiformes

Família Megalopidae

Megalops atlanticus (Valenciennes, 1847)

Continuação...

...Continuação: ANEXO E

Ordem Beloniformes

Família Hemiramphidae

Hemiramphus brasiliensis (Linnaeus, 1758)

Ordem Teradontiformes

Família Tetratodontidae

Colomesus psittacus (Bloch & Schneider, 1801)

Sphoeroides greeleyi (Gilbert, 1900)

Sphoeroides testudineus (Linnaeus, 1758)

*Bio-invasora

Fonte: Sampaio *et al*. (2015).

ANEXO F: Ictiofauna da Bacia do rio São Francisco: espécies alóctones, introduzidas.

Família	**Espécies**
Cyprinidae	*Ctenopharyngogon idella*
	Cyprinus carpio (Linnaeus, 1758)
Erythynidae	*Hoplias* cf. *lacerdae* (Ribeiro, 1908)
Serrasalmidae	*Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816)
	Metynnis maculatus (Kner, 1860)
	Piaractus mesopotamicus (Holmberg, 1887)
Prochilodintidae	*Prochilodus brevis* (Steindachner, 1874)
	Prochilodus lineatus (Valenciennes, 1837)
Bryconidae	*Brycon amazonicus* (Spix & Agassiz, 1829)
	Brycon gouldingi (Lima 2004)
	Brycon hilarii (Valenciennes, 1850)
Pimelodidae	*Peudoplatystoma fasciatus* (Linnaeus, 1766)
Claridae	*Clarias gariepinus* (Burchell, 1822)
Poecilidae	*Phalloceros caudimaculatus* (Hensel, 1868)
	Poecilia vivipara (Bloch & Scheneider, 1801)
	Poecilia latipinna (Lesueur, 1821)
	Poecilia reticulata (Peters, 1860)
	Xiphophorus variatus (Meek 1904)
Sciaenidae	*Plagioscion auratus* (Castelnau, 1855)
	Plagioscion squamosissimus (Heckel, 1840)
Cichlidae	*Astronotus ocellatus* (Agassiz, 1831)
	Cichla kelberi (Kullander & Fereira, 2006)
	*Cichla monoculus (*Spix & Agassiz, 1831)
	Cichla piquiti (Kullander & Ferreira, 2006)
	Cichla temensis (Humboldt, 1821)
	Parachromis managuensis (Günther, 1867)
	Oreochromis niloticus (Linnaeus, 1758)
	Tilapia rendalli (Boulenger, 1897)

Fonte: Barbosa *et al*., (2017).

ANEXO G: Ictiofauna da Bacia do Rio São Francisco: espécies invasoras (Divisão Periférica).

Família	**Espécie**
Engraulidae (manjubas)	*Anchoa januaria* (Steindachner, 1879)
	Anchovia clupeoides (Swainson, 1839)
	Cetengraulis edentulus (Cuvier, 1829)
Clupeídae (sardinhas)	*Harengula clupeiola* (Eigenmann & Eigenmann, 1989)
	Opisthonema oglinum (Lesueur, 1818)
Megalopidae (camurupim)	*Megalops atlanticus* (Valenciennes, 1847)
Ariidae (bagres)	*Cathops agassizii* (Eigenmann & Eigenmann, 1888)
	Sciades herzbergii (Bloch, 1794)
Mugilidae (tainhas)	*Mugil curema* (Valenciennes, 1836)
	Mugil gaimardianus (Desmarest, 1831)
Atherinopsidae (peixe-rei)	Atherinella brasilensis (Quoy & Gaimard, 1825)
Hemiramphidae (agulhinha)	*Hemiramphus brasiliensis* (Linnaeus, 1758)
Syngnathidae (peixe-trombeta)	*Mycrophis lineatus* (Kaup, 1856)
Centropomidae (camurim)	*Centropomus parallelus* (Poey, 1860)
	C. undecimalis (Bloch, 1792)
Serranidae (mero)	*Epinephelus itajara* (Lichtenstein, 1822)
Carangidae (xáreu)	*Caranx latus* (Agassiz, 1831)
	Caranx hipos (Linnaeus, 1766)
Lutjanidae (vermelhos)	*Lutjanus alexandrei* (Moura & Linderman, 2007)
	Lutjanus cyanopterus (Cuvier, 1828)
	Lutjanus jocu (Bloch & Schneider, 1801)
Gerreidae (carapicus, carapeba)	*Diapterus auratus* (Ranzani, 1842)
	Diapterus rhombeus (Cuvier, 1829)
	Eucinostomus melanopterus (Bleeker, 1863)
	Eucinostomus gula (Quoy & Gainard, 1824)
	Eucinostomus argenteus (Baird & Girad, 1855)
	Eucinostomus lefroyi (Goode, 1874)
	Eugerres brasilianus (Valenciennes, 1830)
Gobiidae (amorés)	*Bathygobius soporator* (Valenciennes, 1837)
	Ctenogobius boleosoma (Jordan &Gilbert, 1882)
Eleotridae (amoréia)	*Guavina guavina* (Valenciennes, 1837)
Achiridae (solhas, tapas)	*Achirus declivis* (Chabanaud, 1940)
	Achirus lineatus (Linnaeus, 1758)
	Trinectes paulistanus (Miranda-Ribeiro, 1915)
Cynoglossidae (língua-de-vaca)	*Symphurus tessellatus* (Quoy & Gaimard, 1824)

Fonte: Barbosa *et al*., (2017).

REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; JULIO JR., H. F. Relações entre macrófitas aquáticas e fauna de peixes. In: *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas*. THOMAZ, S. M.; BINI, L. M., editores. Maringá: EDUEM, 2003. 341 p.

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* (2004) 14: 11–19.

AGOSTINHO, A A; THOMAZ, S M; GOMES, L C. Conservação da biodiversidade em águas continentais do Brasil. *Megadiversidade*, v.1, p.70-78, 2005.

AGOSTINHO, A. A. *Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil*. Maringá: Eduem, 2007.

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*, 10 (2): 174–186, 2007. DOI: 10.1080/14634980701341719.

AGUIAR, K. D. *Influência de uma barragem sobre atributos ecológicos da comunidade e biologia reprodutiva de peixes do Rio Paraíba do Sul, Uhe Ilha dos Pombos, Rio de Janeiro, Brasil*. 2008, 120f. (Mestrado em Ecologia e Conservação). Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

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.; POMPEU, P. S. Historical Changes in the Rio das Velhas Fish Fauna-Brazil. American Fisheries Society Symposium. In: *The American Fisheries Society*, 45: 587- 602, 2005.

ALVES, C. B.M.; LEAL, C. G. Aspectos da conservação da fauna de peixes da Bacia do Rio São Francisco em Minas Gerais. *Biota*, Belo Horizonte, v.2, n.6, fev./mar. 2010.

AMORIM, F. B.; LUZ, L. D.; GENZ, F. Impacto da adoção de vazões ecológicas no Baixo Curso do Rio São Francisco sobre a geração hidrelétrica. *XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, Campo Grande, MS, 2009.

ANA. RESOLUÇÃO Nº 1492, DE 18 DE DEZEMBRO DE 2015. 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.

ANA. RESOLUÇÃO Nº 51, DE 26 DE JULHO DE 2018. Documento nº º 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.

ANA. HidroWeb: sistemas de informações hidrológicas. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br>. Acesso em: 2018.

ARAÚJO, S. S. *Apropriação dos recursos naturais e conflitos socioambientais no baixo São Francisco em Sergipe e Alagoas*. Tese (doutorado). Universidade Federal de Sergipe – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente. 359 f. 2015. São Cristóvão, SE.

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.

ASSIS, D. A.S.; DIAS-FILHO, V. A.; MAGALHÃES, A. L. B.; BRITO, M. F. G. Establishment of the non-native fish *Metynnis lippincottianus* (Cope 1870) (Characiformes: Serrasalmidae) in lower São Francisco River, northeastern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 2017. https://doi.org/10.1080/01650521.2017.1348057

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*, 2017, vol. 29, http://dx.doi.org/10.1590/S2179-975X6016. ISSN 0102-6712.

BARBOSA, J.M.; SOARES, E.C.S. Perfil da ictiofauna da Bacia do São Francisco: estudo preliminar. *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca*, v. 4, p.155-169, 2009.

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*. Res. (2017) 5 (1): 70-90 DOI 10.2312/ActaFish.2017.5.1.70-90.

BASTO, I. D. R. G. *Estudo das regras de defluência do sistema de reservatórios no rio São Francisco e suas consequências para o atendimento às demandas da irrigação e outros usos da água*. 2018, 156f. Mestrado em Meio Ambiente, Águas e Saneamento. Universidade Federal da Bahia. Salvador, Bahia.

BRANDIMARTE, A. L.; SANTOS, D. Y. A. Ocorrência e distribuição dos seres vivos como resultado das pressões ambientais. In: LOPES, S. G. B. C.; VISCONTI, M. A. (Coords). *Diversidade biológica, história da vida na Terra e Bioenergética*. São Paulo: USP/Univesp/Edusp, 2014. p. 229-243.

BRASIL, 2005. Resolução CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de agua e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e da outras providencias. Publicado no DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63.

BRAULIK, G. T.; ARSHAD, M.; NOUREEN, U.; NORTHRIDGE, S. P. Habitat Fragmentation and Species Extirpation in Freshwater Ecosystems; Causes of Range Decline of the Indus River Dolphin (Platanista gangetica minor). *Plos One*, V. 9, N. 7, July 2014.

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. 143p. 1984.

BUNN, S. E; ARTHINGTON, A. H. Basic Principles and Ecological Consequences of Altered Flow Regimes for Aquatic Biodiversity. *Environmental Management*, vol. 30, n. 4: 492–507. 2002. Springer-Verlag New York Inc.

BURGER, R. *Ictiofauna do baixo rio São Francisco à jusante da barragem de Xingó: Inventário e caracterização taxonômica*. 2008, 132f. Monografia (Graduação – Ciências Biológicas - Bacharelado), Universidade Federal da Bahia. Salvador.

CAIOLA, N.; IBÁÑEZ, C.; VERDÚ, J.; MUNNÉ, A. Effects of flow regulation on the establishment of alien fish species: A community structure approach to biological validation of environmental flows. *Ecological Indicators* v. 45, p. 598–604, 2014.

CARNIATTO,N.; THOMAZ, S.M.; CUNHA, E. R.; FUGI, R.; OTA, R. R. Effects of an Invasive Alien Poaceae on Aquatic Macrophytes and Fish Communities in a Neotropical Reservoir. *Biotropica* 45(6): 747–754, 2013.

CARNIATTO, N.; FUGI, R.; THOMAZ, S. M.; CUNHA, E. R. The invasive submerged macrophyte Hydrilla verticillata as a foraging habitat for small-sized fish. *Nat Conserv*, v. 12, n. 1, p. 30–35, 2014.

CASATTI, L. CASTRO, R.M.C. A fish community of the São Francisco River headwaters riffles, Southeastern Brazil. *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, vol. 9, no. 3, pp. 229-242, 1998.

CASTRO, R.M.C.; VARI, R.P. Detritivores of the South American Fish Family Prochilodontidae (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes) a Phylogenetic and Revisionary Study. *Smithsonian Contributions and Studies Series*, Washington, 2004. 1–189. https://doi.org/10.5479/si.00810282.622.

CBHSF - COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO. Módulo 1, Resumo Executivo - Proposta para apreciação do Plenário do CBHSF. 337p. Salvador, 2004.

CBHSF - COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO. Resumo Executivo do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco 2016-2025. 300p. Alagoas, 2016.

CHESF. Companhia Hidroelétrica do Vale do São Francisco, 2016. Disponível em: <http://www.chesf.gov.br/portal/page/portal/chesf_portal/paginas/sistema_chesf/sistema_chesf_geracao/conteiner_geracao?p_name=8A2EEABD3BF9D002E0430A803301D002>. Acesso em 30 de junho de 2016.

CETESB. Mortandade de Peixes – temperatura da água. 2018. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/mortandade-peixes/alteracoes-fisicas-e-quimicas/temperatura-da-agua/. Acesso em 15 de 20 dezembro de 2018.

CODEVASF. *Projeto Emergência - Pequenas Várzeas - Baixo São Francisco*. Ministério do Interior/SCET International/SIRAC - Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco. Brasília. 1978.

COLLISCHONN, W. AGRA, S. G. FREITAS, G. K. PRIANTE, G. R. Da Vazão Ecológica ao Hidrograma Ecológico. *XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, 2005.

COSTA, W. J. E. M. *Peixes anuais brasileiros: diversidade e conservação*. Ed. UFPR, 2002 - 238 p.

COSTA, F. J. C. Projeto de gerenciamento integrado das atividades desenvolvidas em terra na Bacia do Rio São Francisco ANA/GEF/PNUMA/OEA. Subprojeto 1.3 – *Recomposição da ictiofauna reofílica do Baixo São Francisco*. Resumo Executivo do Relatório Final. Instituto de Desenvolvimento Científico e Tecnológico de Xingó. Canindé de São Francisco – SE, 2003.

CRUZ, R. C.; ROCHA, J. M.; CRUZ, J. C.; VILELLA, F. S.; SILVEIRA, G. L. Índice Ambiental de Perda por Fragmentação (IAPF). *RBRH* vol. 20 n.3 Porto Alegre jul./set. 2015 p. 763 - 773

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* (2017) 100:703–716 DOI 10.1007/s10641-017-0597-y.

DYSON, M.; BERGKAMP, G.; SCANLON, J. (eds). *Flow – The essentials of environmental flows*, 2nd Edition. Gland, Switzerland: IUCN. Reprint, Gland, Switzerland: IUCN, 2008.

EL-SAYED, A. M. *Tilapia Culture.* Chapter 2, Basic biology. Ed. CABI, United Kingdon, p. 25-29, 2006.

ESTEVES, F. A. *Fundamentos de Limnologia*. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. TILAPIA: Environmental Biology and Nutritional Requirement. South Dakota Cooperative Extension Service. 2010. http://pubstorage.sdstate.edu/agBio_Publications/articles/FS963-01.pdf. Acessado em 07 de dezembro de 2017.

FERREIRA, P.; CASATTI, L. Influência da estrutura do hábitat sobre a ictiofauna de um Riacho em uma Micro-Bacia de pastagem, São Paulo, Brasil. Rev. Bras. Zool. 23(3), 642-651, 2006.

FERREIRA, J. G.; SCHMIDT, L.; JACOBI, P. R.; PAZ, M. G. A. Água: percepções, valores e preocupações em perspectiva comparada. Revista da Associação Portuguesa de Recursos Hídrico. 2014. https://www.researchgate.net/publication/271530486.

FIGUEIREDO, J. L.; MENEZES, N. A. Manual de peixes marinhos do Sudoeste do Brasil. Muzeu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1978.

FONTANA, R. B. Atributos ecológicos de anuros neotropicais: O que podem predizer? 2018. 80f. (Mestrado em Ecologia) Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

FOWLER, H. W. Os peixes de água doce do Brasil. São Paulo: Arq. Zool, 6:1-204, 1948.

FOWLER, H. W. Os peixes de água doce do Brasil. São Paulo: Arq. Zool, 6:205-404, 1950.

FOWLER, H. W. Os peixes de água doce do Brasil. São Paulo: Arq. Zool, 6:405-625, 1951.

FOWLER, H. W. Os peixes de água doce do Brasil. São Paulo: Arq. Zool, 9:1-400, 1954.

FRAGOSO-MOURAA, 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*., 2017, vol. 77, no. 2, pp. 372-382. http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.16415.

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. 1° Edição. Sociedade Brasileira de Ecologia Humana – SABEH. Petrolina/PE, 2015.

FROESE, R.; D. PAULY. Editores. *FishBase.* Publicação eletrônica da World Wide Web, 2017. Disponível em: <http://www.fishbase.org>. Acesso em 01 de dezembro de 2017.

GENZ, F.; LUZ, L. D. Avaliação das alterações hidrológicas no Baixo trecho do Rio São Francisco. *XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*. São Paulo, 2007.

GODINHO, H. P.; POMPEU, P. S. *Ictiofauna de três lagoas marginais do médio São Francisco.* In: GODINHO, H. P., GODINHO, A. L. Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003.468p.

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, novembro de 2014.

GONÇALVES, M. J. S. Avaliação do impacto ambiental da redução de vazão na foz do Rio São Francisco. *I Simpósio da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco – Integrando conhecimentos científicos em defesa do Velho Chico*. Juazeiro, BA. 2016.

GRACIOLLI, G., AZEVEDO, M.A. and MELO, F.A.G., 2003. Comparative study of the diet of Glandulocaudinae and Tetragonopterinae (Ostariophysi: Characidae) in a small stream in Southern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, vol. 38, no. 2, pp. 95-103. http://dx.doi.org/10.1076/ snfe.38.2.95.15932.

HAHN, N. S.; FUGI, R.; ANDRIAN, I. F. Trophic Ecology of Fish Assemblages. In: THOMAZ, S. M.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S. (Ed.) *The Upper Paraná River and its Floodplain: Physical aspects, Ecology and Conservation.* Leiden, the Netherlands: Backhuys Publishers, 2004, pp. 381-393.

HAMMER, O.; HARPER, D. A.T.; RYAN, P. D. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontologia Electronica, vol. 4, art. 4: 9pp., 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. G. C.; SANTOS, C. M.; CASADO, A. P. B.; PEDROTTI, A.; RIBEIRO, G. T. Riparian vegetation affected by bank erosion in the

lower São Francisco River, northas stern Brazil. *Revista Árvore*. Viçosa: V. 29. n. 2. p. 327-336. 2005.

HOLANDA, F. S. R.; ISMERIM, S. S.; ROCHA, I. P.; JESUS, A. S.; ARAÚJO FILHO, R. N.; MELLO JÚNIOR, A. V. Environmental Perception of the São Francisco Riverine Population in Regards to Flood Impact. *Journal of Human Ecology*, v. 28, n.1, p. 37-46. 2009.

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.

HOLT, C. R.; PFITZER, D.; SCALLEY, C.; CALDWELL, B. A.; CAPECE, P. I.; BATZER, D. P. Longitudinal variation in macroinvertebrate assemblages below a large-scale hydroelectric dam. *Hydrobiologia*. v. 755, n. 1, p. 13–26, August 2015.

JESUS, B. N; GOMES, L. J. Conflitos socioambientais no extrativismo da aroeira (*Schinus terebinthifolius* - Raddi, 1820), Baixo São Francisco - Sergipe/Alagoas *Ambiente & Sociedade*, vol. 15, núm. 3, dezembro, 2012, p. 55-73.

LEAL, C. G. *Uso de atributos ecomorfológicos e seleção de habitat para a caracterização de espécies e comunidades de peixes na Bacia do Rio das Velhas, MG.* 2009, 132f. (Mestrado em Ecologia Aplicada). Universidade Federal de Lavras.

LEIRA, M. H.; CUNHA, L. T.; BRAZ, M. S. MELO, C. C. V.; BOTELHO, H. A.; REGHIM, L. S. Qualidade da água e seu uso em pisciculturas. *Pubvet* v.11, n.1, p.11-17, Jan. 2017.

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*. USP, São Paulo, 535p.

LÜTKEN, C. F. 1875. *Velhas-Flodens fiske*. Et bidrag til Brasiliens ichthyologi. Elfter Professor J. Reinhardt indsamlinger og optegnelser. Kon Dank Vidensk Selsk Skrift (Kjoebenhavn) 12:122-252.

LUZ, L. D.; GENZ, F.; GUIMARÃES, A. L. C. Vazões mínimas e remanescentes definidas por métodos hidrológicos para o Baixo trecho do Rio São Francisco. *XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*. São Paulo, 2007.

LUZ, L. D. Identificação de regime hidrológico compatível com objetivos ecológicos para o baixo curso do Rio São Francisco. *Relatório Final – Projeto de Pesquisa Estudo do regime de vazões ecológicas para o baixo curso do rio São Francisco: uma abordagem multicriterial*. Universidade Federal da Bahia/Grupo de pesquisa em Geo-Eco-Hidrologia 2010.

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.

KIM, Z.; SINGH,V. P. Assessment of Environmental Flow Requirements by Entropy-Based Multi-Criteria Decision. *Water Resour Manage,* v. 28, p. 459–474, 2014.

MMA - Ministério do Meio Ambiente; ICMBIO – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Portaria ICMBIO Nº 34, de 27 de maio de 2015. Aprova o Plano de Ação Nacional para a Conservação das Espécies Ameaçadas de Extinção da Fauna Aquática da Bacia do Rio São Francisco - PAN São Francisco contemplando oito espécies de peixes ameaçados de extinção e seis espécies de peixes quase ameaçadas, estabelecendo seu objetivo, objetivos específicos, ações, prazo de execução, abrangência e formas de implementação e supervisão (Processo nº 02031.000013/2013-70).

MAGURRAN, A. E. *Ecological Diversity and Its Measurement*. London. Croom Helm. 179pp. 1988.

MARQUES, H. *Variação espaço-temporal de atributos ecológicos da ictiofauna de um grande reservatório Neotropical.* 2014. 31f. (Mestrado em Aquicultura) Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, São Paulo. 2014.

MATTHEWS, N. People and fresh water ecosystems: pressures, responses and resilience. *Aquatic Procedia,* v. 6, p. 99 – 105, 2016.

MCGILL, B.J.; ENQUIST, B.J.; WEIHER, E. & WESTOBY, M. Rebuilding community ecology from functional traits. *Trends in Ecology and Evolution*, 2: 178-185, 2006. http://dx.doi. org/10.1016/j.tree.2006.02.002.

MCMANAMAY, R. A.; BREWER, S. K.; JAGER, H. I.; TROIA, M. J. Organizing Environmental Flow Frameworks to Meet Hydropower Mitigation Needs. *Environmental Management*, v. 58, p. 365–385, 2016.

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.RP.; SANTOS, M. M.; CAVACANTE, G. H.; DE SOUZA, W, F. L.; SILVA, W.F. Características ambientais do Baixo São Francisco (AL/SE): Efeitos de barragens no transporte do materiais na interface no continente oceano. *Geochimica Brasiliense*. V. 28. 65-78, 2014.

MMA; IBAMA. Programa Zoneamento Ecológico-Econômico - Caderno de Biodiversidade. 1ª Edição, Brasília, DF. 2009.

MONTENEGRO, S.C.S.; NORDI, N.; MARQUES, J.G.W. Contexto cultural, ecológico e econômico da produção e ocupação dos espaços de pesca pelos pescadores de pitu (*Macrobrachium carcinus*) em um trecho do Baixo São Francisco, Alagoas-Brasil. *INCI*, Caracas, v. 26, n. 11, 2001.

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: 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, F. B. P. *Apresentação.* In: Nogueira, E. M. S.; Sá, M. F. P. A pesca artesanal no Baixo São Francisco: atores, recursos, conflitos. 1° Edição. Sociedade Brasileira de Ecologia Humana – SABEH. Petrolina/PE, 2015.

MOURA, M. M.; FONTES, C. S.; SANTOS, M. H.; ARAUJO FILHO, R. N.; HOLANDA, F. S. R. Estimativa de perda de solo no Baixo São Francisco Sergipano. *Revista Scientia Agraria.* Versão On-line ISSN 1983-2443 Versão Impressa ISSN 1519-1125 SA v. 18 n°. 2, 2017.

NAKATANI, K*. et al*. *Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação*. CD ROM. 1. Ed. Maringá: Núpelia, 2003.

NASCIMENTO, M. C.; RIBEIRO JÚNIOR, C. E.; AGUIAR NETTO, A. O. *Relatório técnico da campanha de avaliação das mudanças Socioambientais decorrentes da regularização das vazões no baixo Rio São Francisco* – Maceió, AL, 2013, 175p.

NASCIMENTO, T. L.; FREITAS, P.; CECCATO, L.; PAMPONET, T.; Comparação dos serviços ecossistêmicos de provisão afetados pelas modificações de vazão no Baixo São Francisco: a visão das comunidades ribeirinhas. *I Simpósio da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco*. Juazeiro, BA, 2016.

PELICICE, F. M.; POMPEU, P. S.; AGOSTINHO, A. A. Large reservoirs as ecological barriers to downstream movements of Neotropical migratory fish. *Fish and Fish*eries, 2015, 16, 697–715.

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*, 15(4): 835-853, 2011, http://dx.doi.org/10.4257/oeco.2011.1504.05.

POFF, N. L.; ZIMMERMAN, J. K. H. Ecological responses to altered flow regimes: a literature review to inform the science and management of environmental flows. *Freshwater Biology* . v. 55, n. 1, p. 194–205, January 2010.

POFF, N. L.; MATTHEWS, J. H. Environmental flows in the Anthropocence: past progress and future prospects. Current Opinion in Environmental Sustainability, 2013, vol. 5:1–9. http://dx.doi.org/ 10.1016/j.cosust.2013.11.006

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, September 2016.

POSTEL, S.; RICHTER, B. 2003. *Rivers for life: managing water for people and nature*. Island Press. Washington. 253 p.

REIS, R. E.; ALBERT, J. S.; DI DARIO, F.; MINCARONE, M. M.; PETRY, P.; ROCHA, L. A. Fish biodiversity and conservation in South America. *Journal of Fish Biology*, 2016.

RIBEIRO, C. S. MOREIRA, R. G. Fatores ambientais e reprodução dos peixes. *Revista da Biologia* (2012) 8: 58-61.

ROSENFELD, J. Assessing the Habitat Requirements of Stream Fishes: An Overview and Evaluation of Different Approaches. *Transactions of the American Fisheries Society* 132:953–968, 2003.

ROSSO, S. *Amostragem, Repartição Espacial e Diversidade – Dominância de Comunidades de Costões Rochosos: uma Abordagem Metodológica*. São Paulo. Labmar, 23 p. 1996.

SAMPAIO, F. A. C. *Influência da variação de vazões sobre a comunidade de peixes a jusante de um reservatório brasileiro*. 2013, 178f. Doutorado em Ecoloiga Aplicada. Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG.

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. 1° Edição. Sociedade Brasileira de Ecologia Humana – SABEH. Petrolina/PE, 2015.

SÁNCHEZ-BOTERO, J. I.; LEITÃO, R. P.; CARAMASCHI, E. P.; GARCEZ, D.S. The aquatic macrophytes as refuge, nursery and feeding habitats for fresh water fish from Cabiúnas Lagoon, Restinga de Jurubatiba National Park, Rio de Janeiro, Brazil. *Acta Limnol*. Bras., 19(2):143-153, 2007.

SANTANA, S. C. J. Avaliação das alterações da qualidade da água em função das variações de vazões no baixo curso do rio São. 2012. 204 f. (Doutorado em Química) Universidade Federal da Bahia, Instituto de Química, Salvador,

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.

SANTANA, N. R. F. *Hidrodinâmica ambiental no Baixo São Francisco e suas relações antrópicas*. 2017, 182f. Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, Sergipe.

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.

SANTOS, A. C. A.; OLIVEIRA, D. V. F.; SENA, M. P. Caracterização da ictiofauna do baixo curso do Rio São Francisco visando à avaliação da qualidade do ecossistema aquático. *I Simpósio da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco – Integrando conhecimentos científicos em defesa do Velho Chico*. Juazeiro, BA. 2016.

SATO, Y.; GODINHO, H. P. *Peixes da Bacia do Rio São Francisco*. In: Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. Ed. LOWE-MCCONNELL. Trad. VAZZOLER, A. E. A. M.; AGOSTINHO, A. A.; CUNNHINGHAM, P. T. M. EDUSP, São Paulo, 401–413 p. 1999.

SATO, Y.; H. P. GODINHO. *Migratory fishes of the São Francisco River*. Pp. 199-232. In: CAROLSFELD, J. B.; HARVEY, C. ROSS; BAER, A. (Eds.). Migratory fishes of South America: biology, fisheries, and conservation status. Victoria: World Fisheries Trust/ IDRC/ World Bank, 2003. 380p.

SATO, Y.; FENERICH-VERANI, N.; NUÑER, A. P. O.; GODINHO, H. P.; VERANI, J. R. *Padrões reprodutivos de peixes da Bacia do São Francisco*. In: Águas, Peixes e Pesca no São Francisco das Minas Gerais. In: GODINHO, H. P. e GODINHO, A. L. (Eds). Belo Horizonte, Editora PUC-Minas, 2003, p. 229–274.

SILVA, R.R.; BRANDÃO, C.R.F. Morphological patterns and community organization in leaf-litter ant assemblages. *Ecological Monographs*, 80: 107-124, 2010. http://dx.doi. org/10.1890/08-1298.1

SOARES, E. C.; BRUNO, A. M. S. S.; LEMOS, J. M.; Santos, R. B. Ictiofauna e pesca no entorno de Penedo, Alagoas. Biotemas, 24 (1): 61-67, março de 2011, ISSN 2175-7925, doi: 10.5007/2175-7925.2011v24n1p61.

SOUSA, J. Q. *A comunidade de peixes do reservatório de Jurumirim: Atributos estruturais e funcionais*. 2017, 171f. (Doutorado em Zoologia). Universidade Estadual Paulista. Botucatu, SP.

SOUZA, C. E.; BARRELLA, W. Atributos ecomorfológicos de peixes do Sul do Estado de São Paulo. *Revista Eletrônica de Biologia,* V. 2 (1):1-34, 2009, ISSN 1983-7682.

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.

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.

TERESA, F. B.; CASATTI, L. Development of habitat suitability criteria for Neotropical stream fishes and an assessment of their transferability to streams with different conservation status. *Neotropical Ichthyology*, 11(2):395-402, 2013.

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,* 2010, vol. 22, no. 2, p. 218-236 doi: 10.4322/actalb.02202011.

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* 12(3), 2017, https://doi.org/10.1371/journal.pone.0173812.

TRAVASSOS, H. Catálogo dos peixes do vale do rio São Francisco. *Bol. Soc. Cear. Agron*. 1:1-66, 1960.

TUCH, D. L. 1999. Planejamento Orçamentário. SEBRAE/SP. Série Piscicultura. Vitório. p. 32.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. *Limnologia*. Oficina de Textos. São Paulo, 632 p., 2008.

VASCO, A. N. *Indicadores de alteração hidrológica: o declínio das vazões no Baixo Rio São Francisco*. 2015. 139 f. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Sergipe. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente. São Cristóvão - SE.

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

WANG, J; DONG, Z; LIAO, W; LI, C; FENG, S; LUO, H; PENG, Q. An environmental flow assessment method based on the relationships between flow and ecological response: A case study of the Three Gorges Reservoir and its downstream reach. *Science China*, v.56, p.1471-1484, 2013.

WINEMILLER, K. O. *et al*. 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, January 2016.

YU, J.; LIU, Z.; HE, H.; ZHEN, W.; GUAN, B.; CHEN, F.; LI, K.; ZHONG, P.; MELLO, F. T.; Jeppesen, E. Submerged macrophytes facilitate dominance of omnivorous fish in a subtropical shallow lake: implications for lake restoration. *Hydrobiologia*, n.775, p. 97–107, 2016.

APÊNDICE A: Representação de ausência, presença, frequência absoluta e relativa das espécies da ictiofauna no Baixo Curso do Rio São Francisco.

Divisão taxonômica	Espécies da ictiofauna coletadas em 2014, 2016 e 2017																		
	Campanha 2014						Campanha 2016						Campanha 2017						
	Ponto amostral						Ponto amostral						Ponto amostral						
	1	2	3	4	Abd. Abs.	Abd. Relat.	1	2	3	4	Abd. Abs.	Abd. Relat.	1	2	3	4	Abd. Abs.	Abd. Relat.	Total
Família Characidae																			
Astyanax fasciatus	0	0	0	22	22	1,7	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0,0	22
Bryconops affinis	0	0	3	0	3	0,2	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0,0	3
Subfamília Cheirodontinae																			
Astyanax lacustres	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	1	1	0,1	0	0	0	0	0	0,0	1
Piabina argentea	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	1	1	0,1	0	0	0	0	0	0,0	1
Serrapinnus piaba	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0,0	85	70	0	0	155	7,3	155
Serrapinnus heterodon	0	0	0	1	1	0,1	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0,0	1
Serrapinus sp.	0	0	1	0	1	0,1	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0,0	1
Subfamília Characinae																			
P. franciscoensis	5	0	0	0	5	0,4	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0,0	5
Roeboides xenodon	1	0	0	0	1	0,1	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0,0	1
Incertae sedis																			
Astyanax sp.	0	0	0	0	0	0,0	0	14	1	0	15	2,1	0	0	0	0	0	0,0	15
Characiformes sp.	0	0	0	0	0	0,0	0	0	1	0	1	0,1	0	0	0	0	0	0,0	1
Hemigrammus brevis	0	0	0	0	0	0,0	0	6	0	0	6	0,8	86	91	1	0	178	8,3	184
H. marginatus	720	19	39	2	780	59,6	264	161	78	0	503	69,9	1561	36	1	0	1598	74,8	2881
Subfamília Serrasalminae																			

Continuação...

...Continuação: APÊNDICE A

Metynis maculatus	0	0	0	1	1	0,1	0	3	0	0	3	0,4	0	0	14	0	14	0,7	18
Myleus micans	0	0	0	1	1	0,1	0	38	0	0	38	5,3	0	2	1	0	3	0,1	42
Serrasalmus brandti	8	0	0	4	12	0,9	0	0	0	0	0	0,0	0	0	12	0	12	0,6	24
Família Anostomidae																			
Leporinus spp..	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0,0	0	1	0	0	1	0,0	1
Família Erythrinidae																			
Hoplias malabaricus	1	0	0	0	1	0,1	1	0	1	0	2	0,3	0	0	1	1	2	0,1	5
Família Poeciliidae																			
Poecillia reticulata	0	0	0	0	0	0,0	0	9	0	0	9	1,3	0	0	0	0	0	0,0	9
Poecilia vivípara	109	0	0	0	109	8,3	0	0	0	19	19	2,6	0	0	27	0	27	1,3	155
Pamphorichthys hollandi	145	40	0	0	185	14,1	40	36	3	0	79	11,0	97	9	1	9	116	5,4	380
Família Mugilidae																			
Mugil curema	0	0	0	0	0	0,0	0	0	1	1	2	0,3	0	0	0	0	0	0,0	2
Família Atherinopsidae																			
Atherinella brasiliensis	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	1	1	0,1	0	0	0	0	0	0,0	1
Família Cichlidae																			
Astronotus ocellatus	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	1	0	1	0,0	1
Cichla monoculus	0	0	1	0	1	0,1	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0,0	1
C. sanctifranciscense	9	10	0	0	19	1,5	0	0	0	0	0	0,0	0	2	1	0	3	0,1	22
Crenicichla lepidota	18	0	0	0	18	1,4	0	0	1	0	1	0,1	0	0	0	0	0	0,0	19
Crenicichla menezesi	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	1	0	1	0,0	1
Oreochromis sp.	38	6	0	0	44	3,4	9	0	8	0	17	2,4	0	0	1	0	1	0,0	62
Família Engraulidae																			

...Continuação...

...Continuação: APÊNDICE A

Anchoviella vaillanti	0	0	0	12	12	0,9	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0,0	12
Família Gobiidae																			
Awaous tajacica	0	0	0	2	2	0,2	0	0	3	1	4	0,6	0	1	0	0	1	0,0	7
Evorthodus lyricus	0	0	0	1	1	0,1	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0,0	1
Família Eleotridae																			
Eleotris pisonis	0	0	4	5	9	0,7	0	0	0	2	2	0,3	0	0	3	13	16	0,7	27
Domitator maculatus	0	0	0	60	60	4,6	0	0	2	13	15	2,1	0	0	0	5	5	0,2	80
Família Gerreidae																			
Eucinostomus argenteus	0	0	4	5	9	0,7	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0,0	9
Família Syngnathidae																			
Microphis lineatus	0	0	0	8	8	0,6	0	0	1	0	1	0,1	0	0	0	0	0	0,0	9
Oostethus lineatus	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	2	2	0,1	2
Família Paralichthyidae																			
Citharichthys spilopterus	0	0	0	4	4	0,3	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0,0	4
Total geral	1054	75	52	128	1309	100	314	267	100	39	720	100,0	1829	212	65	30	2136	100,0	4165

APÊNDICE B: Espécies coletadas Rede Ecovazão (campanhas 2007, 2008 e 2009) com sua classificação taxonômica e atributos ecológicos.

Campanhas EcoVazão		Abundância		Origem			Flutuação Populacional		Longevidade		Taxa de Crescimento		Desova		Alimentação		Razão produção /biomassa		Estrategistas		Implicações	
Divisão taxonômica	**Nome vernacular**	**Absoluta**	**Relativa (%)**	**Nativa**	**Marinha**	**Introduzida**	**Migração**	**Multiplicação**	**Baixa**	**Alta**	**Rápida**	**Lenta**	**Sazonal**	**Múltipla**	**Facultativa**	**Especializada**	**Baixa**	**Alta**	**r**	**K**	**Resiliente**	**Frágil**
Ordem Characiformes																						
Família Characidae																						
Astyanax fasciatus	Lambari	88	10,8	x				x	x		x			x	x***		x		x		x	
Bryconops affinis	Piaba verde	1	0,12	x				x	x		x			x	x***		x		x		x	
Subfamília Characinae																						
P. franciscoensis	Lambari vidro	10	1,23	x				x	x		x			x	x***		x		x		x	
Subfamília Cheirodontinae																						
Serrapinnus piaba	Piaba	8	0,98	x				x	x		x			x	x***		x		x		x	
S. heterodon	Piaba	19	2,34	x				x	x		x			x	x***		x		x		x	
Subfamília Stervadiinae																						
Piabina argentea	Piaba	1	0,12	x				x	x		x			x	x***		x		x		x	
Insertae sedis																						
Astyanax lacustris	Lambari	38	4,67	x				x	x		x			x	x***		x		x		x	
Astyanax sp. 1	Piaba	5	0,62	x				x	x		x			x	x***		x		x		x	
Astyanax sp. 2	Piaba	2	0,25	x				x	x		x			x	x***		x		x		x	
Hemigrammus brevis	Piaba	12	1,48	x				x	x		x			x	x***		x		x		x	
H. marginatus	Piaba	222	27,3	x				x	x		x			x	x***		x		x		x	
Moenkhausia costae	Piaba manteiga	24	2,95	x				x	x		x			x	x***		x		x		x	
Família Curimatidae																						
Curimatella lepidura	Aragu	10	1,23	x				x	x		x			x	x***		x		x		x	
Família Prochilodontidae																						
P. argenteus	Curimatã-pacu	17	2,09	x			x			x	x		x			x*****		x	x		x	
Família Crenuchidae																						

Continuação...

Continuação: APÊNDICE B

Characidium sp.	Piaba	3	0,37	x			x	x		x			x	x***		x		x		x					
Subfamília Tripotheinae																									
T. guentheri	Piaba facão	14	1,72	x			x	x		x			x	x***		x		x		x					
Família Acestrorhynchidae																									
A. britskii	Peixe-cachorro	2	0,25	x			x	x		x			x		x****	x		x		x					
A. lacustris	Peixe-cachorro	15	1,85	x			x		x	x			x		x****		x	x		x					
Família Serrasalminae																									
Subfamília Serrasalminae																									
Metynnis maculatus	Pacu	19	2,34		x		x	x		x			x	x***		x		x		x					
Pygocentrus piraya	Piranha	1	0,12	x			x	x		x			x		x****		x	x		x					
Myleus micans	Pacu CD	22	2,71	x		x		x			x	x		x***			x	x		x					
Serrasalmus brandti	Pirambeba	19	2,34	x			x	x			x		x		x****	x		x		x					
Família Erythrinidae																									
Hoplias lacerdae	Trairão	1	0,12		x		x		x	x			x		x****		x	x		x					
Hoplias malabaricus	Traíra	12	1,48		x		x		x	x			x		x****		x	x		x					
Família Anostomidae																									
Leporinus piau	Piáu	30	3,69	x		x			x		x	x		x***			x	x		x					
L. obtusidens	Piáu	1	0,12	x		x			x	x		x		x***			x	x		x					
L. reinhardti	Piáu	2	0,25	x		x			x	x		x		x***		x		x		x					
Schizodon knerii	Piáu branco	20	2,46	x			x		x	x			x	x***		x		x		x					
Ordem Siluriformes																									
Família Callichthyidae																									
H. littorale	Tamoatá	10	1,23	x			x	x		x			x	x***		x		x		x					
Família Loricariidae																									
H. francisci	Acari	4	0,49	x			x	x		x			x	x***			x	x		x					
Hypostomus sp.	Acari	13	1,6	x			x	x		x			x	x***			x	x		x					
M. barrae	Cari-espinho	13	1,6	x			x	x		x			x	x***			x	x		x					
Parotocinclus sp.	Cari	1	0,12	x			x	x		x			x	x***			x	x		x					
Família Pseudopimelodidae																									
L. alexandri	Pacamã	1	0,12	x			x		x		x		x		x****		x		x		x				
Família Pimelodidae																									
Bagropsis reinhardti	Mandi-branco	5	0,62	x			x	x		x			x	x***		x		x		x					
B. westermanni	Mandi	1	0,12	x			x	x		x			x	x***		x		x		x					
P. maculatus	Mandi-amarelo	6	0,74	x		x			x	x		x		x***			x	x		x					
Ordem Gymnotiformes																									
Família Sternopygidae																									

Continuação...

Continuação: APÊNDICE B

E. virescens	Sarapó	2	0,25	x			x	x		x			x		x****		x	x		x		
S. macrurus	Sarapó	1	0,12	x			x	x		x			x		x****		x	x		x		
Ordem Cyprinodontiformes																						
Família Poeciliidae																						
P. hollandi	Barrigudinho	34	4,18	x			x	x		x			x	x***		x		x		x		
Poecilia vivípara	Barrigudinho	33	4,06	x			x	x		x			x	x***		x		x		x		
Ordem Synbranchiformes																						
Família Synbranchidae																						
S. marmoratus	Mussum	2	0,25	x			x		x	x			x		x****		x	x		x		
Ordem Perciformes																						
Família Cichlidae																						
Astronotus ocellatus	Apaiari	1	0,12			x	x		x		x		x		x****		x	x		x		
Cichla monoculus	Tucunaré	6	0,74			x	x		x	x			x	x***			x	x		x		
C. sanctifranciscense	Acará	3	0,37	x			x	x		x			x	x***		x		x		x		
Crenicichla lepidota	Joaninha	1	0,12			x	x	x		x			x		x****	x		x		x		
O. niloticus	Tilápia	22	2,71			x	x	x		x			x	x***			x	x		x		
Família Gobiidae																						
Awaous tajasica	Gobi de rio	10	1,23	x			x	x		x			x	x***		x		x				x
Família Centropomidae																						
C. parallelus	Robalo	1	0,12		x		x		x	x			x		x****		x	x		x		
Família Gerreidae																						
Eugerres brasilianus	Carapeba	1	0,12		x		x		x	x			x		x****		x	x		x		
Ordem Syngnathiformes																						
Família Syngnathidae																						
Microphis lineatus	Peixe cachimbo	7	0,86		x		x		x	x			x	x***		x		x		x		
Ordem Pleuronectiformes																						
Família Paralichthyidae																						
C. spilopterus	Linguado	3	0,37		x		x		x	x			x		x	x		x		x		
Ordem Clupeiformes																						
Família Engraulidae																						
Anchoviella vaillanti	Manjuba	14	1,72	x			x	x		x			x	x***		x		x		x		
Total		813	100																			

Fonte: Burger (2008) e Peso-Aguiar (2010).

*Detritívoro, **Herbívoro, ***Onívoro, ****Carnívoro, *****Detritívoro

APÊNDICE C: Espécies coletadas na campanha 2014, sua classificação taxonômica e atributos ecológicos.

Campanha 2014		**Origem**			**Flutuação Populacional**			**Longevidade**			**Taxa de Crescimento**			**Desova**			**Alimentação**			**Razão produção /biomassa**		**Estrategistas**		**Implicações**	
Divisão taxonômica	**Nome vernacular**	**Nativa**	**Marinha**	**Introduzida**	**Migração**	**Multiplicação**	**Baixa**	**Alta**	**Rápida**	**Lenta**	**Sazonal**	**Múltipla**	**Facultativa**	**Especializada**	**Baixa**	**Alta**	***r***	***K***	**Resiliente**	**Frágil**
Transecto 01																									
Família Characidae																									
Subfamília Characinae																									
P. franciscoensis	Lambari vidro	x				x	x		x			x	x***		x		x		x	
R. xenodon	Lambari cachorro	x				x	x		x			x	x***		x		x		x	
Incertae sedis																									
H. marginatus	Piaba	x				x	x		x			x	x***		x		x		x	
Subfamília Serrasalminae																									
S. brandtii	Pirambeba	x				x	x			x		x		x****	x		x		x	
Família Erythrinidae																									
H. malabaricus	Traíra			x		x		x	x			x		x****		x	x		x	
Família Poeciliidae																									
Poecilia vivípara	Barrigudinho de pinta	x				x	x		x			x	x***		x		x		x	
P. hollandi	Barrigudinho	x				x	x		x			x	x***		x		x		x	
Família Cichlidae																									
C. sanctifranciscense	Acará	x				x	x		x			x	x***		x		x		x	
C. lepidota	Joaninha			x		x	x		x			x		x****	x		x		x	
Oreochromis sp.	Tilápia			x		x	x		x			x	x***			x	x		x	
Transecto 02																									
Família Characidae																									
Subfamília Characinae																									

Continuação...

Continuação: APÊNDICE C

H. marginatus	Piaba	x				x	x		x			x	x***		x		x		x		
Família Poeciliidae																					
P. hollandi	Barrigudinho	x				x	x		x			x	x***		x		x		x		
Família Cichlidae																					
C. sanctifranciscense	Acará	x				x	x		x			x	x***		x		x		x		
C. lepidota	Joaninha			x		x	x		x			x		x****	x		x		x		
Transecto 03																					
Família Characidae																					
Bryconops affinis	Piaba verde	x				x	x		x			x	x***		x		x		x		
Subfamília Cheirodontinae																					
S. heterodon	Piaba	x				x	x		x			x	x***		x		x		x		
Incertae sedis																					
H. marginatus	Piaba	x				x	x		x			x	x***		x		x		x		
Família Cichlidae																					
C. monoculus	Tucunaré			x		x		x	x			x	x***			x	x		x		
Família Eleotridae																					
Eleotris pisonis	Amoré preto		x			x	x		x			x	x***		x		x		x		
Família Gerreidae																					
E. argenteus	Carapicu		x			x		x	x			x	x***			x	x		x		
Transecto 04																					
Família Characidae																					
A. fasciatus	Lambari	x				x	x		x			x	x***		x		x		x		
Subfamília Cheirodontinae																					
S. heterodon	Piaba	x				x	x		x			x	x***		x		x		x		
Incertae sedis																					
H. marginatus	Piaba	x				x	x		x			x	x***		x		x		x		
Subfamília Serrasalminae																					
M. maculatus	Pacu			x		x	x		x			x	x***		x		x		x		
Subfamília Myleinae																					
Myleus micans	Pacu CD	x			x		x			x	x		x***			x	x		x		
Subfamília Serrasalminae																					
S. brandtii	Pirambeba	x				x	x			x		x		x****	x		x		x		
Família Engraulidae																					
A. vaillanti	Manjuba	x				x	x		x			x	x***		x		x		x		
Família Gobiidae																					
Awaous tajasica	Gobi de rio	x				x	x		x			x	x***		x		x				x

Continuação...

Continuação: APÊNDICE C

E. lyricus	Maria da toca	x	x	x		x	x	x***		x		x	x
Família Eleotridae													
Eleotris pisonis	Amoré preto	x	x	x		x	x	x***		x		x	x
D. maculatus	Amoré	x	x	x		x	x	x***		x		x	x
Família Gerreidae													
E. argenteus	Carapicu	x	x		x	x	x	x***			x	x	x
Família Syngnathidae													
M. lineatus	Peixe cachimbo	x	x		x	x	x	x***		x		x	x
Família Paralichthyidae													
C. spilopterus	Linguado	x	x		x	x	x		x****	x		x	x

*Detritívoro, **Herbívoro, ***Onívoro, ****Carnívoro, *****Detritívoro

Fonte: Própria autora.

APÊNDICE D: Espécies coletadas na campanha 2016, sua classificação taxonômica e atributos ecológicos.

Campanha 2016		**Origem**				**Flutuação Populacional**			**Longevidade**			**Taxa de Crescimento**			**Desova**		**Alimentação**		**Razão produção /biomassa**		**Estrategistas**		**Implicações**	
Divisão taxonômica	**Nome vernacular**	**Nativa**	**Marinha**	**Introduzida**	**Migração**	**Multiplicação**	**Baixa**	**Alta**	**Rápida**	**Lenta**	**Sazonal**	**Múltipla**	**Facultativa**	**Especializada**	**Baixa**	**Alta**	***r***	***K***	**Resiliente**	**Frágil**
Transecto 01																								
Família Characidae																								
Incertae sedis																								
H. marginatus	Piaba	x				x	x		x			x	x***		x		x		x	
Família Erythrinidae																								
H. malabaricus	Traíra			x		x		x	x			x		x****		x	x		x	
Família Poeciliidae																								
P. hollandi	Barrigudinho	x				x	x		x			x	x***		x		x		x	
Família Cichlidae																								
Oreochromis sp.	Tilápia			x		x	x		x			x	x***			x	x		x	
Transecto 02																								
Família Characidae																								
Incertae sedis																								
Astyanax sp.	Piaba	x				x	x		x			x	x***		x		x		x	
H. brevis	Piaba	x				x	x		x			x	x***		x		x		x	
H. marginatus	Piaba	x				x	x		x			x	x***		x		x		x	
Subfamília Serrasalminae																								
M. maculatus	Pacu			x		x	x		x			x	x***		x		x		x	
Subfamília Myleinae																								
Myleus micans	Pacu CD	x			x		x			x	x		x***			x	x		x	
Família Poeciliidae																								
Poecilia reticulata	Gupi			x		x	x		x			x	x***		x		x		x	
P. hollandi	Barrigudinho	x				x	x		x			x	x***		x		x		x	

Continuação...

Continuação: APÊNDICE D

Transecto 03																
Família Characidae																
Incertae sedis																
Astyanax sp.	Piaba	x			x	x		x	x	x***		x		x	x	
Characiformes sp.	Piaba	x			x	x		x	x	x***		x		x	x	
H. marginatus	Piaba	x			x	x		x	x	x***		x		x	x	
Família Erythrinidae																
H. malabaricus	Traíra			x	x		x	x	x		x****		x	x	x	
Família Poeciliidae																
P. hollandi	Barrigudinho	x			x	x		x	x	x***		x		x	x	
Família Cichlidae																
C. lepidota	Joaninha			x	x	x		x	x		x****	x		x	x	
Oreochromis sp.	Tilápia			x	x	x		x	x	x***			x	x	x	
Família Mugilidae																
Mugil curema	Tainha		x		x		x	x	x		x****		x	x	x	
Família Gobiidae																
Awaous tajasica	Gobi de rio	x			x	x		x	x	x***		x		x		x
Família Eleotridae																
D. maculatus	Amoré		x		x	x		x	x	x***		x		x	x	
Família Syngnathidae																
M. lineatus	Peixe cachimbo		x		x		x	x	x	x***		x		x	x	
Transecto 04																
Família Characidae																
Subfamília Cheirodontinae																
A. lacustris	Lambari	x			x	x		x	x	x***		x		x	x	
Piabina argentea	Piaba	x			x	x		x	x	x***		x		x	x	
Família Poeciliidae																
Poecilia vivípara	Barrigudinho	x			x	x		x	x	x***		x		x	x	
Família Mugilidae																
Mugil curema	Tainha		x		x		x	x	x		x****		x	x	x	
Família Atherinopsidae																
A. brasiliensis	Manjuba		x		x	x		x	x	x***		x		x	x	
Família Gobiidae																
Awaous tajasica	Gobi de rio	x			x	x		x	x	x***		x		x		x
Família Eleotridae																
Eleotris pisonis	Amoré preto		x		x	x		x	x	x***		x		x	x	
D. maculatus	Amoré		x		x	x		x	x	x***		x		x	x	

APÊNDICE E: Espécies coletadas na campanha 2017, sua classificação taxonômica e atributos ecológicos.

Campanha 2017		**Origem**			**Flutuação Populacional**		**Longevidade**		**Taxa de Crescimento**		**Desova**		**Alimentação**		**Razão produção /biomassa**		**Estrategistas**		**Implicações**	
Divisão taxonômica	**Nome vernacular**	**Nativa**	**Marinha**	**Introduzida**	**Migração**	**Multiplicação**	**Baixa**	**Alta**	**Rápida**	**Lenta**	**Sazonal**	**Múltipla**	**Facultativa**	**Especializada**	**Baixa**	**Alta**	***r***	***K***	**Resiliente**	**Frágil**
Transecto 01																				
Família Characidae																				
Subfamília Cheirodontinae																				
S. piaba	Piaba	x				x	x		x			x	x***		x		x		x	
Incertae sedis																				
H. brevis	Piaba	x				x	x		x			x	x***		x		x		x	
H. marginatus	Piaba	x				x	x		x			x	x***		x		x		x	
Família Poeciliidae																				
P. hollandi	Barrigudinho	x				x	x		x			x	x***		x		x		x	
Transecto 02																				
Família Characidae																				
Subfamília Cheirodontinae																				
S. piaba	Piaba	x				x	x		x			x	x***		x		x		x	
Incertae sedis																				
H. brevis	Piaba	x				x	x		x			x	x***		x		x		x	
H. marginatus	Piaba	x				x	x		x			x	x***		x		x		x	
Subfamília Myleinae																				
Myleus micans	Pacu CD	x			x		x			x	x		x***			x	x		x	
Família Cichlidae																				
C. sanctifranciscense	Acará	x				x	x		x			x	x***		x		x		x	
Família Anostomidae																				
Leporinus spp.	Piáu	x			x			x		x		x	x***			x	x		x	

Continuação...

Continuação: APÊNDICE E

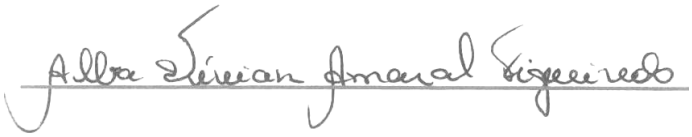
Família Gobiidae																							
Awaous tajasica	Gobi de rio	x				x	x		x			x	x***			x		x					x
Transecto 03																							
Família Characidae																							
Incertae sedis																							
H. brevis	Piaba	x				x	x		x			x	x***			x		x			x		
H. marginatus	Piaba	x				x	x		x			x	x***			x		x			x		
Subfamília Serrasalminae																							
M. maculatus	Pacu			x		x	x		x			x	x***			x		x			x		
Subfamília Myleinae																							
Myleus micans	Pacu CD	x			x		x			x	x		x***				x	x			x		
Subfamília Serrasalminae																							
S. brandtii	Pirambeba	x				x	x			x		x		x****		x		x			x		
Família Erythrinidae																							
H. malabaricus	Traíra			x		x		x	x			x		x****			x	x			x		
Família Poeciliidae																							
Poecilia vivípara	Barrigudinho de pinta	x				x	x		x			x	x***			x		x			x		
P. hollandi	Barrigudinho	x				x	x		x			x	x***			x		x			x		
Família Cichlidae																							
A. ocellatus	Apaiari			x		x		x		x		x		x****			x	x			x		
C. sanctifranciscense	Acará	x				x	x		x			x	x***			x		x			x		
C. lepidota	Joaninha			x		x	x		x			x		x****		x		x			x		
Oreochromis sp.	Tilápia			x		x	x		x			x	x***				x	x			x		
Família Eleotridae																							
Eleotris pisonis	Amoré preto		x			x	x		x			x	x***			x		x			x		
Transecto 04																							
Família Erythrinidae																							
H. malabaricus	Traíra			x		x		x	x			x		x****			x	x			x		
Família Poeciliidae																							
P. hollandi	Barrigudinho	x				x	x		x			x	x***			x		x			x		
Família Eleotridae																							
Eleotris pisonis	Amoré preto		x			x	x		x			x	x***			x		x			x		
D. maculatus	Amoré		x			x	x		x			x	x***			x		x			x		
Família Syngnathidae																							
O. lineatus	Peixe cachimbo		x			x		x	x			x	x***			x		x			x		

*Detritívoro, **Herbívoro, ***Onívoro, ****Carnívoro, *****Detritívoro.

AUTORIZAÇÃO

Autorizo a reprodução e/ou divulgação total ou parcial da presente obra, por qualquer meio convencional ou eletrônico, desde que citada a fonte.

Alba Vívian Amaral Figueiredo



Universidade Federal da Bahia – Escola Politécnica

Salvador - Bahia

Rua Professor Aristides Novis, 2, 4º andar- Federação, Salvador - BA

albabiologia@gmail.com