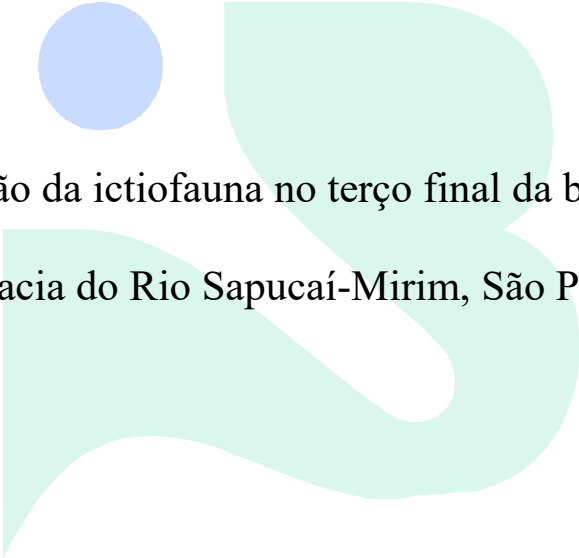


**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**CAMPUS BOTUCATU**  
**INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**



Estrutura e composição da ictiofauna no terço final da bacia do Rio Santa  
Bárbara, Sub-bacia do Rio Sapucaí-Mirim, São Paulo, Brasil

**Aluno:** Paulo Baltazar Diniz  
**Orientador:** Prof. Dr. José Augusto Senhorini  
**Coorientador:** Prof. Dr. Célio Bertelli

Botucatu, SP  
Fevereiro/2019

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**CAMPUS BOTUCATU**  
**INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS**

Estrutura e composição da ictiofauna no terço final da bacia do Rio Santa  
Bárbara, Sub-bacia do Rio Sapucaí-Mirim, São Paulo, Brasil

Dissertação apresentada à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Campus de Botucatu, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas, Área de Concentração: Zoologia.

Aluno: Paulo Baltazar Diniz

Orientador: José Augusto Senhorini

Coorientador: Célio Bertelli

Botucatu, SP  
Fevereiro/2019

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.  
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP  
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSANGELA APARECIDA LOBO-CRB 8/7500

Diniz, Paulo Baltazar.

Estrutura e composição da ictiofauna no terço final da  
bacia do Rio Santa Bárbara, Sub-bacia do Rio  
Sapucaí-Mirim, São Paulo, Brasil / Paulo Baltazar Diniz. -  
Botucatu, 2019

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista  
"Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências de  
Botucatu

Orientador: José Augusto Senhorini

Coorientador: Célio Bertelli

Capes: 20400004

1. Biodiversidade. 2. Ictiofauna. 3. Peixe - Coleção e  
preservação. 4. Peixe de água doce. 5. Paraná, Rio.

Palavras-chave: Biodiversidade Neotropical; Conservação de  
peixes; Peixes de água doce; alto Rio Paraná.



*A todos que se dedicam a  
cuidar da vida, seja ela  
qual for.*

Meus sinceros agradecimentos

Ao colega e amigo Zé Senhorini, pela orientação, confiança e oportunidade de aprendizado.

Ao co-orientador e parceiro das horas difíceis, Célio Bertelli, pela enorme disposição em realizar esse trabalho.

Aos colegas da Ecoplans: Tâmer, Pedrinho e Pâmela por todo apoio que me foi dado.

Ao incansável Hatus, presente em todos os momentos, meu muito obrigado!!

Ao Donizete, por nos emprestar seu conhecimento da região.

Ao Cepta, na pessoa do seu coordenador Lucas, pelo apoio dispensado em todas as campanhas.

Ao PAN/MPSG, em especial ao seu coordenador Fernando Rocchetti, sempre atuante.

Aos técnicos do Cepta, “Gordo”, Tim e Noel, por me ensinarem a arte da pescaria.

Ao pessoal do Laboratório de Biotecnologia: Nycolas, Lucia, Rafaela e Gabriel.

Ao Diogo Souza, pelo pontapé inicial no tratamento dos dados coletados.

Ao Tiago Pires, pelo tratamento estatístico.

Ao Prof. Ricardo Castro, pelas orientações e abertura do LIRP para identificação e depósito da coleção.

Ao André Esguícero, pela enorme ajuda na identificação dos peixes.

À minha irmã Mônica, pela revisão do texto e preciosa orientação.

À minha irmã Ângela, pela tradução ao inglês do artigo.

Por fim, à minha esposa Auristela por seu apoio incondicional.

## I. Resumo

O Rio Santa Bárbara, pequeno afluente do Rio Sapucaí-Mirim, drena uma área de 1.013 km<sup>2</sup>. Está inserido na bacia do alto rio Paraná, região considerada uma província ictiofaunística natural. Este trabalho estabeleceu como objetivo principal registrar a ictiofauna desse rio, de algumas de suas lagoas marginais e de seu afluente Rio Potreiro, bem como caracterizar o grau de antropização de sua bacia. Quatro campanhas foram realizadas, duas na estação seca e duas na estação chuvosa. Um total de 922 exemplares foram coletados, considerando os doze pontos de amostragens selecionados (seis pontos em lagoas e seis pontos em rios), distribuídos em 33 espécies representativas de 16 famílias e 6 ordens. A ordem Characiformes revelou-se a mais representativa (63%), seguida das ordens Perciformes (13%) e Siluriformes (12%). Com relação às famílias, Characidae (41%) foi a mais abundante, seguida pelas famílias Cichlidae (13%) e Poeciliidae (11%). Um espécime de *Brycon nattereri* foi coletado no Rio Santa Bárbara, espécie criticamente ameaçada no estado de São Paulo; duas espécies não nativas foram encontradas (*Metynnis maculatus* e *Oreochromis niloticus*), representando 0,7% do total de espécimes coletados e três espécies tiveram o seu primeiro registro para a bacia do Rio Sapucaí Mirim: *Hypessobrycon bifasciatus*, *Moenkhausia intermedia* e *Brycon nattereri*. Foram identificadas 65 lagoas marginais ao longo da bacia do Rio Santa Bárbara (45 permanentes, 19 temporárias e 3 meandros abandonados), mapeados os padrões espaciais das lagoas selecionadas, bem como feita a caracterização ambiental da paisagem da bacia. Por fim, foi recomendada a criação de uma Unidade de Conservação com o objetivo de possibilitar melhores condições de proteção, conservação e preservação da região.

### Palavras chaves

Peixes de água doce, Biodiversidade Neotropical, Conservação de peixes, alto Rio Paraná

## II. Abstract

Santa Bárbara River, a small tributary of the Sapucaí-Mirim River, drains an area of 1,013 km<sup>2</sup>. It is inserted in the upper Paraná river basin, a region considered a natural ichthyofaunistic province. This work aims to record the ichthyofauna of this river, some of its marginal lakes and its affluent Rio Potreiro, as well as to characterize the degree of anthropization of its basin. Four campaigns were carried out, two in the dry season and two in the rainy season. A total of 922 specimens were collected, considering the twelve sampling spots selected (six spots in lakes and six spots in rivers), distributed in 33 representative species of 16 families and 6 orders. The Characiformes order came out to be the most representative (63%), followed by Perciformes (13%) and Siluriformes (12%). Regarding the families, Characidae (41%) was the most abundant, followed by families Cichlidae (13%) and Poeciliidae (11%). A species of *Brycon nattereri* was collected in Santa Bárbara River, a species critically endangered in the state of São Paulo, two non-native species that were found (*Metynnis maculatus* and *Oreochromis niloticus*), represented 0.7% of the total specimens collected and three species had the first record for the Rio Sapucaí Mirim basin: *Hyphessobrycon bifasciatus*, *Moenkhausia intermedia* and *Brycon nattereri*. A total of 65 marginal lakes were identified along Santa Bárbara river's basin (45 permanent, 19 temporary and 3 abandoned meanders), mapping the spatial patterns of the selected lakes and the environmental characterization of the basin landscape. Finally, it was recommended the creation of a Conservation Unit with the objective of enabling better conditions for the protection, conservation and preservation of the region.

### Key words

Freshwater fishes; Neotropical Biodiversity; Fishes conservation; upper Rio Paraná

### III. Lista de Tabelas

<b>Tabela 1.</b> Lista de espécies de peixes ameaçados de extinção constantes do PAN Mogi/Pardo/Sapucaí Mirim/Grande. Lista Federal: espécies constantes no Anexo I da Portaria MMA 445/2014; Lista Estadual: espécies constantes no Decreto Estadual/SP 63.853/2018. Classificação IUCN: <b>CR</b> (criticamente em perigo), <b>EN</b> (Em perigo), <b>VU</b> (Vulnerável), <b>NT</b> (Quase ameaçada), <b>LC</b> (Menos preocupante), <b>DD</b> (Dados insuficientes).....	7
<b>Tabela 2.</b> Locais de coletas (rios e lagoas marginais), coordenadas geográficas, identificação do ponto de coleta e estágio sucessional das lagoas marginais.....	12
<b>Tabela 3.</b> Lista taxonômica das espécies da bacia do Santa Bárbara, bacia do alto rio Paraná, seus acrônimos, número do voucher e locais de coleta (rio ou lagoa).....	36
<b>Tabela 4.</b> Lista de espécies coletadas em rede de espera e peneira no Rio Santa Bárbara, local RSBM1, a montante da Usina Cevasa .....	41
<b>Tabela 5.</b> Lista de espécies coletadas em rede de espera e peneira no Rio Santa Bárbara, local RSBJ1, a montante da Usina Cevasa .....	42
<b>Tabela 6.</b> Espécies coletadas em rede de espera e peneira na Lagoa do Rio Santa Bárbara, margem esquerda - LSBE1 .....	43
<b>Tabela 7.</b> Espécies coletadas em rede de espera e peneira na Lagoa do Rio Santa Bárbara, margem direita - LSBD1 .....	43
<b>Tabela 8.</b> Espécies coletadas em rede de espera e peneira no Rio Santa Bárbara, local RSBM2, a jusante da Usina Cevasa.....	44
<b>Tabela 9.</b> Espécies coletadas em rede de espera e peneira no Rio Santa Bárbara, local RSBJ2, a jusante da Usina Cevasa.....	45
<b>Tabela 10.</b> Espécies coletadas em rede de espera e peneira na Lagoa do Rio Santa Bárbara, margem esquerda - LSBE2 .....	45



<b>Tabela 11.</b> Espécies coletadas em rede de espera e peneira na Lagoa do Rio Santa Bárbara, margem direita - LSBD2 .....	46
<b>Tabela 12.</b> Espécies coletadas em rede de espera e peneira no Rio Potreiro .....	46
<b>Tabela 13.</b> Espécies coletadas em rede de espera e peneira na Lagoa do Rio Potreiro, margem direita - LPD.....	47
<b>Tabela 14.</b> Espécies coletadas em rede de espera e peneira na Lagoa do Rio Potreiro, margem esquerda – LPE .....	48
<b>Tabela 15.</b> Índices ecológicos calculados por meio do Software Primer Permanova 6.0 .....	61
<b>Tabela 16.</b> Testes de Tukey, comparando ambiente (lagoa x rio), apetrecho utilizado (rede de espera x peneira) e estação do ano (seca e chuvoso), apresentando suas diferenças e valor-p, utilizando o pacote vegan e ape no programa estatístico R. ....	63
<b>Tabela 17.</b> Metas do PAN Mogi-Pardo-Grande (com posterior inclusão do Sapucaí-Mirim), com os números de ações determinadas e seus custos estimados. ....	84
<b>Tabela 18.</b> Dados abióticos médios, com desvio padrão, coletados com sonda multiparâmetros Horiba, coletados nos doze pontos selecionados para o estudo. ....	85
<b>Tabela 19.</b> Valores médios dos dados abióticos coletados durante a 1ª campanha, utilizando sonda multiparâmetros Horiba, coletados nos doze pontos selecionados para o estudo.....	85
<b>Tabela 20.</b> Valores médios dos dados abióticos coletados durante a 2ª campanha, utilizando sonda multiparâmetros Horiba, coletados nos doze pontos selecionados para o estudo.....	86
<b>Tabela 21.</b> Valores médios dos dados abióticos coletados durante a 4ª campanha, utilizando sonda multiparâmetros Horiba, coletados nos doze pontos selecionados para o estudo.....	86
<b>Tabela 22.</b> Constância de ocorrência de Dajoz, para os espécimes capturados em rede de espera nos doze pontos selecionados para o estudo, classificados como constantes: $c > 50\%$ ; acessórias, quando $25 < c \leq 50\%$ ; raras, quando $c \geq 25\%$ , .....	87
<b>Tabela 23.</b> Identificação das lagoas marginais da bacia do Rio Santa Bárbara, bacia do Rio Sapucaí Mirim, alto Rio Paraná.....	88

#### IV. Lista de Figuras

- Figura 1.** Localização da bacia do Rio Santa Bárbara dentro da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI-08. Em destaque, a bacia do Rio Santa Bárbara. Fonte: Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Grande - CBH-SMG, disponível em <<http://www.grande.cbh.gov.br/UGRHI8.aspx>> (modificado pelo autor). ..... 4
- Figura 2.** Mapa indicando o limite da área de atuação do Plano de Ação Nacional Mogi/Pardo/Sapucaí-Mirim/Grande – PAN MPSG, com seus principais rios (Fonte: PAN MPSG).. 8
- Figura 3.** Locais de amostragens no Rio Santa Bárbara (RSBM1, RSBJ1, RSBM2 e RSBJ2), quatro lagoas marginais do Rio Santa Bárbara (LSBE1, LSBD1, LSBE2 e LSBD2), no Rio Potreiro (RPM e RPJ) e duas de suas lagoas marginais (LPE e LPD) ..... 11
- Figura 4.** Mapa geomorfológico da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 8 - UGRHI 08, modificado pelo autor. Fonte: CBH-SMG / IPT, Relatório N° 40.672/99..... 17
- Figura 5.** Mapa geológico da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 8 - UGRHI 08 - modificado pelo autor. Fonte: CBH-SMG / IPT, Relatório N° 40.672/99..... 17
- Figura 6.** Mapa climático da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 8 - UGRHI 08 - modificado pelo autor. Fonte: CBH-SMG / IPT, Relatório N° 40.672/99..... 18
- Figura 7.** Bacia do Rio Santa Bárbara, desde sua nascente no município de São Tomaz de Aquino/MG, até desaguar no Rio Sapucaí-Mirim, no município de Patrocínio Paulista/SP. Fonte: Carta temática de Franca, Folha SF-23-V-A, IBGE, 1980 (modificado pelo autor) ..... 19
- Figura 8.** Mapa de uso e ocupação do solo nos municípios de Franca, Patrocínio Paulista e Itirapuã (municípios paulistas que integram a bacia do Santa Bárbara), com destaque para a área de coleta. Fonte: Mapa de uso e ocupação da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 8 - UGRHI 08, 2017 (modificado pelo autor)..... 21

- Figura 9.** Mapa de uso e ocupação do solo da bacia do Rio Santa Bárbara no estado de São Paulo. Fonte: Mapa de uso e ocupação da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 8 - UGRHI 08, 2017, modificado pelo autor. Legenda de cores, vide Figura 8. ....22
- Figura 10.** Área de coleta no Rio Santa Bárbara, a montante da Usina Cevasa - RSBM1 e RSBJ1. Tomada aérea feita por drone à altitude de 986,26 m acima do nível do mar, data da foto: 22/07/2017, às 17:28 hs.....24
- Figura 11.** Lagoa marginal do Rio Santa Bárbara, margem esquerda, montante da Usina Cevasa - LSBE1. Tomada aérea tomada por drone à altitude 988,66 m acima do nível do mar, data da foto: 28/07/2017, às 17:29 hs. ....25
- Figura 12.** Lagoa marginal do Rio Santa Bárbara, margem direita, montante da Usina Cevasa - LSBD1. Tomada aérea feita por drone à altitude de 987,96 m acima do nível do mar, data da foto: 28/07/2017, às 17:31 hs. ....26
- Figura 13.** Área do Rio Santa Bárbara, jusante da Usina Cevasa – RSBM2 e RSBJ2. Tomada aérea feita por drone à altitude de 736,95 m acima do nível do mar, data da foto: 29/07/2017, às 15:21 hs. ....28
- Figura 14.** Lagoa marginal do Rio Santa Bárbara, margem esquerda, jusante da Usina Cevasa - LSBE2. Tomada aérea feita por drone à altitude de 736,95 m acima do nível do mar (zoom), data da foto: 29/07/2017, às 15:21 hs.....29
- Figura 15.** Lagoa marginal do Rio Santa Bárbara, margem direita, jusante da Usina Cevasa - LSBD2. Tomada aérea feita por drone à altitude de 705,1 m acima do nível do mar, data da foto: 30/07/2017, às 14:21 hs.....30
- Figura 16.** Área de coleta no Rio Potreiro – RPM e RPJ. Tomada aérea feita por drone à altitude de 784,98 m acima do nível do mar, data da foto: 31/07/2017, às 15:55 hs.....32
- Figura 17.** Lagoa marginal do Rio Potreiro, margem direita – LPD. Tomada aérea feita por drone à altitude de 783,78 m acima do nível do mar, data da foto: 31/07/2017, às 15:55 hs.....33

<b>Figura 18.</b> Lagoa marginal do Rio Potreiro, margem esquerda – LPE. Tomada aérea feita por drone, altitude não aferida, data da foto: 22/10/2017, às 13:11h. ....	34
<b>Figura 19.</b> Dados abióticos consolidados – Temperatura, pH, Oxigênio Dissolvido e Condutividade – valores médios por cada local de coleta.....	35
<b>Figura 20.</b> Abundância geral, incluindo espécimes capturados com os dois tipos de petrechos (rede de espera e peneira), nos ambientes “Rios” e “Lagoas” . ....	39
<b>Figura 21.</b> Abundância no ambiente "Lagoa" de espécimes capturados com os dois tipos de petrechos (rede de espera e peneira).....	39
<b>Figura 22.</b> Abundância no ambiente "Rio" de espécimes capturados com os dois tipos de petrechos (rede de espera e peneira).....	40
<b>Figura 23.</b> Distribuição por ordens de espécimes capturados com os dois tipos de petrechos (rede de espera e peneira), nos ambientes Rio e Lagoa .....	40
<b>Figura 24.</b> Distribuição por famílias de espécimes capturados com os dois tipos de petrechos (rede de espera e peneira), nos ambientes Rio e Lagoa .....	41
<b>Figura 25.</b> Frequência relativa da CPUE, relacionando famílias e locais de coleta, de espécimes coletados em rede de espera.....	50
<b>Figura 26.</b> <i>Frequência relativa da CPUE, relacionando espécie e locais de coleta, de espécimes coletados em rede de espera .....</i>	51
<b>Figura 27.</b> Abundância total na LPD, de espécimes capturados com os dois tipos de petrechos .....	53
<b>Figura 28.</b> Abundância total na LPE, de espécimes capturados com os dois tipos de petrechos .....	54
<b>Figura 29.</b> Abundância total na LSBD1, de espécimes capturados com os dois tipos de petrechos	54
<b>Figura 30.</b> Abundância total na LSBD2, de espécimes capturados com os dois tipos de petrechos	55
<b>Figura 31.</b> Abundância total na LSBE1, de espécimes capturados com os dois tipos de petrechos.	55
<b>Figura 32.</b> Abundância total na LSBE2, de espécimes capturados com os dois tipos de petrechos.	56
<b>Figura 33.</b> Abundância total no RSBJ1, de espécimes capturados com rede de espera .....	56
<b>Figura 34.</b> Abundância total no RSBJ2, de espécimes capturados com rede de espera .....	57

<b>Figura 35.</b> Abundância total no RSBM1, de espécimes capturados com rede de espera .....	57
<b>Figura 36.</b> Abundância total no RSBM2, de espécimes capturados com rede de espera .....	58
<b>Figura 37.</b> Abundância total no Rio Potreiro, incluindo os dois pontos de coleta (RPM e RPJ) de espécimes capturados com rede de espera .....	58
<b>Figura 38.</b> Representação gráfica da composição de espécies nos eventos de coleta em plano bidimensional por ambiente, tipo de apetrecho utilizado e estação do ano. ....	64
<b>Figura 39.</b> Valores de pH, oxigênio dissolvido e índices de Shannon-Wiener, Margalef e Pielou dos locais de coletas, sendo que os pontos RSBM1 e RSBJ1 foram agrupados para Rio SB Montante e os pontos RSBM2 e RSBJ2 agrupados para Rio SB Jusante .....	70
<b>Figura 40.</b> Fotos de exemplares representativos de algumas das espécies capturadas durante as quatro campanhas realizadas entre 07/2017 e 04/2018, nos rios Santa Bárbara e Potreiro e seis lagoas marginais (escala: 1 cm).....	83

## Sumário

I. Resumo.....	vi
II. Abstract .....	vii
III. Lista de Tabelas .....	viii
IV. Lista de Figuras .....	x
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVOS.....	9
2.1 Objetivo geral.....	9
2.2 Objetivos específicos.....	9
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	10
3.1 Locais de amostragens .....	10
3.2 Composição da ictiofauna .....	12
3.3 Coleta de dados abióticos.....	13
3.4 Registro fotográfico do material biológico coletado.....	14
3.5 Depósito em coleção ictiológica .....	14
3.6 Análises .....	14
3.7 Caracterização da paisagem .....	15
4. RESULTADOS.....	16
4.1 Caracterização geral da bacia do Rio Santa Bárbara.....	16
4.1.1 Mapa de uso e ocupação do solo dos municípios de Franca, Patrocínio Paulista e Itirapuã, no estado de São Paulo.....	20
4.1.2 Lagoas marginais .....	22

4.2	Caracterização dos ambientes .....	23
4.2.1	Rio Santa Bárbara, montante da Usina Cevasa – RSBM1, RSBJ1 .....	23
4.2.2	Lagoa Marginal, Rio Santa Bárbara, margem esquerda – LSBE1 .....	24
4.2.3	Lagoa Marginal, Rio Santa Bárbara, margem direita – LSBD1 .....	25
4.2.4	Rio Santa Bárbara, jusante da Usina Cevasa – RSBM2 e RSMJ2 .....	27
4.2.5	Lagoa Marginal, Rio Santa Bárbara, margem esquerda – LSBE2 .....	28
4.2.6	Lagoa Marginal, Rio Santa Bárbara, margem direita – LSBD2 .....	29
4.2.7	Rio Potreiro – RPM e RPJ .....	31
4.2.8	Lagoa Marginal, Rio Potreiro, margem direita – LPD .....	32
4.2.9	Lagoa Marginal, Rio Potreiro, margem esquerda – LPE .....	33
4.3	Caracterização das comunidades de peixes .....	36
4.3.1	Rio Santa Bárbara, montante da Usina Cevasa – RSBM1 .....	41
4.3.2	Rio Santa Bárbara, montante da Usina Cevasa – RSBJ1 .....	42
4.3.3	Lagoa Marginal, Rio Santa Bárbara, margem esquerda – LSBE1 .....	42
4.3.4	Lagoa Marginal, Rio Santa Bárbara, margem direita – LSBD1 .....	43
4.3.5	Rio Santa Bárbara, jusante da Usina Cevasa – RSBM2 .....	44
4.3.6	Rio Santa Bárbara, jusante da Usina Cevasa – RSBJ2 .....	44
4.3.7	Lagoa Marginal, Rio Santa Bárbara, margem esquerda – LSBE2 .....	45
4.3.8	Lagoa Marginal, Rio Santa Bárbara, margem direita – LSBD2 .....	46
4.3.9	Rio Potreiro .....	46
4.3.10	Lagoa Marginal, Rio Potreiro, margem direita – LPD .....	47
4.3.11	Lagoa Marginal, Rio Potreiro, margem esquerda – LPE .....	47

4.4	Estrutura das comunidades de peixes.....	48
4.4.1	Captura por Unidade de Esforço – CPUE .....	48
4.4.2	Abundância e Riqueza de espécies Margalef .....	52
4.4.3	Equitabilidade de Pielou .....	59
4.4.4	Constância de ocorrência de Dajoz.....	59
4.4.5	Diversidade de Shannon-Wiener .....	60
4.4.6	Dominância de Simpson .....	61
4.4.7	Análise estatística .....	62
5.	DISCUSSÃO.....	65
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	71
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	74
8.	ANEXOS.....	81
8.1	Registro fotográfico dos peixes coletados em redes de espera .....	81
8.2	Ilustração de Tabelas .....	84



## 1. INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica do Rio Santa Bárbara ocupa uma área de 1.013,0 Km<sup>2</sup>, sendo a segunda maior bacia do Nordeste Paulista, com as suas nascentes norte, noroeste e oeste situadas no planalto de Franca. Drena seis municípios: Franca, Patrocínio Paulista e Itirapuã no Estado de São Paulo, além de Ibiraci, São Tomás de Aquino e Capetinga no Estado de Minas Gerais (Vieira, 1985).

O Rio Santa Bárbara, classificado com um rio “Classe 3” pelo Decreto Nº 10.755, de 22/11/1977, do governo do estado de São Paulo, nasce na região das Contendas do município de São Tomás de Aquino, Estado de Minas Gerais, percorrendo 55,5 Km no sentido leste-oeste, até desaguar na margem direita do Rio Sapucaí Mirim. Suas águas correm sobre um leito formado principalmente por rochas magmáticas, em função de sua origem vulcânica (Vieira, 1985), numa região geológica denominada Formação Serra Geral (Figura 5). Os trechos do alto e médio Santa Bárbara apresentam características de um sistema lótico, com diversas corredeiras e cachoeiras, até que, no seu terço final, o rio atinge a planície de inundação, onde serpenteia em inúmeros meandros, em função da baixa velocidade da água. É nesse ambiente que se formam as lagoas marginais, zona propícia para o recrutamento de peixes, especialmente as espécies reofílicas, por possuir locais propícios à desova, oferecendo abrigo contra predadores e grande produção de alimentos (Agostinho et al., 1993).

O Rio Santa Bárbara integra a Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí-Mirim, que abrange uma área aproximada de 9.000 Km<sup>2</sup>, constituída principalmente pelos rios Sapucaí-Mirim, Canoas e do Carmo (Figura 1). Está inserida, por sua vez, na Bacia do Alto Paraná (900.000 Km<sup>2</sup>), região considerada por muitos autores como uma província ictiofaunística natural (Géry, 1969) devido às características de sua formação geológica, favorável a significativo endemismo para alguns grupos de peixes (Castro et al., 2003). De acordo com Agostinho et al. (1999), nos limites atuais da província do Paraná superior, incluindo os trechos acima das cataratas do Iguaçu, já foram registradas mais de 250 espécies de peixes. Estimativas em vigor elevam esse número para mais de 310 na extensão brasileira da bacia do Alto Paraná (Langeani et al., 2007), sendo que, desse total, já foi comprovada

a ocorrência de 166 espécies no Estado de São Paulo (Castro e Menezes, 1998). Calcula-se que existam em águas doces neotropicais cerca de 8.000 espécies de peixes, ou seja, 24% de todas as existentes na Terra, o que corresponde a 1/8 da biodiversidade geral do planeta (Vari e Malabarba, 1998).

A bacia do Rio Santa Bárbara apresenta diversas zonas de alagamento, que abrigam vários habitats aquáticos e de transição de aquático para terrestre. Com isso, as características químicas, físicas e biológicas desse ecossistema e toda sua fauna e flora sofrem a influência direta dos alagamentos: o potencial de descarga do rio e a área de alagamento é o que controlam esses ambientes, cujas mudanças influenciam de diferentes formas as lagoas formadas às suas margens.

A heterogeneidade de habitats em planícies de inundação, decorrentes de cheias sazonais, proporciona considerável variedade de recursos e abrigo contra predadores, favorecendo a diversidade de espécies adaptadas às flutuações periódicas do nível da água (Lowe-McConnell, 1999). A planície de inundação compreende a zona em que os rios, em seu período de maior fluxo, extravasam suas águas e aumentam a conectividade com o meio terrestre. Junk e colaboradores (1989) desenvolveram o conceito de pulso de inundação para explicar o papel das áreas alagáveis nos sistemas lóticos, especialmente para os rios que possuem planícies de inundação. Em regiões tropicais, as superfícies alagadas são muito importantes, por incorporarem grande parte da matéria orgânica particulada fina, degradada por organismos terrestres, no período de pulso.

Nas planícies de inundação, a ação do pulso hidrológico tem efeito fundamental na biodiversidade. Segundo Ward e colaboradores (1999), a conectividade entre ambientes lacustres laterais na planície de inundação é determinante na riqueza de espécies. Apesar de ainda haver incertezas quanto aos fatores que desencadeiam a maturação e estimulam a reprodução de peixes, acredita-se que as mudanças de parâmetros físicos, como temperatura, condutividade e fluxo, afetem de formas diferentes cada espécie (Vazzoler et al., 1999).

As planícies de inundação ocorrem em trechos onde a declividade do percurso do rio é extremamente pequena e as terras contíguas exibem topografia plana e com gradiente pouco

acentuado. Uma série de corpos d'água pode ser reconhecida na planície de inundação: a) o canal principal e os canais secundários (*eupotamon*), b) os “braços mortos” com uma conexão com o canal principal ou secundário do rio (*parapotamon*), c) os segmentos entrelaçados com o rio que podem se apresentar desconectados (*plesiopotamon*) e d) os meandros abandonados, desconectados do rio, situados em locais mais distantes do corpo d'água principal (*paleopotamon*) (Ward & Stanford, 1995).

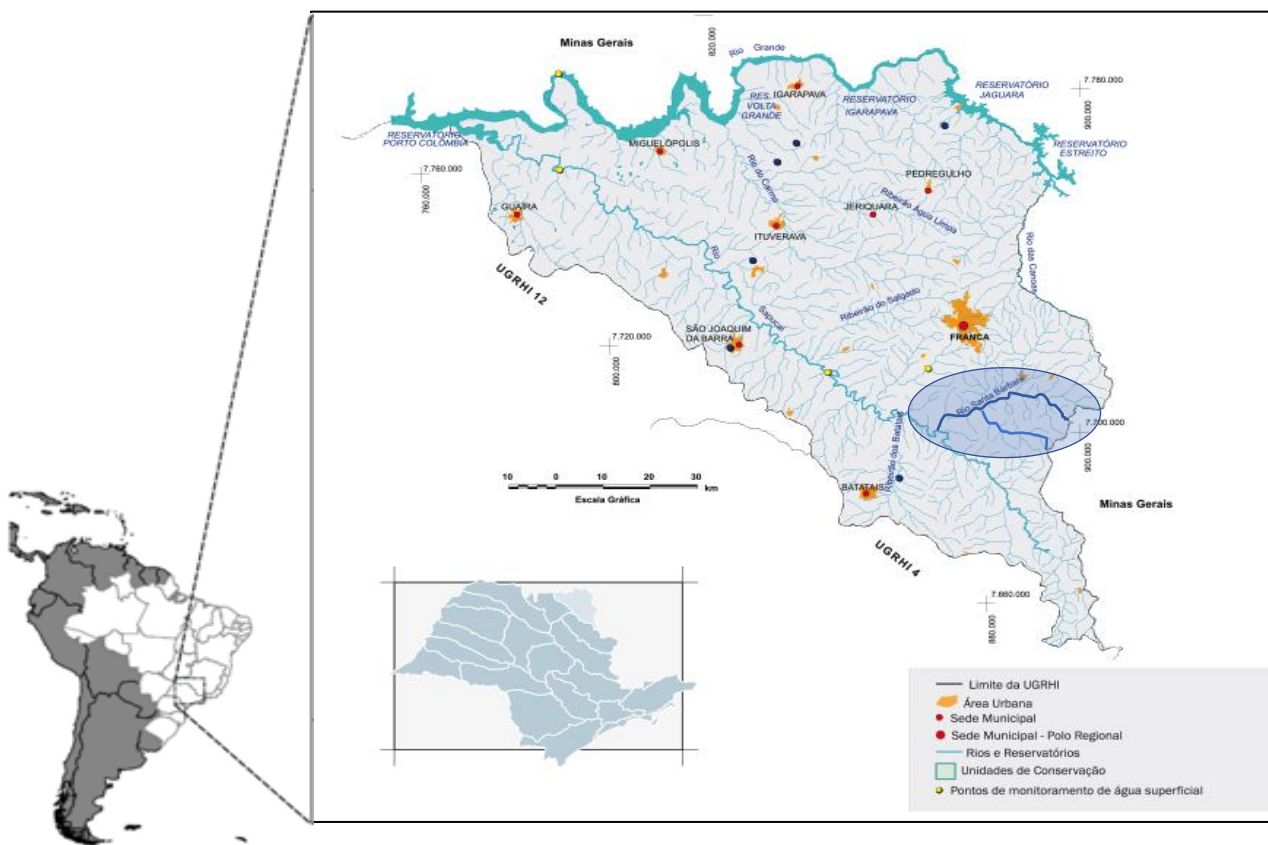
O sistema hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio Santa Bárbara revela áreas de inundação, caracterizadas pela existência de diversos habitats aquáticos e transacionais entre o ambiente aquático e o terrestre (ecótonos), que se diferenciam quanto à morfometria e ao grau de comunicação com o rio. O pulso de descarga do rio, ou pulso de inundação, é a principal força controladora nesses ambientes, cuja oscilação influencia - de diferentes maneiras - os lagos formados ao longo de seu percurso, e por consequência, os aspectos químicos e físicos e toda a sua biota associada sofrem influência do pulso de inundação.

Ao longo da história, as pessoas serviram-se dos rios como vias de penetração para o interior, facilitando o crescimento de aglomerados urbanos e áreas cultivadas, uma vez que a água é recurso fundamental para a sobrevivência humana. Dessa forma, os rios espelham - de maneira indireta - as condições naturais e as atividades humanas desenvolvidas na bacia hidrográfica, sofrendo alterações, efeitos e/ou impactos em suas características físicas e biológicas, em função da escala e intensidade de mudanças nesses dois elementos (IPT, 1996).

A região do Rio Santa Bárbara, originalmente ocupada pelos índios Caiapós, começa a ser dominada por exploradores de riquezas no início do século XIX, quando grupos de garimpeiros oriundos de Minas Gerais se fixam na região em busca de diamante: é especialmente às margens do Rio Santa Bárbara que estão as ricas jazidas do precioso cristal e os seus solos mais férteis (Felix, 2012).

As modificações ocorridas nesse ecossistema, rio e lagoas marginais, acentuaram-se, principalmente, a partir da década de 1.950, decorrentes do aumento da densidade demográfica, pressionando sobremaneira a exploração de seus recursos naturais. Dentre os principais eventos que

contribuíram para essas alterações ambientais, podem-se destacar o uso do solo para a agricultura, o desmatamento ciliar, a degradação de lagoas marginais, o lançamento de efluentes urbanos e industriais e os grandes barramentos realizados no Rio Grande, para fins de geração de energia elétrica, que excluíram significativa área do ecossistema original que compreendia os sistemas denominados rios-planícies de inundação (Junk et al., 1989), anteriormente utilizados para as migrações tróficas e reprodutivas das espécies reofilicas. Dessa forma, tais impactos podem ter refletido, ao longo do tempo, na composição da fauna e da flora regionais e, conseqüentemente, nos organismos aquáticos.



**Figura 1.** Localização da bacia do Rio Santa Bárbara dentro da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI-08. Em destaque, a bacia do Rio Santa Bárbara. Fonte: Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Grande - CBH-SMG, disponível em <<http://www.grande.cbh.gov.br/UGRHI8.aspx>> (modificado pelo autor).

A bacia hidrográfica engloba um conjunto de unidades estruturais, destacando-se as formas de relevo representadas pelas vertentes e as relacionadas diretamente com os canais fluviais

(Christofolletti, 2000). A água superficial drenada pela bacia atinge as partes mais rebaixadas do terreno formando os corpos d'água, os quais, conseqüentemente, respondem tanto às influências de fatores naturais, quanto às alterações antrópicas sobre esses fatores. Assim, como sugerido por Brigante e Espíndola (2003), o estudo das características fisiográficas da bacia hidrográfica, bem como seu uso e ocupação, tornam-se importantes para avaliação da degradação ambiental nela existente. A identificação dos padrões espaciais das lagoas marginais ao longo da Bacia Hidrográfica do Rio Santa Bárbara, e suas relações com o corpo d'água principal, são fundamentais para o entendimento das complexas relações que se estabelecem nesse sistema.

Além dos aspectos fisiográficos da bacia hidrográfica, é de suma importância avaliar o impacto causado pela interação antrópica nesse ambiente. Desde o início da revolução industrial, vivemos um período em que a humanidade assume o controle dos ciclos biogeoquímicos do planeta (Crutzen, 2002). Essa era é chamada de Antropoceno ou a época geológica dominada pela humanidade, já que o fator antrópico é o principal vetor de mudança sistêmica e nos distancia da estabilidade do Holoceno, época que apresentou pequena oscilação dos parâmetros biogeoquímicos e atmosféricos, permitindo o desenvolvimento e crescimento da civilização humana (Viola e Franchini, 2012). Atualmente temos avançado significativamente sobre os limites de suporte do planeta, ou “limites planetários”: as alterações climáticas, a forma de uso da água potável, as mudanças no uso da terra e a taxa de perda da biodiversidade são fatores que empurram o planeta para fora da sua zona de estabilidade holocênica (Rockström et al., 2015).

As principais causas associadas à perda de biodiversidade nos tempos atuais são a fragmentação de ambientes naturais, por sua utilização para agricultura, pecuária, expansão urbana ou produção de energia elétrica (formação de lagos para hidrelétricas), além das várias formas de degradação ambiental (solo, ar, água). O segundo fator mais relevante para a queda da biodiversidade, é a introdução de espécies exóticas (Machado et al., 2008), já que elas possuem vantagens competitivas e ausência de predadores naturais, podendo dominar nichos ocupados pelas nativas.

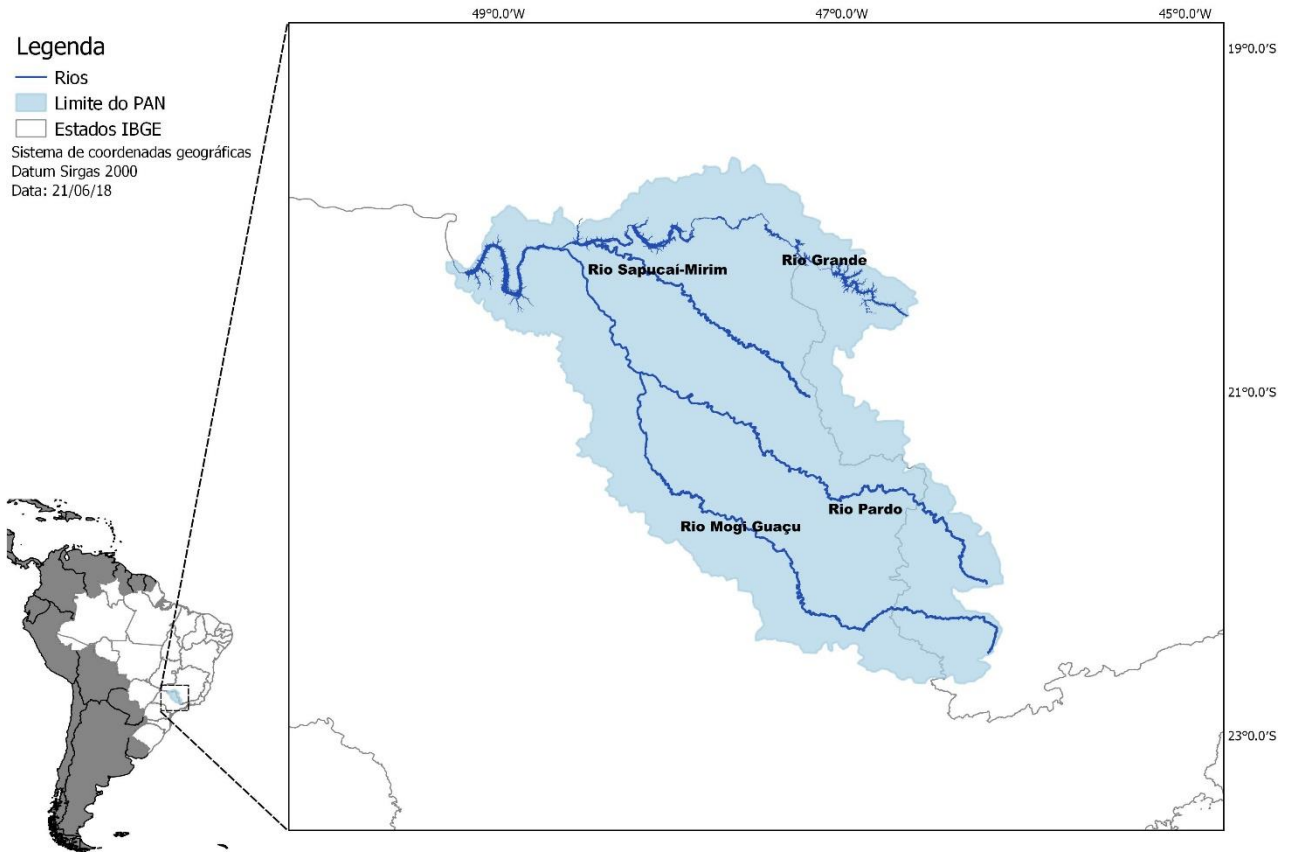
Durante a 10ª Conferência das Partes da Convenção sobre Diversidade Biológica – COP-10, realizada na cidade de Nagoya, Província de Aichi, Japão, foi aprovado o Plano Estratégico de Biodiversidade para o período de 2011 a 2020, com um total de 5 objetivos estratégicos e 20 metas, conhecidas como Metas de Aichi, visando deter a perda de biodiversidade do planeta. A fim de atender a Meta 17 e o Objetivo Estratégico E – “*Aumentar a implementação por meio de planejamento participativo, gestão de conhecimento e capacitação*” – o governo brasileiro, por meio do Ministério do Meio Ambiente, instituiu 64 Planos de Ação Nacional para Conservação de Espécies Ameaçadas de Extinção (PANs), sendo instrumentos de gestão para o ordenamento e a priorização de ações para a conservação da biodiversidade – todos conduzidos pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio – autarquia vinculada ao Ministério do Meio Ambiente, com o intuito de combater a extinção de espécies (ICMBio, 2019).

Com o objetivo geral de recuperar a fauna aquática, enfatizando-se os peixes ameaçados de extinção da bacia dos rios Mogi-Mirim, Pardo e Grande, foi instituído por meio da Portaria ICMBio nº 23, de 17 de fevereiro de 2012, o Plano de Ação Nacional para a Conservação das Espécies Ameaçadas da Fauna Aquática do Ecossistema Mogi, Pardo e Grande – PAN Mogi/Pardo/Grande (ICMBio, 2019). A partir da reunião da segunda monitoria do PAN Mogi/Pardo/Grande, a sua área de abrangência foi aumentada com a inclusão da bacia do Rio Sapucaí-Mirim (Figura 2). Em janeiro de 2017, o ICMBio atualizou o PAN Mogi/Pardo/Grande, com a edição da Portaria Icmbio nº 20, de 16/01/2017, publicada no Diário Oficial da União em 19/01/2017, incluindo agora a bacia do Rio Sapucaí Mirim, passando à denominação de PAN Mogi/Pardo/Sapucaí-Mirim/Grande ou PAN MPSG e atualizando a lista de espécies alvo do plano de ação (Tabela 1).

**Tabela 1.** Lista de espécies de peixes ameaçados de extinção constantes do PAN Mogi/Pardo/Sapucaí Mirim/Grande. Lista Federal: espécies constantes no Anexo I da Portaria MMA 445/2014; Lista Estadual: espécies constantes no Decreto Estadual/SP 63.853/2018. Classificação IUCN: **CR** (criticamente em perigo), **EN** (Em perigo), **VU** (Vulnerável), **NT** (Quase ameaçada), **LC** (Menos preocupante), **DD** (Dados insuficientes)

PORTARIA ICMBio N° 20, de 19/01/2017 (PAN MPSG)				
	Nome popular	Taxon	Lista Federal	Lista Estadual
1	Ituí ou Sarapó	<i>Apteronotus acidops</i> (Triques 2011)	EN	-
2	Piracanjuba ou Bracanjuba	<i>Brycon orbignyanus</i> (Valenciennes, 1850)	EN	CR
3	Bagrinho de Emas	<i>Chasmocranus brachynema</i> (Gomes & Schubart, 1958)	EN	VU
4	Pacu prata	<i>Myleus tiete</i> (Eigenmann & Norris, 1900)	EN	VU
5	Guarú listrado do cerrado ou Barrigudinho	<i>Phallotorynus jucundus</i> (Ihering, 1930)	EN	EN
6	Surubim letra	<i>Steindachneridion scriptum</i> (Miranda-Ribeiro, 1918)	EN	EN
7	Ituí corcunda	<i>Sternarchella curvioperculata</i> (Godoy, 1968)	EN	VU
8	Piabinha ou Lambari	<i>Aphyocheirodon hemigrammus</i> (Eigenmann, 1915)	VU	LC
9	Pirapitinga do Paraná	<i>Brycon nattereri</i> (Gunther, 1864)	VU	CR
10	Curimatá de lagoa	<i>Prochilodus vimboides</i> (Kner, 1859)	VU	VU
11	Lambarizinho do rabo vermelho	<i>Astyanax trieythopterus</i> (Godoy, 1970)	DD	-
12	Rebeca	<i>Bunocephalus larai</i> (Ihering, 1930)	DD	VU
13	Bagre sapo	<i>Glanidium cesarpinto</i> (Ihering, 1928)	DD	DD
14	Mandi chorão ou Mandizinho	<i>Pimelodella boschmai</i> (Van der Stigchel, 1910)	DD	LC
15	Mandi chorão ou Mandizinho	<i>Pimelodella meeki</i> (Eigenmann, 1910)	DD	DD
16	Cascudo	<i>Hypostomus fluviatilis</i> (Schubart, 1964)	DD	
17	Cascudo	<i>Hypostomus tietensis</i> (Ihering, 1905)	DD	LC
18	Cascudo	<i>Hypostomus topavae</i> (Godoy, 1969)	DD	LC
19	Peixe sapo ou Bagre sapo	<i>Pseudopimelodus mangurus</i> (Valenciennes, 1840)	-	VU
20	Jaú	<i>Zungaro jahu</i> (Ihering, 1898)	NT	EN
21	Dourado	<i>Salminus brasiliensis</i> (Cuvier, 1816)	-	NT

Das 21 espécies alvos do PAN incluídas na Portaria ICMBio n° 20/2017, dez delas constam da Lista Nacional de Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção, divulgadas por meio da Portaria MMA N° 445/2014, sendo sete classificadas como **Em Perigo (EN)** e três como **Vulnerável (VU)**, além de outras oito caracterizadas nacionalmente como **Dados Insuficientes (DD)**. Foram incluídas também três espécies listadas no Decreto Estadual SP 63.853/2018, que compõem o Livro Vermelho da Fauna Ameaçada no Estado de São Paulo.



**Figura 2.** Mapa indicando o limite da área de atuação do Plano de Ação Nacional Mogi/Pardo/Sapucaí-Mirim/Grande – PAN MPSG, com seus principais rios (Fonte: PAN MPSG).



## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Fazer o diagnóstico da ictiofauna do baixo Rio Santa Bárbara, do trecho médio do Rio Potreiro e seis de suas lagoas marginais (quatro lagoas do Rio Santa Bárbara e duas lagoas do Rio Potreiro), a caracterização do grau de antropização da paisagem do entorno dos locais selecionados e da bacia hidrográfica do Rio Santa Bárbara.

### **2.2 Objetivos específicos**

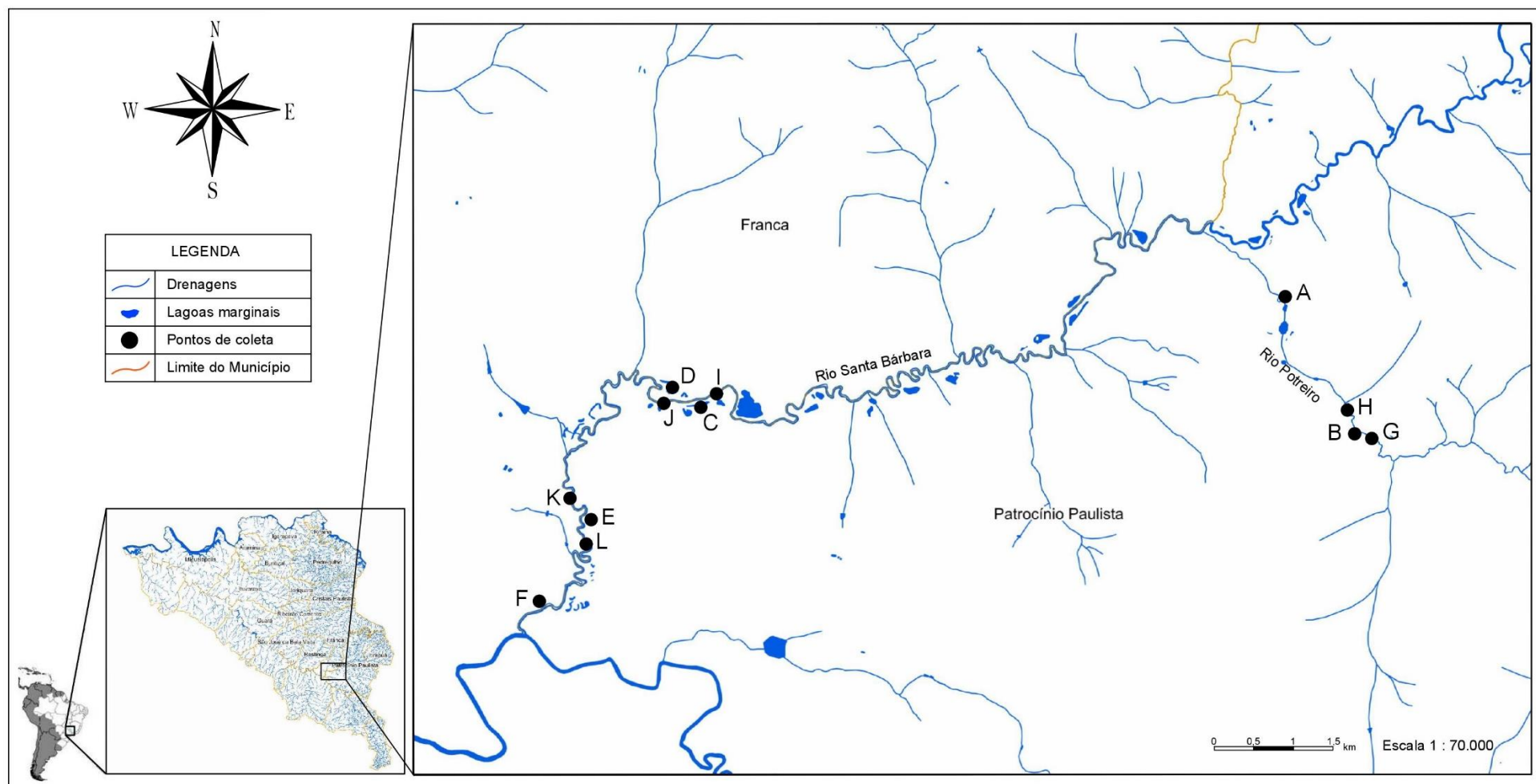
- I. Mapear os padrões espaciais das lagoas selecionadas;
- II. Caracterizar a paisagem e os principais usos do solo da bacia do Rio Santa Bárbara;
- III. Identificar a composição da ictiofauna nativa e exótica nas lagoas marginais amostradas;
- IV. Propor medidas de mitigação da introdução da ictiofauna não nativa presente nesses ambientes;
- V. Propor diretrizes de conservação, proteção e preservação para políticas públicas.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Locais de amostragens**

As coletas foram realizadas em quatro pontos do Rio Santa Bárbara, em dois do Rio Potreiro, em quatro lagoas marginais do Rio Santa Bárbara (duas na margem esquerda e duas na margem direita) e em duas lagoas do Rio Potreiro (uma na margem esquerda e outra na margem direita), ilustrado na Figura 3. Os locais de coleta, com as respectivas coordenadas geográficas estão descritos na Tabela 2. Foram selecionadas duas áreas no Rio Santa Bárbara, uma a montante e outra a jusante de uma usina de açúcar e álcool, a fim de verificar se há alguma interferência desse empreendimento nos sítios estudados. A intenção de incorporar o Rio Potreiro ao presente estudo se deve ao fato dele estar numa região mais protegida da ação antrópica, tanto do cultivo da cana-de-açúcar, principal cultura da região, quanto do lançamento de efluentes domésticos e industriais.

As lagoas foram escolhidas em função da sua representatividade para o ambiente, sendo todas perenes, porém em estágios sucessionais distintos (inicial, médio e avançado). Durante a campanha de dezembro/2017, período chuvoso, foi possível verificar que todas possuem comunicação com o rio, mesmo que apenas em momentos de cheia.



**Figura 3.** Locais de amostragens no Rio Santa Bárbara (RSBM1, RSBJ1, RSBM2 e RSBJ2), quatro lagoas marginais do Rio Santa Bárbara (LSBE1, LSB1, LSBE2 e LSB2), no Rio Potreiro (RPM e RPJ) e duas de suas lagoas marginais (LPE e LPD)

**Tabela 2.** Locais de coletas (rios e lagoas marginais), coordenadas geográficas, identificação do ponto de coleta e estágio sucessional das lagoas marginais

Ponto de amostragem	Coordenadas geográficas	Identificação do ponto de coleta	Estágio Sucessional
1. LPD	20°43'19"S; 47°21'31"O	Lagoa Potreiro Margem Direita	Inicial
2. LPE	20°44'14"S; 47°21'00"O	Lagoa Potreiro Margem Esquerda	Inicial
3. LSBE1	20°44'01"S; 47°25'47"O	Lagoa Santa Bárbara Margem Esquerda 1	Inicial
4. LSBD1	20°43'53"S; 47°26'00"O	Lagoa Santa Bárbara Margem Direta 1	Médio
5. LSBE2	20°44'48"S; 47°26'37"O	Lagoa Santa Bárbara Margem Esquerda 2	Médio, com interferência antrópica
6. LSBD2	20°45'20"S; 47°26'59"O	Lagoa Santa Bárbara Margem Direta 2	Avançado
7. RPM	20°43'25"S; 47°21'33"O	Rio Potreiro Montante	
8. RPJ	20°43'15"S; 47°21'38"O	Rio Potreiro Jusante	
9. RSBM1	20°43'55"S; 47°25'42"O	Rio Santa Bárbara Montante 1	
10. RSBJ1	20°43'58"S; 47°26'00"O	Rio Santa Bárbara Jusante 1	
11. RSBM2	20°44'41" S; 47°26'43"O	Rio Santa Bárbara Montante 2	
12. RSBJ2	20°44'52"S; 47°26'41"O	Rio Santa Bárbara Jusante 2	

### 3.2 Composição da ictiofauna

Efetivaram-se quatro campanhas ao longo da pesquisa, sendo duas em período de seca e duas em período chuvoso. As campanhas da estação seca ocorreram durante os meses de julho e agosto de 2017 e em setembro de 2017; já as do período chuvoso ocorreram em dezembro de 2017 e entre março e abril de 2018.

As capturas foram feitas com redes de emalhar (rede de espera) com as malhas de 3, 4, 6, 7, 8, 10, 12 e 14 cm entre nós opostos, todas com 10 m de comprimento e 1,5 m de altura. As redes foram instaladas sempre ao entardecer (entre 16 e 18h) e retiradas na manhã do dia seguinte (entre

07h e 09 h). O tempo de exposição das redes foi em média de quinze horas, e a despesca executada somente no ato da retirada das redes.

Com o intuito de ampliar o conhecimento da composição de espécies de pequeno porte, foram realizadas amostragens com peneiras de 80 x 120 cm (30 repetições), junto às margens de todas as lagoas marginais selecionadas.

Para fins de identificação dos espécimes foram mobilizadas diferentes fontes disponíveis, tais como as chaves de identificação elaboradas por Britski et al., 1988; Reis et al., 2003; Castro et al., 2004 e Langeani et al., 2007 e Ota et al., 2018. As medidas de comprimento total e padrão (cm) e a massa (g) de todos os espécimes capturados, tanto em rede de espera quanto em peneira, foram tomadas por meio de ictiômetro ou paquímetro e balança digital.

Todos os indivíduos capturados em rede de espera foram separados em lotes mono-específicos, etiquetados por ponto, com anotação da data de coleta e rede de captura e da equipe coletora. Parte da amostra foi fixada em formalina 10% para identificação por especialista e futura transferência para coleções ictiológicas (Uieda e Castro, 1999) e o restante foi congelado para servir de banco de amostras de material genético junto ao Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade Aquática Continental, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio/CEPTA. Os espécimes capturados em peneira foram fixados em formalina a 10%, etiquetados por ponto e data de coleta e após 24 horas, transferidos para etanol a 70% e remetidos para identificação por especialistas e também para compor coleções ictiológicas.

### **3.3 Coleta de dados abióticos**

Com a finalidade de avaliar a existência de relação entre fatores abióticos e bióticos, tais como riqueza, equitabilidade, abundância e diversidade, foram coletados os dados de temperatura, pH, condutividade e oxigênio dissolvido de todos os locais amostrados em três das quatro campanhas, utilizando sonda multiparâmetros Horiba, modelo U5000G.

### 3.4 Registro fotográfico do material biológico coletado

O registro fotográfico – por meio de câmera fotográfica digital Canon, EOS 5D Mark II, com lente de 50 mm, tripé, escala métrica e fundo azul padronizado – ocorreu logo após a coleta, antes do congelamento ou da fixação em formalina, para documentar as cores reais das espécies.

### 3.5 Depósito em coleção ictiológica

Amostras testemunhos foram depositadas na coleção de peixes do Laboratório de Ictiologia de Ribeirão Preto/SP – LIRP/USP, credenciado pelo Ministério do Meio Ambiente como Fiel Depositário de Amostras do Patrimônio Genético, sob a curadoria do Professor Ricardo Macedo Corrêa e Castro.

### 3.6 Análises

Quanto à origem das espécies identificadas, tomou-se por referência o padrão proposto por Langeani et al. (2007), classificando-as, então, como: autóctones (nativas da bacia), alóctones (oriundas de outras bacias brasileiras) e exóticas (originárias de bacias de outros países).

Foram calculados os principais índices ecológicos, como índice de riqueza Margalef, de diversidade Shannon-Wiener, equitabilidade de Pielou e de dominância de Simpson por meio do software estatístico Primer-Permanova 6.0 (Tabela 15). A Captura por unidade de esforço – CPUE – e constância de captura de Dajoz foram calculadas utilizando o software Excel e são apresentadas nas Figuras 25 e 26 e na Tabela 22, em Anexo.

Com o objetivo de verificar se houve diferenças entre os períodos de chuva e seca, entre os ambientes “rio” e “lagoa” e entre os dois aparatos de coleta, foi realizada uma Análise de Coordenadas Principais (PCoA), baseada na distância de Bray-Curtis, utilizando o pacote *vegan* (Oksanen et al. 2018) e *ape* (Paradis et al. 2004) implementados no programa estatístico R (R Core Team 2018). Para análise de significância estatística, foi realizada uma análise de variância

multivariada (MANOVA) considerando como variáveis dependes os dois primeiros eixos da PCoA, e como variável independente o fator que incluía as localidades, períodos e apetrecho. Foi utilizado testes *post-hoc* de Tukey para análise das diferenças entre níveis dos fatores.

### **3.7 Caracterização da paisagem**

A distribuição espacial das lagoas marginais ao longo do rio em estudo foi feita a partir das informações contidas nas Cartas do Brasil do IBGE (cartas topográficas, escala 1:50000) e da análise de imagens de satélite (Click Bird 2013).

Todos os pontos de coleta foram fotografados, no nível do solo e por tomada aérea. Para as fotos em solo recorreu-se à câmera fotográfica digital Canon, EOS 5D Mark II, com lente de 50 mm, e as fotografias aéreas foram feitas por meio do Drone Phantom IV.

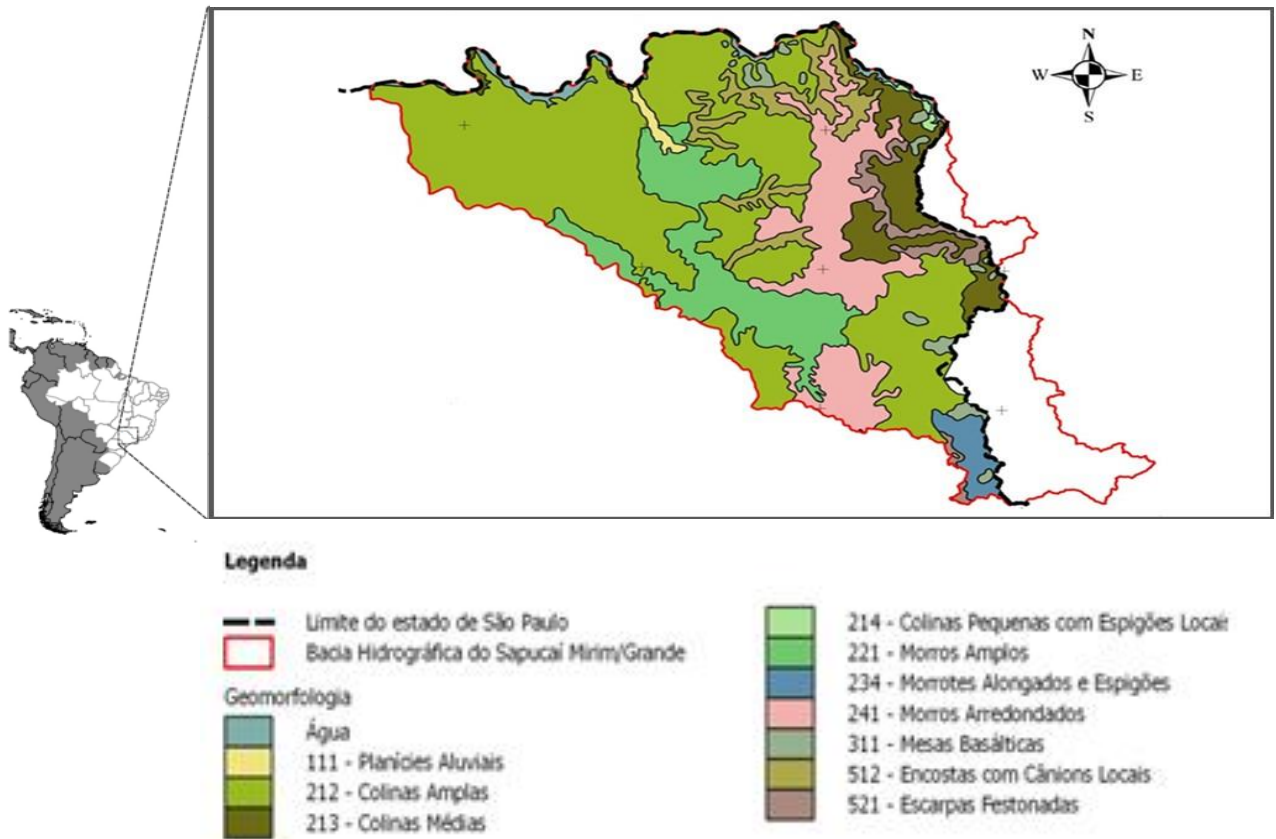
Foram utilizados os mapas geomorfológico, geológico e climático obtidos junto ao Comitê de Bacia da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 8 – UGHRI 08. Para a confecção do mapa de uso e ocupação de solo foram consideradas as imagens de satélite Click Bird, ano 2013, tratadas no software ArcGis.

## 4. RESULTADOS

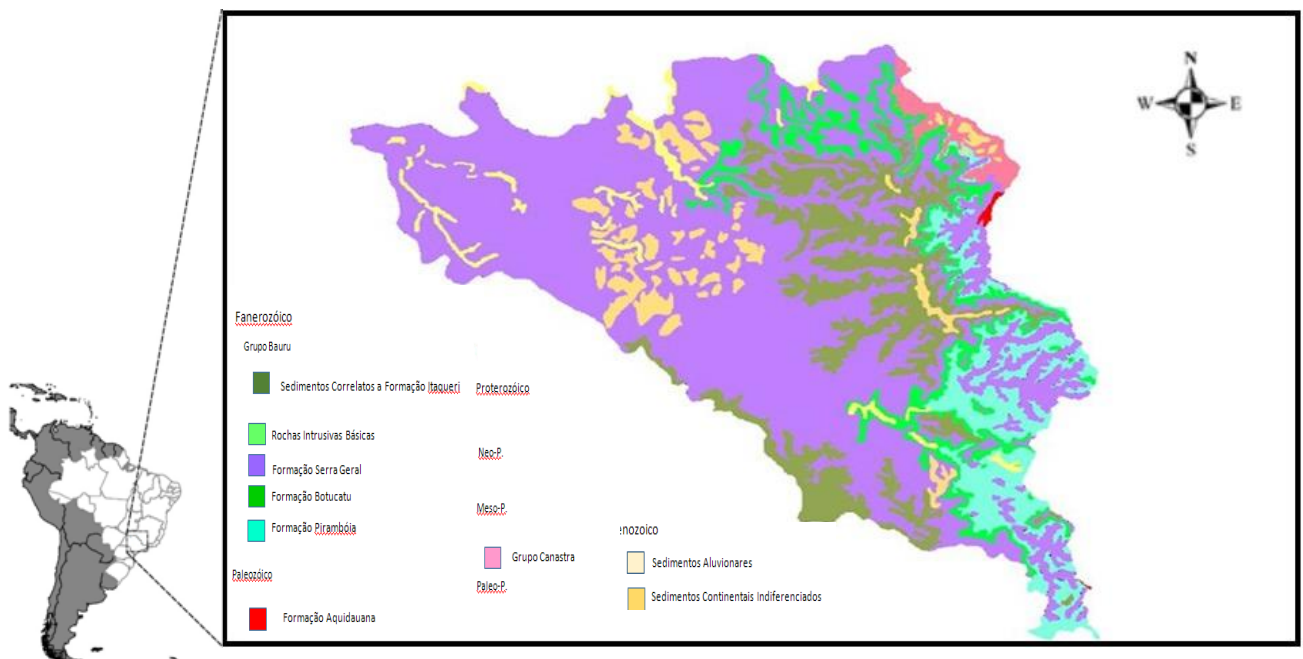
### 4.1 Caracterização geral da bacia do Rio Santa Bárbara

A bacia hidrográfica do Rio Santa Bárbara apresenta diferentes características topográficas ao longo do seu percurso, como mostra a carta planialtimétrica (Figura 7). Segundo Vieira (1985), a região está localizada numa área de colinas amplas, na sua maior extensão, sendo que o seu terço inicial ocupa um trecho de colinas médias (Figura 4). O Rio Santa Bárbara nasce a 1.150 m de altitude até desembocar no Rio Sapucaí-Mirim a 650 m. Nos trechos do alto e médio Santa Bárbara, em função das suas características geomorfológicas, observa-se um regime lótico mais intenso, com diversas corredeiras, cachoeiras e formação de pedrais. É apenas no seu terço final, nos últimos 20 Km, quando seu leito atinge a planície de inundação, região de relevo plano, com baixa velocidade de suas águas, que se formam incontáveis meandros, que após eventos de cheias e vazantes, podem ser desconectados total ou parcialmente do leito principal do rio, conforme sua dinâmica fluvial, dando origem assim às lagoas marginais, sejam elas temporárias ou permanentes (Figura 5). É especialmente essa região, por fornecer abrigo contra predadores e alimentação farta, que os peixes elegem para procriação. A região é abrangida basicamente por dois tipos climáticos, Quente com inverno seco – Cwa – e Temperado com inverno seco – Cwb –, segundo a classificação de Köppen-Geiger (Figura 6). A temperatura média na região varia de 18°C a 22°C.

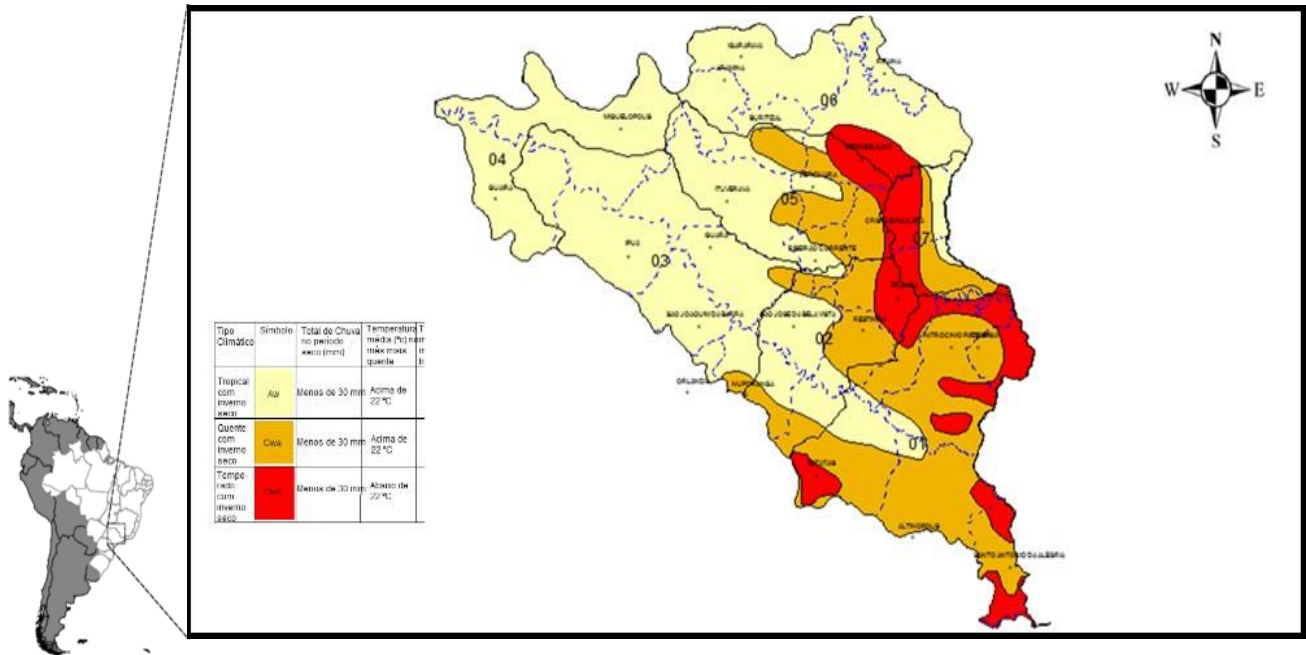




**Figura 4.** Mapa geomorfológico da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 8 - UGRHI 08, modificado pelo autor. Fonte: CBH-SMG / IPT, Relatório N° 40.672/99.



**Figura 5.** Mapa geológico da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 8 - UGRHI 08 - modificado pelo autor. Fonte: CBH-SMG / IPT, Relatório N° 40.672/99.

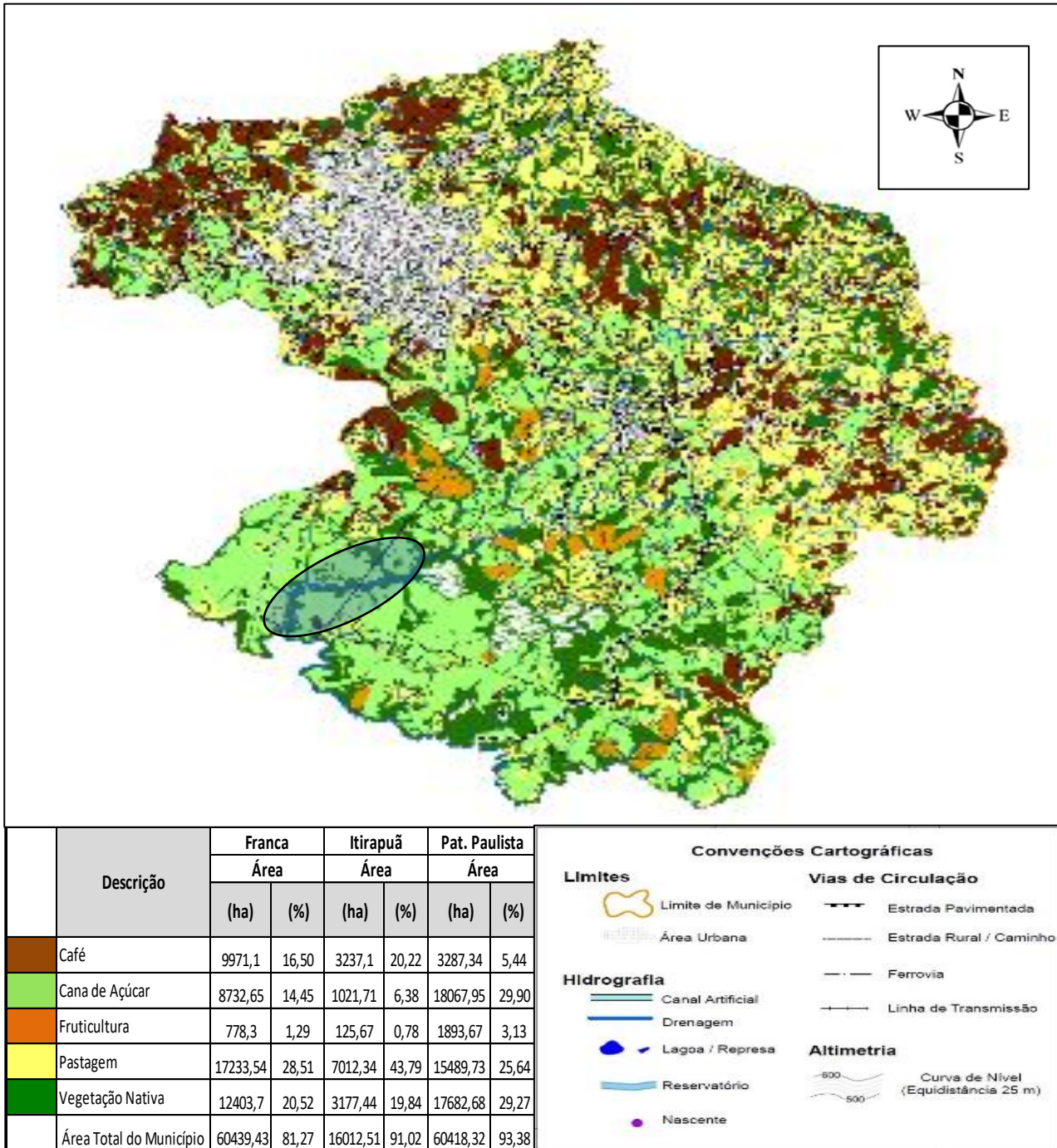


**Figura 6.** Mapa climático da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 8 - UGHRI 08 - modificado pelo autor. Fonte: CBH-SMG / IPT, Relatório N° 40.672/99.

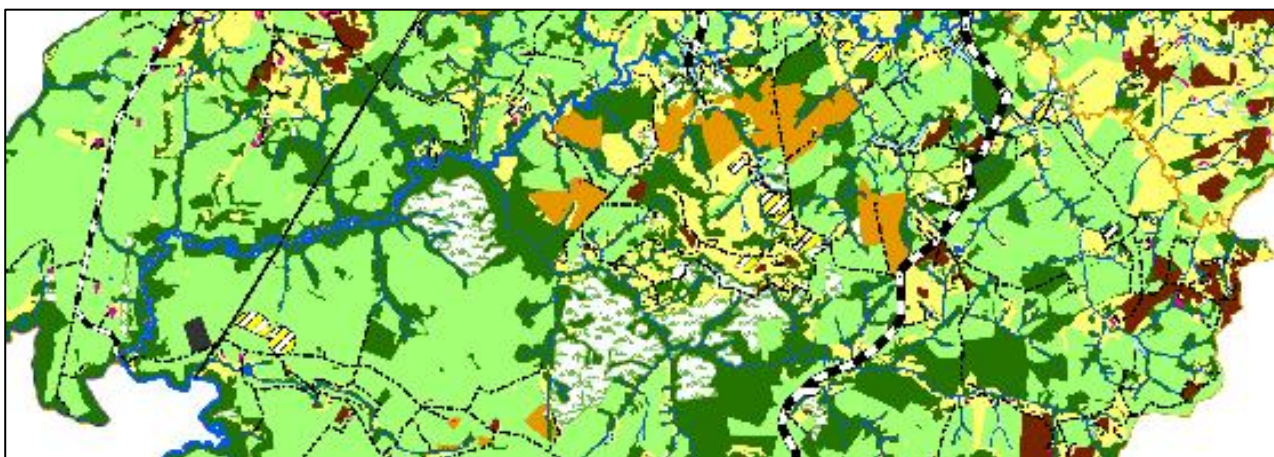


#### **4.1.1 Mapa de uso e ocupação do solo dos municípios de Franca, Patrocínio Paulista e Itirapuã, no estado de São Paulo**

A bacia do Santa Bárbara está amplamente dominada pela cultura da cana-de-açúcar, principalmente nos seus terços médio e final. No seu terço inicial, desde a nascente e adentrando o estado de São Paulo, predomina a pastagem, com áreas de cultivo de cana-de-açúcar. Como pode ser visto na Figura 8 – um recorte da bacia do Sapucaí-Mirim, abrangendo os municípios paulistas de Franca, Patrocínio Paulista e Itirapuã – a pastagem ocupando 29% da área dos três municípios, a cana-de-açúcar, 20%, e o café, 12%, são as principais culturas, restando apenas alguns bolsões de vegetação nativa (24%), especialmente no entorno dos corpos hídricos (CBH Grande, 2017). Na área eleita para o estudo, o seu terço final, a ocupação pela cana-de-açúcar é quase total, fato relacionado à instalação de uma usina de açúcar e álcool próxima à foz do Rio Santa Bárbara (Figura 9).



**Figura 8.** Mapa de uso e ocupação do solo nos municípios de Franca, Patrocínio Paulista e Itirapuã (municípios paulistas que integram a bacia do Santa Bárbara), com destaque para a área de coleta. Fonte: Mapa de uso e ocupação da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 8 - UGRHI 08, 2017 (modificado pelo autor).



**Figura 9.** Mapa de uso e ocupação do solo da bacia do Rio Santa Bárbara no estado de São Paulo. Fonte: Mapa de uso e ocupação da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 8 - UGRHI 08, 2017, modificado pelo autor. Legenda de cores, vide Figura 8.

#### 4.1.2 Lagoas marginais

Durante o levantamento foram identificadas 65 lagoas marginais (Tabela 23, no Anexo), subdivididas em:

- 43 lagoas permanentes (PR): conservam-se cheias durante todo o ano (períodos seco e chuvoso),
- 19 lagoas temporárias (TM): conservam-se cheias apenas no período chuvoso;
- 3 meandros abandonados: antigos meandros fluviais que se desconectaram da calha principal do rio devido à dinâmica fluvial, sucessão do processo erosivo e deposição ao longo de seu curso, podendo ser também lagoas marginais em estágio de sucessão ecológica avançado ou estágio inicial de floresta de brejo.

As lagoas marginais, formadas pelas sucessões da dinâmica fluvial em seus meandros, ocupam a área de inundação da bacia do Rio Santa Bárbara. Rico em matéria orgânica, o solo nessa região possui característica hidromórfica, com sedimentos provenientes de solos arenosos e argilosos. A vegetação dominante do entorno das lagoas é de floresta paludosa em vários estágios de sucessão

ecológica, desde fisionomia herbáceo-arbustiva até árvores com altura acima de 10 metros. Floresta paludosa, também conhecida como mata-de-brejo, é característica de solos hidromórficos, onde a presença de água é quase permanente, em função do afloramento do lençol freático (Torres et al., 1994).

## **4.2 Caracterização dos ambientes**

### **4.2.1 Rio Santa Bárbara, montante da Usina Cevasa – RSBM1, RSBJ1**

A área do Rio Santa Bárbara, a montante da usina Cevasa, engloba dois pontos – RSBM1 e RSBJ1 (Figura 10) –, cujo entorno é caracterizado por forte pressão antrópica, sendo todo ele cercado pela monocultura de cana-de-açúcar. As suas margens estão razoavelmente preservadas, com área de proteção permanente (APP) variando de 30 até mais de 100 metros, apesar de haver pontos de estrangulamento, com faixa de pouco mais de 10 metros, sendo a vegetação marginal representada por floresta paludosa (“mata de brejo”). Dista aproximadamente 2,5 Km da planta da usina, 18 km da sede do município de Patrocínio Paulista/SP e 21 Km da sede do município de Franca/SP.

A profundidade média medida do rio foi de 0,50 m, variando de 0,50 a 1,55 m; a temperatura média foi 19,54°C, variando de 13,19 a 24,11°C, medidas no inverno e no verão, respectivamente. A condutividade média ficou em 0,071  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , variando de 0,060 a 0,088  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Apresentou valores de oxigênio dissolvido variando de 6,00 a 7,45 mg/L, com média de 6,52 mg/L. O pH esteve sempre próximo à neutralidade, ficando na faixa de 7,60 a 7,76, com média de 7,41.

Dados com as medições dos fatores abióticos, como temperatura, oxigênio dissolvido, condutividade e pH estão agrupados na Figura 19 e nas Tabela 18 a 21, no Anexo.



**Figura 10.** Área de coleta no Rio Santa Bárbara, a montante da Usina Cevasa - RSBM1 e RSBJ1. Tomada aérea feita por drone à altitude de 986,26 m acima do nível do mar, data da foto: 22/07/2017, às 17:28 hs.

#### **4.2.2 Lagoa Marginal, Rio Santa Bárbara, margem esquerda – LSBE1**

A lagoa marginal à margem esquerda – LSBE1 (Figura 11) – apresenta um espelho d’água de aproximadamente 1,7 hectares e 830 metros de perímetro, com poucas macrófitas localizadas apenas nas suas margens. Possui uma boa proteção de vegetação, aproximadamente 75 m de área de preservação permanente na porção Sul (oposta ao leito do rio). Além do impacto provocado pela cultura de cana-de-açúcar, verificou-se uma forte presença de pescadores amadores aos finais de semana, incentivada pela facilidade de acesso ao local. Vale ressaltar que, de acordo com a Instrução Normativa IBAMA nº 25/2009, a pesca em lagoas marginais é proibida em todas as épocas do ano na Bacia do Paraná (IBAMA, 2009).





**Figura 11.** Lagoa marginal do Rio Santa Bárbara, margem esquerda, montante da Usina Cevasa - LSBE1. Tomada aérea tomada por drone à altitude 988,66 m acima do nível do mar; data da foto: 28/07/2017, às 17:29 hs.

A temperatura média da água foi de 23,45° C, variando de 17,66 a 29,47°C. O pH esteve levemente ácido, em média 6,89, com uma variação de 6,38 a 7,11; a condutividade ficou em 0,047  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , variando de 0,045 a 0,048  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; oxigênio dissolvido médio de 5,16 mg/L, com variação de 3,26 a 5,85 mg/L e a profundidade média foi de 0,85 m, sendo a sua variação de 0,45 a 1,15 m.

#### **4.2.3 Lagoa Marginal, Rio Santa Bárbara, margem direita – LSBD1**

A lagoa marginal LSBD1 é toda cercada por vegetação ripária, porém em alguns pontos observa-se um estreitamento importante dessa proteção, chegando a menos de 30 metros de largura (Figura 12). A área do espelho d'água é de 1,4 hectares e 740 metros de perímetro. Quase toda a sua

extensão é tomada por macrófitas, flutuantes no interior e emersas em suas bordas. Não foi verificada a presença de pescadores nessa lagoa, porém ela é utilizada para captação de água, muito provavelmente para atender as necessidades do cultivo de cana-de-açúcar e do combate a incêndios que eventualmente ocorram na região.

A temperatura média dessa lagoa foi de 19,29°C, com mínima de 14,99 e máxima de 26,13°C. O pH esteve levemente ácido, com valor médio de 6,19, variando de 5,88 a 6,96. A condutividade média foi de 0,023  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , com variação de 0,016 a 0,045  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; o valor do oxigênio dissolvido médio foi de 0,10 mg/L, variando entre 0,00 e 2,63 mg/L e profundidade média de 0,50 m, sendo a mínima de 0,30 m e a máxima de 0,70 m.



**Figura 12.** Lagoa marginal do Rio Santa Bárbara, margem direita, montante da Usina Cevasa - LSBD1. Tomada aérea feita por drone à altitude de 987,96 m acima do nível do mar, data da foto: 28/07/2017, às 17:31 hs.

#### 4.2.4 Rio Santa Bárbara, jusante da Usina Cevasa – RSBM2 e RSMJ2

A área a jusante da Usina Cevasa foi escolhida por estar mais próxima à usina (cerca de 1 Km), com o intuito de se avaliarem possíveis impactos relacionados ao lançamento de efluentes na forma de fertirrigação com a vinhaça, subproduto da cana-de-açúcar. Está a aproximadamente 2 Km, em linha reta, a jusante da primeira área estudada e a 1,7 Km de sua foz no Rio Sapucaí-Mirim.

Como a área anterior, ela é toda ladeada por cultivo de cana-de-açúcar, sendo atravessada por um duto que leva a vinhaça até a margem direita do rio.

Possui uma área de proteção marginal bem preservada, chegando em alguns locais a mais de 200 metros de largura, porém com pontos importantes de estreitamento dessa vegetação, onde não ultrapassa os 20 m de largura (Figura 13). Durante as incursões no rio, pôde-se verificar que ele é visitado com frequência por pescadores amadores. Nas lagoas marginais dessa região não foram encontrados vestígios de pescadores.

O Rio Santa Bárbara nesse local tem uma profundidade média de 0,65 m, variando de 0,25 a 2,50 m, medidos nos períodos de vazante e cheia, respectivamente. O pH esteve sempre próximo à neutralidade em todas as medidas, sendo a média de 7,26. A condutividade média foi de 0,062  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , com variação de 0,048 a 0,084  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . O oxigênio dissolvido médio ficou em 6,33 mg/L, variando entre 5,36 a 7,12 mg/L.



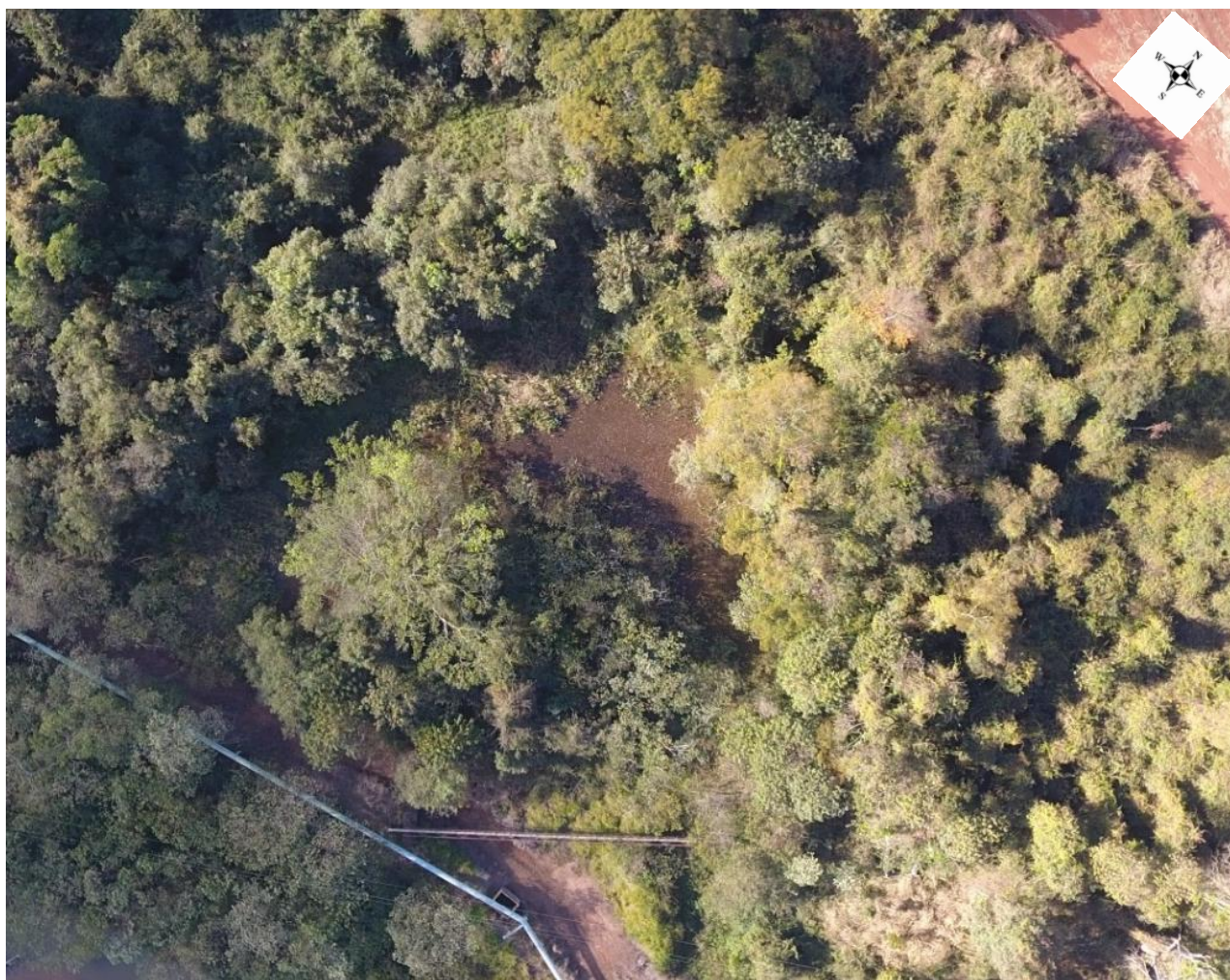
**Figura 13.** Área do Rio Santa Bárbara, jusante da Usina Cevasa – RSBM2 e RSBJ2. Tomada aérea feita por drone à altitude de 736,95 m acima do nível do mar, data da foto: 29/07/2017, às 15:21 hs.

#### **4.2.5 Lagoa Marginal, Rio Santa Bárbara, margem esquerda – LSBE2**

A lagoa à margem esquerda do Rio Santa Bárbara é a que mais sofreu alterações antrópicas, visto que há um aterro por onde passa a tubulação que transporta vinhaça desde a usina, margeado por uma estrada que leva até o rio. A obra divide a lagoa em duas porções, apesar de haver uma ligação entre elas por pequena tubulação. O seu entorno é composto por vegetação ripária de, no mínimo, 40 m de largura na porção que ladeia o cultivo de cana (Figura 14). Seu espelho d'água ocupa uma área de 0,1 hectare e 205 m de perímetro, sendo, em sua maior parte, tomada por macrófitas emersas e flutuantes. Não foi verificada a presença de pescadores.

A sua profundidade média é de 0,50 m, variando de 0,2 a 0,8 m; a temperatura média de 19,14° C, com variação de 14,80 a 23,77°C; pH médio levemente ácido, no valor de 6,19, com mínimo

de 5,5 e máximo de 6,92. Já a condutividade média registrou valor de 0,038  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , variando de 0,029 a 0,064  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e, oxigênio dissolvido médio na casa de 0,01 mg/L, tendo apenas uma das medidas apresentado valor diferente de 0,00 (0,052 mg/L).



**Figura 14.** Lagoa marginal do Rio Santa Bárbara, margem esquerda, jusante da Usina Cevasa - LSBE2. Tomada aérea feita por drone à altitude de 736,95 m acima do nível do mar (zoom), data da foto: 29/07/2017, às 15:21 hs.

#### **4.2.6 Lagoa Marginal, Rio Santa Bárbara, margem direita – LSBD2**

Dentre as lagoas marginais escolhidas para este estudo, a LSBD2 é a que se encontra no mais avançado estágio de sucessão ecológica (Figura 15), estando praticamente toda tomada por macrófitas emersas, já apresentando características de brejo. É a que possui menor dimensão de todas

as lagoas estudadas, aproximadamente 0,01 hectare (100 m<sup>2</sup>) e perímetro de 66,4 metros. Está a aproximadamente 400 metros da foz, onde o Rio Santa Bárbara encontra o Rio Sapucaí-Mirim. Sofre também com a proximidade da cultura de cana e com uma plantação de eucalipto. A área de preservação permanente está mantida, porém revela um estreitamento em sua porção norte, chegando a menos de 20 metros de largura. Não há indícios de que o local seja frequentado por pescadores.

Nessa lagoa foram aferidos os parâmetros físicos apenas em dois momentos, nas campanhas de julho/2017 e de março de 2018, em virtude de falha no equipamento em uma das campanhas e a indisponibilidade do equipamento em outra. A sua profundidade média é de 0,63 m, com variação de 0,25 a 1,15 m; a temperatura média foi de 18,25° C, variando de 12,02 a 24,74° C; o pH médio foi de 6,32, oscilando na faixa entre 5,71 a 6,82; a condutividade média de 0,073 µS/cm, oscilando entre 0,016 a 0,137 µS/cm e por fim o oxigênio dissolvido no valor de 0,00 mg/L.



**Figura 15.** Lagoa marginal do Rio Santa Bárbara, margem direita, jusante da Usina Cevasa - LSBD2. Tomada aérea feita por drone à altitude de 705,1 m acima do nível do mar, data da foto: 30/07/2017, às 14:21 hs.

#### 4.2.7 Rio Potreiro – RPM e RPJ

O Rio Potreiro, afluente da margem direita do Rio Santa Bárbara, foi selecionado para este estudo por estar localizado numa região que, apesar do cultivo intensivo de cana-de-açúcar e de áreas de plantação de laranja, apresenta uma vegetação um pouco mais preservada que as demais áreas estudadas e por não haver ocorrência de descarga de dejetos municipais ao longo do seu trajeto.

Está localizado a aproximadamente 11 km da sede do município de Patrocínio Paulista/SP e a 20 Km da sede do município de Franca/SP.

Há relatos de pescadores sobre a utilização do rio para a pesca amadora, porém durante as campanhas não foram encontrados vestígios de pesca no local.

O Rio Potreiro é um rio de pequeno porte (Figura 16), de águas límpidas com fundo arenoso, com uma profundidade média de 0,31 m, sendo a mínima de 0,10 m e a máxima de 0,65 m. A temperatura variou de 13,52 a 19,85°C, com média de 15,69° C. O pH ficou na faixa de 6,30 a 7,03, com valor médio de 6,72. Já a condutividade variou de 0,030 a 0,035  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , com média de 0,032  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . O oxigênio dissolvido médio foi de 6,81 mg/L, variando de 5,82 a 8,68 mg/L.



**Figura 16.** Área de coleta no Rio Potreiro – RPM e RPJ. Tomada aérea feita por drone à altitude de 784,98 m acima do nível do mar, data da foto: 31/07/2017, às 15:55 hs.

#### **4.2.8 Lagoa Marginal, Rio Potreiro, margem direita – LPD**

A lagoa LPD está localizada à margem direita do Rio Potreiro, numa área alagadiça extensa, sendo bastante difícil o seu acesso. Possui um espelho d'água de 0,13 hectare e 155 metros de perímetro, sem presença de macrófitas flutuantes (Figura 17). A APP está ausente em uma de suas porções, o que fragiliza o ambiente e propicia o carregamento de sedimento, matéria orgânica e produtos químicos para o seu interior. Próximo a ela há uma plantação de eucalipto, consorciada com pecuária de corte. Mais distante, novamente encontramos o cultivo de cana-de-açúcar e citrus (laranja).

A profundidade média dessa lagoa é de 1,16 m, sendo a máxima de 1,65 e a mínima de 0,65 m. A temperatura oscilou de 15,95 a 23,31°C, sendo a média de 20,62° C. O pH esteve na faixa



de 5,43 a 6,49, sendo o valor médio de 5,81. A condutividade média foi de 0,014  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , variando de 0,010 a 0,018  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e o oxigênio dissolvido médio de 1,49  $\text{mg}/\text{L}$ , variando de 0,59 a 3,27  $\text{mg}/\text{L}$ .



**Figura 17.** Lagoa marginal do Rio Potreiro, margem direita – LPD. Tomada aérea feita por drone à altitude de 783,78 m acima do nível do mar, data da foto: 31/07/2017, às 15:55 hs.

#### **4.2.9 Lagoa Marginal, Rio Potreiro, margem esquerda – LPE**

Dentre todas as lagoas estudadas, a localizada à margem esquerda do Rio Potreiro é a que apresenta a melhor proteção de vegetação ripária, tendo pelo menos 400 metros de área vegetada no seu entorno (Figura 18). Aqui, como os demais espaços, predomina a cultura da cana-de-açúcar, e pequenas extensões de criação de gado bovino.

Pelos vestígios deixados nas suas margens, verifica-se que ela é utilizada com frequência por pescadores amadores. Localiza-se a aproximadamente 45 metros do leito do rio, e no momento

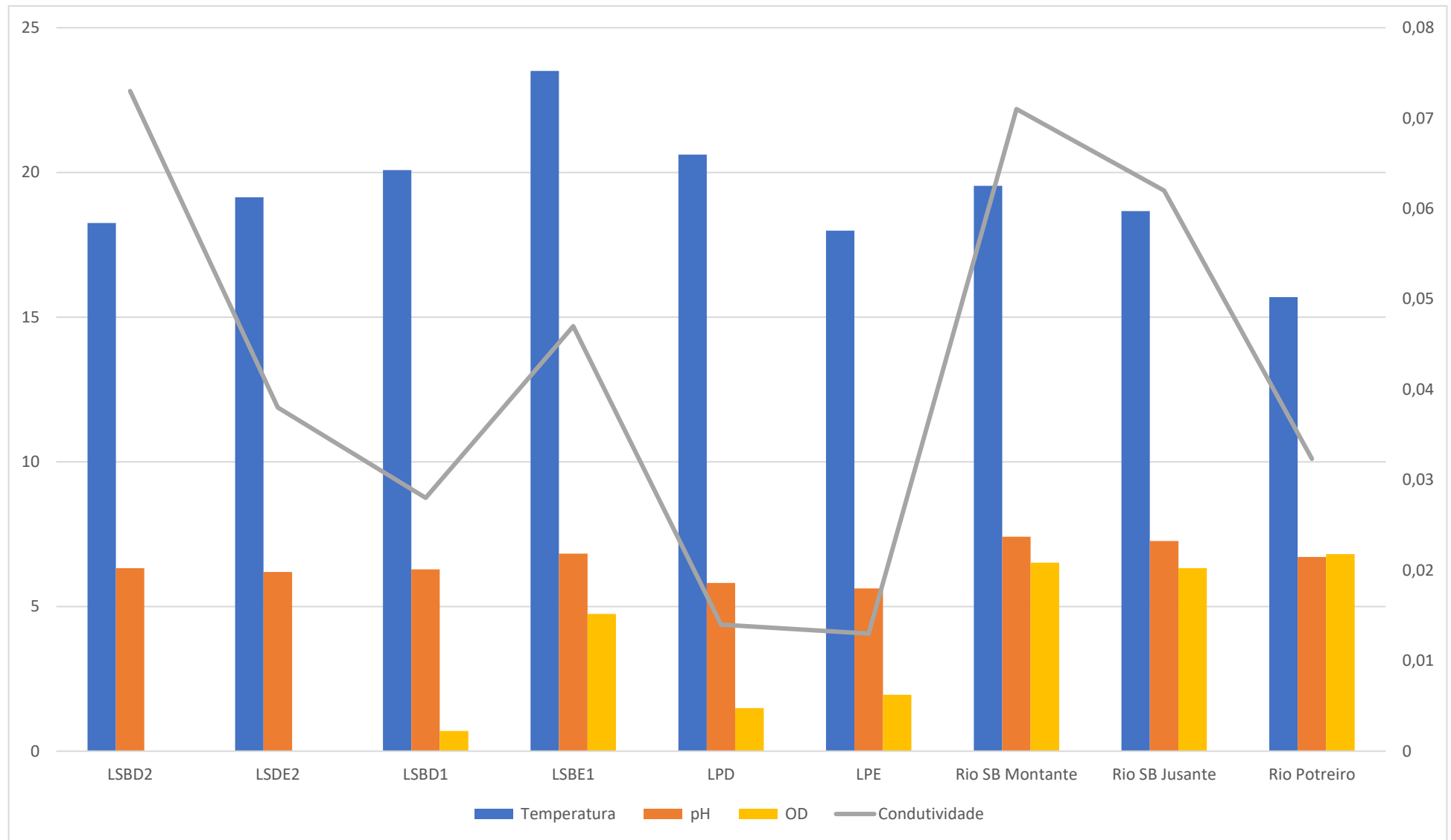
de cheia (março/2018), pôde-se verificar que o leito do rio se expande para além de seus limites, invadindo a área ocupada pela lagoa.

Em função da dificuldade de acesso, não foi possível a medição da profundidade com instrumentos, porém ao adentrar para a colocação e retirada das redes de emalhar, pode-se estimar uma profundidade variando de 1,50 a 1,80 m, nos períodos de vazante e cheia, respectivamente, área de 0,19 hectare e perímetro de 240 metros, com presença de macrófitas emersas em pontos localizados.

A temperatura média foi de 17,99° C, sendo a mínima de 15,65° C e a máxima de 20,34° C. O pH variou de 5,36 a 5,88, sendo o valor médio de 5,62. A condutividade média foi de 0,013  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , sendo a mínima de 0,012  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e a máxima de 0,014  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , e o oxigênio dissolvido oscilou de 0,92 a 2,98 mg/L, tendo como média o valor de 1,95 mg/L.



**Figura 18.** Lagoa marginal do Rio Potreiro, margem esquerda – LPE. Tomada aérea feita por drone, altitude não aferida, data da foto: 22/10/2017, às 13:11h.



**Figura 19.** Dados abióticos consolidados – Temperatura, pH, Oxigênio Dissolvido e Condutividade – valores médios por cada local de coleta

### 4.3 Caracterização das comunidades de peixes

Foram coletados 922 espécimes de peixes no total, considerando os doze pontos de amostragens (lagoas e rios), distribuídos em 33 espécies, 16 famílias e 6 ordens, sendo a ordem dos Characiformes a mais representativa (63%), seguida das ordens dos Perciformes (13%) e Siluriformes (12%). Já com relação à família, a que apresentou maior riqueza foi a Characidae (41%), seguida das famílias Cichlidae (13%) e Poeciliidae (11%).

Numa análise por ambientes, as lagoas contribuíram com 687 indivíduos, distribuídos em 24 espécies, 6 ordens e 13 famílias, sendo as mais representativas as ordens dos Characiformes (57%), Perciformes (17%) e Cyprinodontiformes (15%). Considerando as famílias no ambiente lagoa, as mais encontradas foram as Characidae (43%), Cichlidae (17%) e Poeciliidae (15%).

Já nos rios Santa Bárbara e Potreiro, foram coletados 235 indivíduos, sendo apenas três capturados no Rio Potreiro. Esse total está dividido em 14 espécies, 2 ordens e 9 famílias. As ordens encontradas foram as Characiformes (80%) e Siluriformes (20%). As famílias mais representativas foram as Characidae (37%), Anostomidae (20%), Loricariidae (17%) e Curimatidae (15%). A Tabela 3, abaixo, e as Figuras de 27 a 37, expressam visualmente os resultados encontrados por ordem, família e espécie e locais de ocorrência, em gráficos de abundância de espécies/local de coleta.

**Tabela 3.** Lista taxonômica das espécies da bacia do Santa Bárbara, bacia do alto rio Paraná, seus acrônimos, número do voucher e locais de coleta (rio ou lagoa).

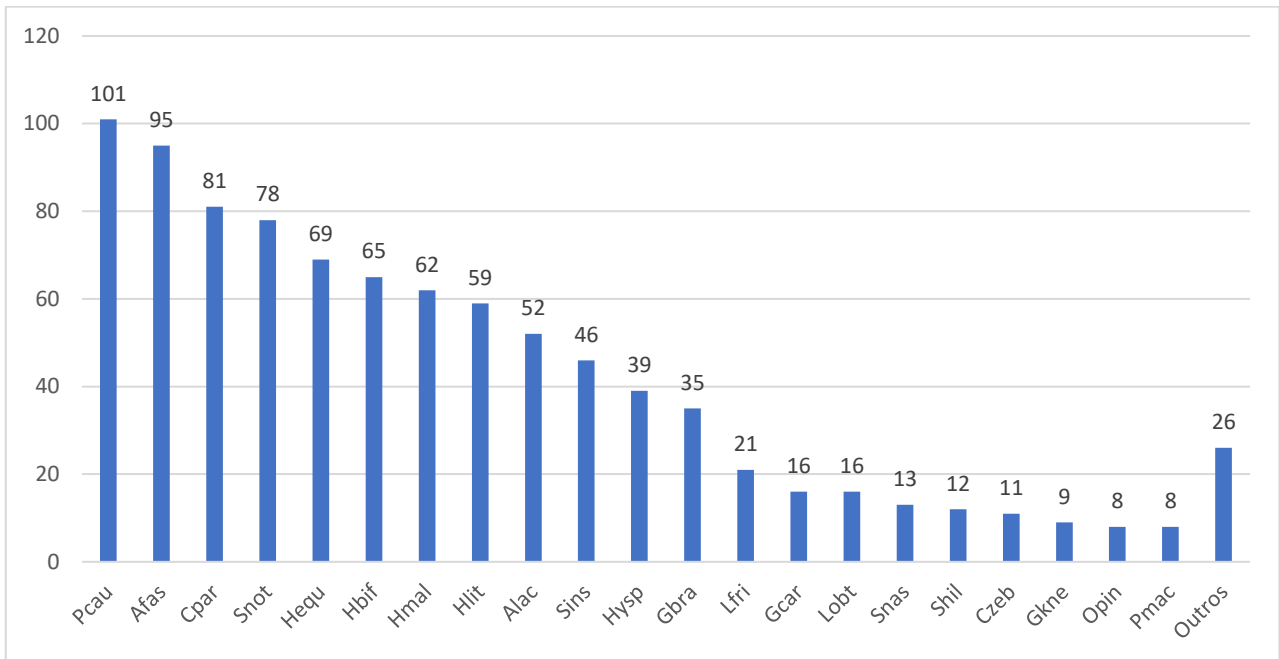
Táxon	Acrônimo	Voucher	Lagoa	Rio	Total Geral
<b>Characiformes</b>			<b>390</b>	<b>187</b>	<b>577</b>
<b>Anostomidae</b>			<b>5</b>	<b>47</b>	<b>52</b>
<i>Leporinus friderici</i> (Bloch, 1794)	Lfri	15795	1	20	21
<i>Leporinus octofasciatus</i> Steindachner, 1915	Loct	-		2	2
<i>Megaleporinus obtusidens</i> (Valenciennes, 1837)	Mobt	15799		16	16
<i>Schizodon nasutus</i> Kner, 1858	Snas	15763	4	9	13
<b>Bryconidae</b>			<b>1</b>	<b>12</b>	<b>13</b>
<i>Brycon nattereri</i> Günther, 1864	Bnat	15717		1	1
<i>Salminus hilarii</i> Valenciennes, 1850	Shil	15792	1	11	12
<b>Characidae</b>			<b>293</b>	<b>86</b>	<b>379</b>
<i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819)	Afas	15733	31	64	95
<i>Astyanax lacustris</i> (Lütken, 1875)	Alac	15754	39	13	52
<i>Galeocharax knerii</i> (Steindachner, 1879)	Gkne	15762		9	9

<i>Continuação da Tabela 3</i>					
<i>Hemigrammus marginatus</i> Ellis, 1911	Hmar	15746	1		1
<i>Hyphessobrycon bifasciatus</i> Ellis, 1911	Hbif	15719	65		65
<i>Hyphessobrycon eques</i> (Steindachner, 1882)	Hequ	15724	69		69
<i>Moenkhausia intermedia</i> Eigenmann, 1908	Mint	15723	2		2
<i>Oligosarcus pintoii</i> Amaral Campos, 1945	Opin	15768	8		8
<i>Serrapinnus notomelas</i> (Eigenmann, 1915)	Snot	15731	78		78
<b>Crenuchidae</b>			<b>11</b>		<b>11</b>
<i>Characidium zebra</i> Eigenmann, 1909	Czeb	15730	11		11
<b>Curimatidae</b>			<b>10</b>	<b>36</b>	<b>46</b>
<i>Steindachnerina insculpta</i> (Fernández-Yépez, 1948)	Sins	15796	10	36	46
<b>Erythrinidae</b>			<b>62</b>		<b>62</b>
<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	Hmal	15737	62		62
<b>Serrasalminidae</b>			<b>8</b>	<b>2</b>	<b>10</b>
<i>Metynnias mola</i> Eigenmann & Kennedy, 1903	Mmol	15786	4		4
<i>Metynnias maculatus</i> (Kner, 1858)	Mmac	15735	4		4
<i>Serrasalmus maculatus</i> Kner, 1858	Smac	15788		2	2
<b>Prochilodontidae</b>				<b>4</b>	<b>4</b>
<i>Prochilodus lineatus</i> (Valenciennes, 1836)	Plin	15800		4	4
<b>Cyprinodontiformes</b>			<b>101</b>		<b>101</b>
<b>Poeciliidae</b>			<b>101</b>		<b>101</b>
<i>Phalloceros caudimaculatus</i> (Hensel, 1868)	Pcau	15718	101		101
<b>Gymnotiformes</b>			<b>16</b>		<b>16</b>
<b>Gymnotidae</b>			<b>16</b>		<b>16</b>
<i>Gymnotus</i> gr. <i>carapo</i> Linnaeus, 1758	Gcar	15745	16		16
<b>Perciformes</b>			<b>118</b>		<b>118</b>
<b>Cichlidae</b>			<b>118</b>		<b>118</b>
<i>Cichlasoma paranaense</i> Kullander, 1983	Cpar	15732	81		81
<i>Geophagus brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	Gbra	15759	35		35
<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	Onil	15787	2		2
<b>Siluriformes</b>			<b>60</b>	<b>48</b>	<b>108</b>
<b>Callichthyidae</b>			<b>59</b>		<b>59</b>
<i>Hoplosternum littorale</i> (Hancock, 1828)	Hlit	15727	59		59
<b>Doradidae</b>				<b>1</b>	<b>1</b>
<i>Rhinodoras dorbignyi</i> (Kner, 1855)	Rdor	15716		1	1
<b>Loricariidae</b>			<b>1</b>	<b>39</b>	<b>40</b>
<i>Hypostomus</i> sp	Hsp1	15789	1	38	39
<i>Rineloricaria latirostris</i> (Boulenger, 1900)	Rlat	15715		1	1
<b>Pimelodidae</b>				<b>8</b>	<b>8</b>
<i>Pimelodus maculatus</i> Lacepède, 1803	Pmac	15764		8	8
<b>Synbranchiformes</b>			<b>2</b>		<b>2</b>
<b>Synbranchidae</b>			<b>2</b>		<b>2</b>
<i>Synbranchus marmoratus</i> Bloch, 1795	Smar	15777	2		2
<b>Total Geral</b>			<b>687</b>	<b>235</b>	<b>922</b>

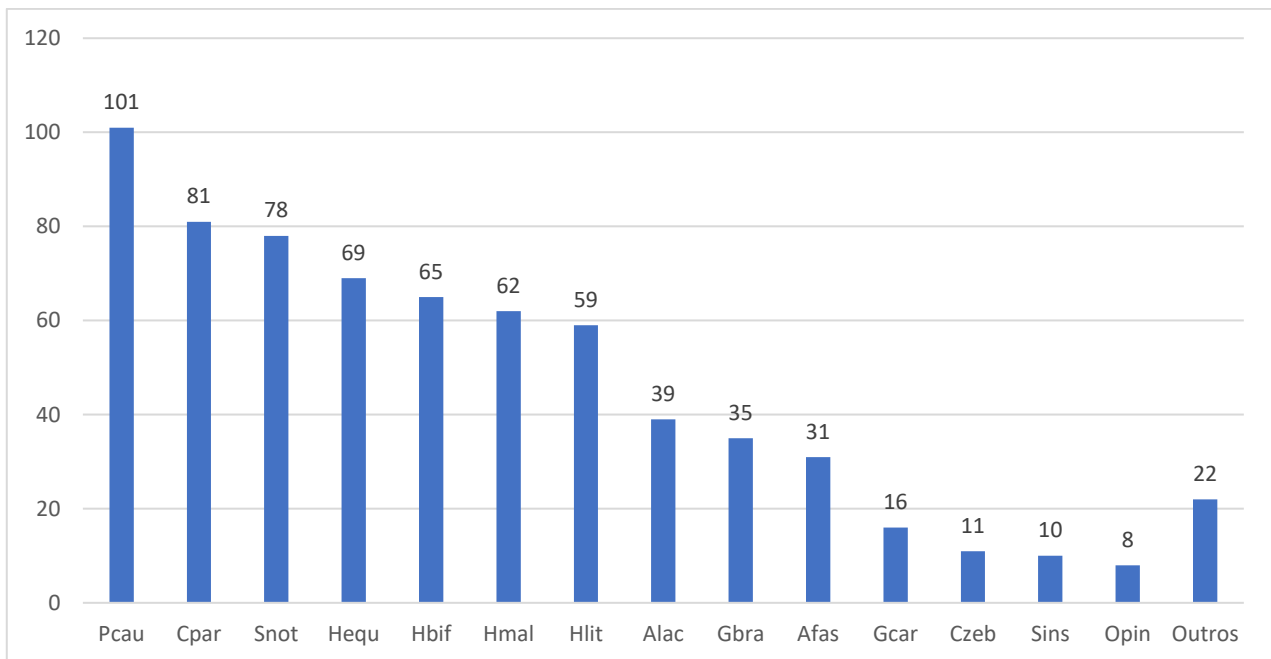
Foi coletado um espécime de *Brycon nattereri* no Rio Santa Bárbara, coordenadas geográficas 20°42'3.45"S; 47°13'18.29"W, no dia 21/01/2018, durante o período da 3ª campanha, porém fora das parcelas selecionadas para o estudo. Mesmo assim, foi incluída na lista de espécies por sua importância, considerando que ainda não possui registro de sua ocorrência na bacia do Sapucaí-Mirim e tratar-se de espécie ameaçada de extinção, classificada com grau de ameaça “**Vulnerável**” em nível nacional na classificação do Ministério do Meio Ambiente, e “**Criticamente Ameaçada**” no estado de São Paulo (Bressan et al., 2009). O espécime foi coletado no leito do rio, em uma área de corredeira, a montante da região alvo desta pesquisa. O local de captura confirma a preferência ambiental dessa espécie por ambientes bem oxigenados (Pompeu et al., 2009). No dia 04/10/2018, com o uso de vara de mão e anzol, foram coletados fora das parcelas selecionadas quatro espécimes de *Metynnis mola*, em uma lagoa marginal do Rio Santa Bárbara denominada Lagoa do Limão (20°42'21.63"S; 47°20'46.40"W). As espécies *Brycon nattereri* e *Metynnis mola* foram incluídas na lista de espécies, porém não fizeram parte dos cálculos dos índices ecológicos.

Espécimes testemunhos foram depositados no Laboratório de Ictiologia de Ribeirão Preto/SP, sendo a numeração dos vouchers de LIRP 015715 a 015801 e 16074.

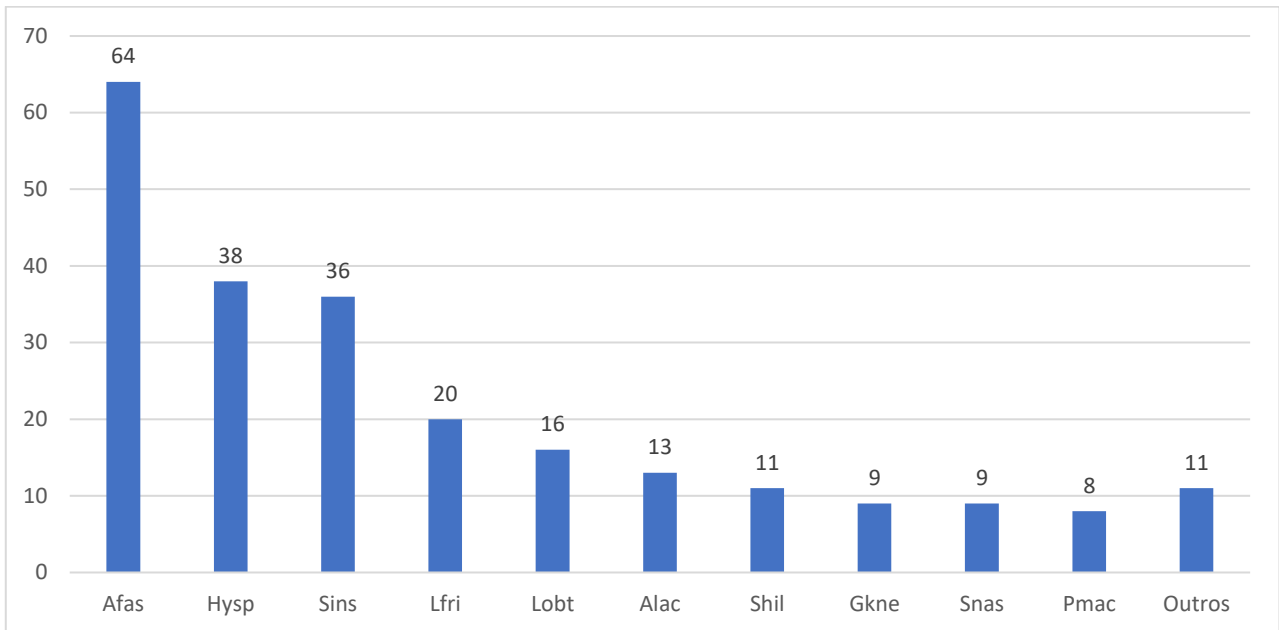
Abaixo são apresentados os gráficos de abundâncias geral e por ambientes “lagoa” e “rio” (Figuras 20 e 22), bem como a distribuição das espécies por ordem ordem e família (Figuras 23 e 24)



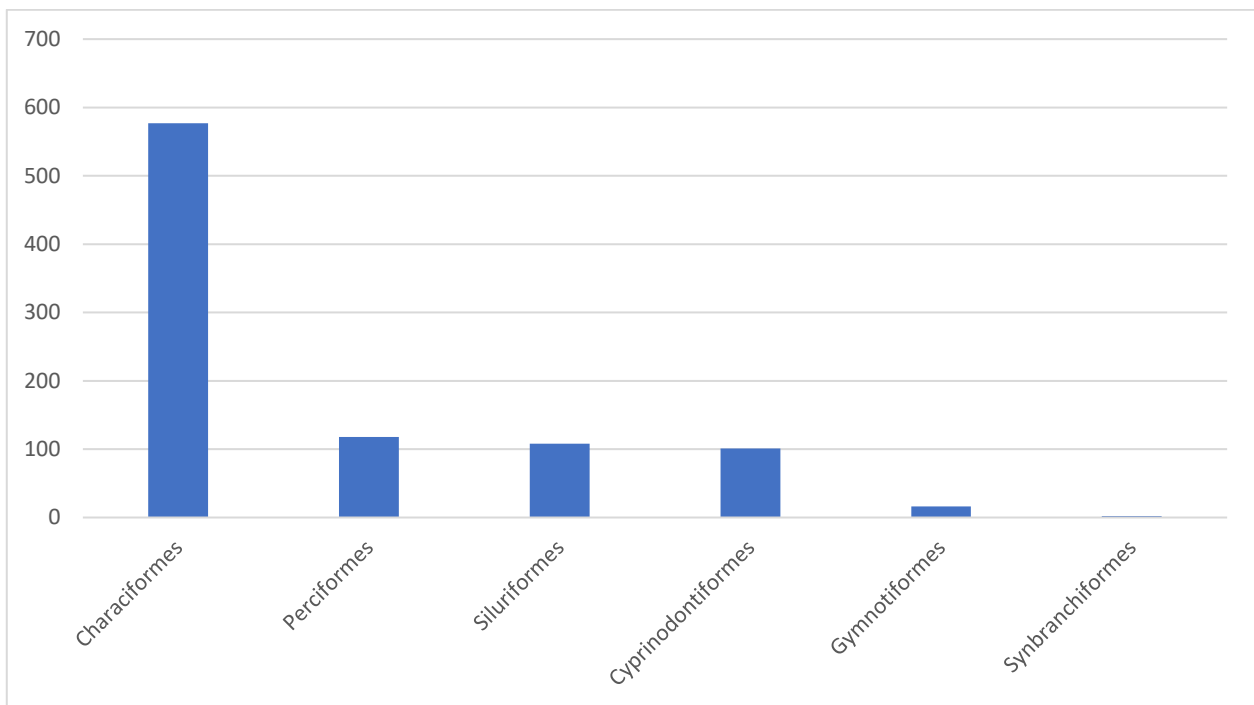
**Figura 20.** Abundância geral, incluindo espécimes capturados com os dois tipos de petrechos (rede de espera e peneira), nos ambientes “Rios” e “Lagoas”.



**Figura 21.** Abundância no ambiente “Lagoa” de espécimes capturados com os dois tipos de petrechos (rede de espera e peneira).

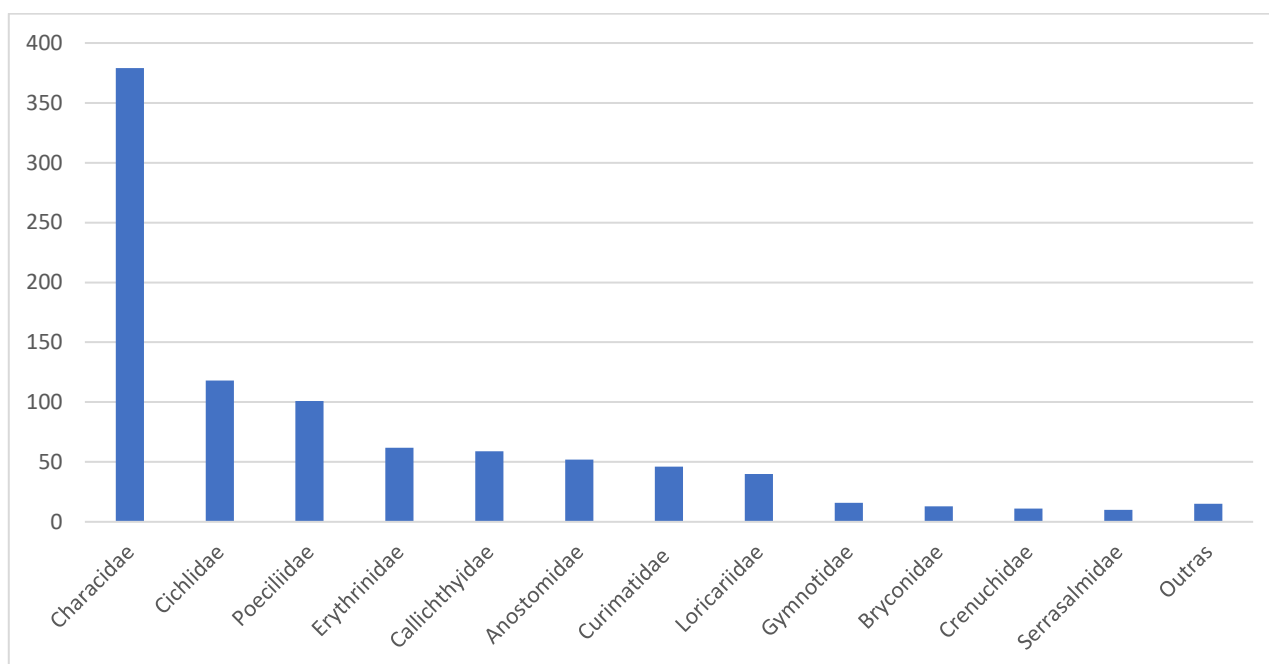


**Figura 22.** Abundância no ambiente "Rio" de espécimes capturados com os dois tipos de petrechos (rede de espera e peneira).



**Figura 23.** Distribuição por ordens de espécimes capturados com os dois tipos de petrechos (rede de espera e peneira), nos ambientes Rio e Lagoa





**Figura 24.** Distribuição por famílias de espécimes capturados com os dois tipos de petrechos (rede de espera e peneira), nos ambientes Rio e Lagoa

#### 4.3.1 Rio Santa Bárbara, montante da Usina Cevasa – RSBM1

Na localidade RSBM1 foram coletados 115 espécimes (Tabela 4), distribuídos em 12 espécies, 8 famílias e 2 ordens, sendo a ordem dos Characiformes a mais representativa (77%) seguida pela Siluriformes (23%). Com relação às famílias, a Characidae representou 37% do total, seguida da Loricariidae com 20% e Anostomidae com 17%.

**Tabela 4.** Lista de espécies coletadas em rede de espera e peneira no Rio Santa Bárbara, local RSBM1, a montante da Usina Cevasa

Táxon	RSBM1
<i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819)	32
<i>Hypostomus</i> sp	23
<i>Steindachnerina insculpta</i> (Fernández-Yépez, 1948)	16
<i>Megaleporinus obtusidens</i> (Valenciennes, 1837)	10
<i>Astyanax lacustris</i> (Lütken, 1875)	8
<i>Leporinus friderici</i> (Bloch, 1794)	7
<i>Salminus hilarii</i> Valenciennes, 1850	7
<i>Pimelodus maculatus</i> Lacepède, 1803	3
<i>Prochilodus lineatus</i> (Valenciennes, 1836)	3
<i>Galeocharax knerii</i> (Steindachner, 1879)	2
<i>Schizodon nasutus</i> Kner, 1858	2
<i>Serrasalmus maculatus</i> Kner, 1858	2
<b>Total Geral</b>	<b>115</b>

### 4.3.2 Rio Santa Bárbara, montante da Usina Cevasa – RSBJ1

Já na localidade RSBM1 foram coletados 52 espécimes (Tabela 5), distribuídos em 10 espécies, 6 famílias e 2 ordens, sendo a ordem dos Characiformes a mais representativa (92%) seguida pela Siluriformes (8%). Com relação às famílias, a Characidae representou 48% do total, seguida da Anostomidae com 25% e Curimatidae com 17%.

**Tabela 5.** Lista de espécies coletadas em rede de espera e peneira no Rio Santa Bárbara, local RSBJ1, a montante da Usina Cevasa

Táxon	RSBJ1
<i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819)	20
<i>Steindachnerina insculpta</i> (Fernández-Yépez, 1948)	9
<i>Leporinus friderici</i> (Bloch, 1794)	6
<i>Megaleporinus obtusidens</i> (Valenciennes, 1837)	5
<i>Galeocharax knerii</i> (Steindachner, 1879)	3
<i>Astyanax lacustris</i> (Lütken, 1875)	2
<i>Hypostomus</i> sp	2
<i>Pimelodus maculatus</i> Lacepède, 1803	2
<i>Schizodon nasutus</i> Kner, 1858	2
<i>Salminus hilarii</i> Valenciennes, 1850	1
<b>Total Geral</b>	<b>52</b>

### 4.3.3 Lagoa Marginal, Rio Santa Bárbara, margem esquerda – LSBE1

As espécies encontradas na Lagoa LSBE1, constituíram um total de 182 indivíduos (Tabela 6), distribuídos em 5 ordens, 9 famílias e 16 espécies. A principal ordem foi a dos Characiformes (68%), seguida pela Perciformes (29%). As famílias mais encontradas foram a Characidae (52%), Cichlidae (29%) e Erythrinidae (9%). Nessa lagoa foram capturados dois espécimes de *Metynnis maculatus*, espécie alóctone para a bacia, além de dois espécimes de tilápia (*Oreochromis niloticus*), espécie de origem africana.

**Tabela 6.** Espécies coletadas em rede de espera e peneira na Lagoa do Rio Santa Bárbara, margem esquerda - LSBE1

<b>Táxon</b>	<b>LSBE1</b>
<i>Serrapinnus notomelas</i> (Eigenmann, 1915)	26
<i>Cichlasoma paranaense</i> (Kullander, 1983)	25
<i>Geophagus brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	25
<i>Astyanax lacustris</i> (Garutti & Britiski, 2000)	23
<i>Hyphessobrycon eques</i> (Steindachner, 1882)	23
<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	16
<i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819)	14
<i>Steindachnerina insculpta</i> (Fernández-Yépez, 1948)	9
<i>Oligosarcus pintoii</i> (Amaral Campos, 1945)	7
<i>Gymnotus</i> cf. <i>carapo</i> (Linnaeus, 1758)	5
<i>Metynnis maculatus</i> (Kner, 1858)	2
<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	2
<i>Schizodon nasutus</i> (Kner, 1858)	2
<i>Hypostomus</i> sp	1
<i>Moenkhausia intermedia</i> (Eigenmann, 1908)	1
<i>Synbranchus marmoratus</i> (Bloch, 1795)	1
<b>Total Geral</b>	<b>182</b>

#### 4.3.4 Lagoa Marginal, Rio Santa Bárbara, margem direita – LSBD1

Foram coletados 76 indivíduos na lagoa LSBD1, distribuídos em 5 ordens, 6 famílias e 8 espécies (Tabela 7). As ordens mais representativas foram as Perciformes (55%), Characiformes (24%) e Siluriformes (18%). Com relação às famílias, encontramos a Cichlidae (55%), Callichthyidae (18%), Erythrinidae (13%) e Characidae (11%).

**Tabela 7.** Espécies coletadas em rede de espera e peneira na Lagoa do Rio Santa Bárbara, margem direita - LSBD1

<b>Táxon</b>	<b>LSBD1</b>
<i>Cichlasoma paranaense</i> (Kullander, 1983)	41
<i>Hoplosternum littorale</i> (Hancock, 1828)	14
<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	10
<i>Hyphessobrycon eques</i> (Steindachner, 1882)	4
<i>Serrapinnus notomelas</i> (Eigenmann, 1915)	4
<i>Geophagus brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	1
<i>Gymnotus</i> cf. <i>carapo</i> (Linnaeus, 1758)	1
<i>Phalloceros caudimaculatus</i> (Hensel, 1868)	1
<b>Total Geral</b>	<b>76</b>

#### 4.3.5 Rio Santa Bárbara, jusante da Usina Cevasa – RSBM2

Na localidade RSBM2, a jusante da usina, foram coletados 36 espécimes (Tabela 8), distribuídos em 2 ordens, Characiformes (69%) e Siluriformes (31%), 7 famílias e 11 espécies. As principais famílias foram Characidae e Anostomidae (31%) e Loricariidae (20%).

**Tabela 8.** Espécies coletadas em rede de espera e peneira no Rio Santa Bárbara, local RSBM2, a jusante da Usina Cevasa

<b>Táxon</b>	<b>RSBM2</b>
<i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819)	9
<i>Hypostomus</i> sp	8
<i>Schizodon nasutus</i> Kner, 1858	6
<i>Leporinus friderici</i> (Bloch, 1794)	3
<i>Galeocharax knerii</i> (Steindachner, 1879)	2
<i>Leporinus octofasciatus</i> Steindachner, 1915	2
<i>Salminus hilarii</i> Valenciennes, 1850	2
<i>Pimelodus maculatus</i> Lacepède, 1803	1
<i>Rhinodoras dorbignyi</i> (Kner, 1855)	1
<i>Rineloricaria latirostris</i> (Boulenger, 1900)	1
<i>Steindachnerina insculpta</i> (Fernández-Yépez, 1948)	1
<b>Total Geral</b>	<b>36</b>

#### 4.3.6 Rio Santa Bárbara, jusante da Usina Cevasa – RSBJ2

Na localidade RSBJ2, a jusante da usina, foram coletados 46 espécimes (Tabela 9), distribuídos em 2 ordens, Characiformes (85%) e Siluriformes (15%), 7 famílias e 11 espécies. As principais famílias foram Characidae (43%), Curimatidae (24%), Anostomidae e Loricariidae (11%).

**Tabela 9.** Espécies coletadas em rede de espera e peneira no Rio Santa Bárbara, local RSBJ2, a jusante da Usina Cevasa

Táxon	RSBJ2
<i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819)	16
<i>Steindachnerina insculpta</i> (Fernández-Yépez, 1948)	11
<i>Hypostomus</i> sp	5
<i>Astyanax lacustris</i> (Lütken, 1875)	3
<i>Leporinus friderici</i> (Bloch, 1794)	3
<i>Pimelodus maculatus</i> Lacepède, 1803	2
<i>Salminus hilarii</i> Valenciennes, 1850	2
<i>Galeocharax knerii</i> (Steindachner, 1879)	1
<i>Megaleporinus obtusidens</i> (Valenciennes, 1837)	1
<i>Prochilodus lineatus</i> (Valenciennes, 1836)	1
<i>Schizodon nasutus</i> Kner, 1858	1
<b>Total Geral</b>	<b>46</b>

#### 4.3.7 Lagoa Marginal, Rio Santa Bárbara, margem esquerda – LSBE2

Na LSBE2 foram coletados 95 espécimes durante as campanhas, sendo distribuídos em 6 ordens, 7 famílias e 9 espécies (Tabela 10). A ordem mais representativa nesse local foi a dos Characiformes (68%), seguida da Siluriformes (14%) e Cyprinodontiformes (12%). As principais famílias encontradas foram a Characidae (57%), Callichthyidae (14%), Erythrinidae (12%) e Poeciliidae (12%).

**Tabela 10.** Espécies coletadas em rede de espera e peneira na Lagoa do Rio Santa Bárbara, margem esquerda - LSBE2

Táxon	LSBE2
<i>Hyphessobrycon bifasciatus</i> (Ellis, 1911)	50
<i>Hoplosternum littorale</i> (Hancock, 1828)	13
<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	11
<i>Phalloceros caudimaculatus</i> (Hensel, 1868)	11
<i>Cichlasoma paranaense</i> (Kullander, 1983)	3
<i>Hyphessobrycon eques</i> (Steindachner, 1882)	3
<i>Gymnotus carapo</i> (Linnaeus, 1758)	2
<i>Serrapinnus notomelas</i> (Eigenmann, 1915)	1
<i>Synbranchus marmoratus</i> (Bloch, 1795)	1
<b>Total Geral</b>	<b>95</b>

### 4.3.8 Lagoa Marginal, Rio Santa Bárbara, margem direita – LSBD2

Na LSBD2 foram coletados 39 indivíduos, sendo distribuídos em 4 ordens, 5 famílias e 6 espécies (Tabela 11). As ordens encontradas foram a dos Siluriformes (56%), Characiformes (28%), Cyprinodontiformes (10%) e Gymnotiformes (5%). As principais famílias identificadas foram a Callichthyidae (56%), seguida da Characidae (21%) e da Poeciliidae (10%). Do total de peixes coletados nessa lagoa, 22 são da espécie *Hoplosternum littorale*, ou seja, 56% de toda a amostra.

**Tabela 11.** Espécies coletadas em rede de espera e peneira na Lagoa do Rio Santa Bárbara, margem direita - LSBD2

Táxon	LSBD2
<i>Hoplosternum littorale</i> (Hancock, 1828)	22
<i>Hyphessobrycon bifasciatus</i> (Ellis, 1911)	7
<i>Phalloceros caudimaculatus</i> (Hensel, 1868)	4
<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	3
<i>Gymnotus carapo</i> (Linnaeus, 1758)	2
<i>Moenkhausia intermedia</i> (Eigenmann, 1908)	1
<b>Total Geral</b>	<b>39</b>

### 4.3.9 Rio Potreiro

Apesar dos relatos de pesca no local, durante as campanhas apenas 3 espécimes foram coletados, talvez em função do uso de redes de espera muito grandes para o tamanho do rio. Vale ressaltar que na campanha de setembro de 2017, auge do período seco, não foi possível armar as redes de espera em função da pouca profundidade do rio. Os espécimes encontrados pertencem à ordem dos Characiformes, família Anostomidae (2 espécimes) e Characidae (1 espécime), todos autóctones da bacia do alto Paraná (Tabela 12).

**Tabela 12.** Espécies coletadas em rede de espera e peneira no Rio Potreiro

Táxon	RPJ	RPM	Total
<i>Galeocharax knerii</i> (Steindachner, 1879)	0	1	1
<i>Leporinus friderici</i> (Bloch, 1794)	2	0	2
<b>Total Geral</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>

#### 4.3.10 Lagoa Marginal, Rio Potreiro, margem direita – LPD

Durante as 4 incursões, foram coletados na lagoa LPD 135 espécimes, distribuídos em 5 ordens, 7 famílias e 13 espécies (Tabela 13). A ordem mais representativa foi a dos Characiformes (69%), seguida da Cyprinodontiformes (15%) e Perciformes (9%). Com relação às famílias, foram encontradas as Characidae (58%), Poeciliidae (15%), Erythrinidae (10%) e Cichlidae (9%). Foram encontrados dois espécimes de *Metynnis maculatus*, espécie considerada alóctone para a bacia.

**Tabela 13.** Espécies coletadas em rede de espera e peneira na Lagoa do Rio Potreiro, margem direita - LPD

<b>Táxon</b>	<b>LPD</b>
<i>Serrapinnus notomelas</i> (Eigenmann, 1915)	36
<i>Hyphessobrycon eques</i> (Steindachner, 1882)	21
<i>Phalloceros caudimaculatus</i> (Hensel, 1868)	20
<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	13
<i>Astyanax lacustris</i> (Garutti & Britiski, 2000)	9
<i>Geophagus brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	7
<i>Hyphessobrycon bifasciatus</i> (Ellis, 1911)	7
<i>Gymnotus carapo</i> (Linnaeus, 1758)	6
<i>Cichlasoma paranaense</i> (Kullander, 1983)	5
<i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819)	4
<i>Hoplosternum littorale</i> (Hancock, 1828)	4
<i>Metynnis maculatus</i> (Kner, 1858)	2
<i>Hemigrammus marginatus</i> (Ellis, 1911)	1
<b>Total Geral</b>	<b>135</b>

#### 4.3.11 Lagoa Marginal, Rio Potreiro, margem esquerda – LPE

Na lagoa LPE foram coletados 138 indivíduos (Tabela 14), distribuídos em 4 ordens, 6 famílias e 11 espécies. As ordens foram representadas, principalmente, pelos Cyprinodontiformes (47%) e Characiformes (42%). Já as famílias mais representativas foram as Poeciliidae (47%) e Characidae (28%).

**Tabela 14.** Espécies coletadas em rede de espera e peneira na Lagoa do Rio Potreiro, margem esquerda – LPE

<b>Táxon</b>	<b>LPE</b>
<i>Phalloceros caudimaculatus</i> (Hensel, 1868)	65
<i>Hyphessobrycon eques</i> (Steindachner, 1882)	18
<i>Characidium zebra</i> (Eigenmann, 1909)	11
<i>Serrapinnus notomelas</i> (Eigenmann, 1915)	11
<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	9
<i>Astyanax lacustris</i> (Garutti & Britiski, 2000)	7
<i>Cichlasoma paranaense</i> (Kullander, 1983)	7
<i>Hoplosternum littorale</i> (Hancock, 1828)	6
<i>Geophagus brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	2
<i>Hyphessobrycon bifasciatus</i> (Ellis, 1911)	1
<i>Oligosarcus pintoii</i> (Amaral Campos, 1945)	1
<b>Total Geral</b>	<b>138</b>

#### 4.4 Estrutura das comunidades de peixes

##### 4.4.1 Captura por Unidade de Esforço – CPUE

A Captura por unidade de esforço – CPUE foi padronizada para as amostras coletadas nos rios Santa Bárbara e Potreiro e para as lagoas marginais de ambos os rios, com base no número de indivíduos capturados por 1.000 m<sup>2</sup> de rede e quinze horas de exposição, utilizando a fórmula abaixo:

$$CPUE_n \frac{\text{indivíduos}}{1000 \text{ m}^2} = \frac{(ni \cdot 1000)}{\text{área das redes}}$$

Sendo:

ni= número de indivíduos da espécie i;

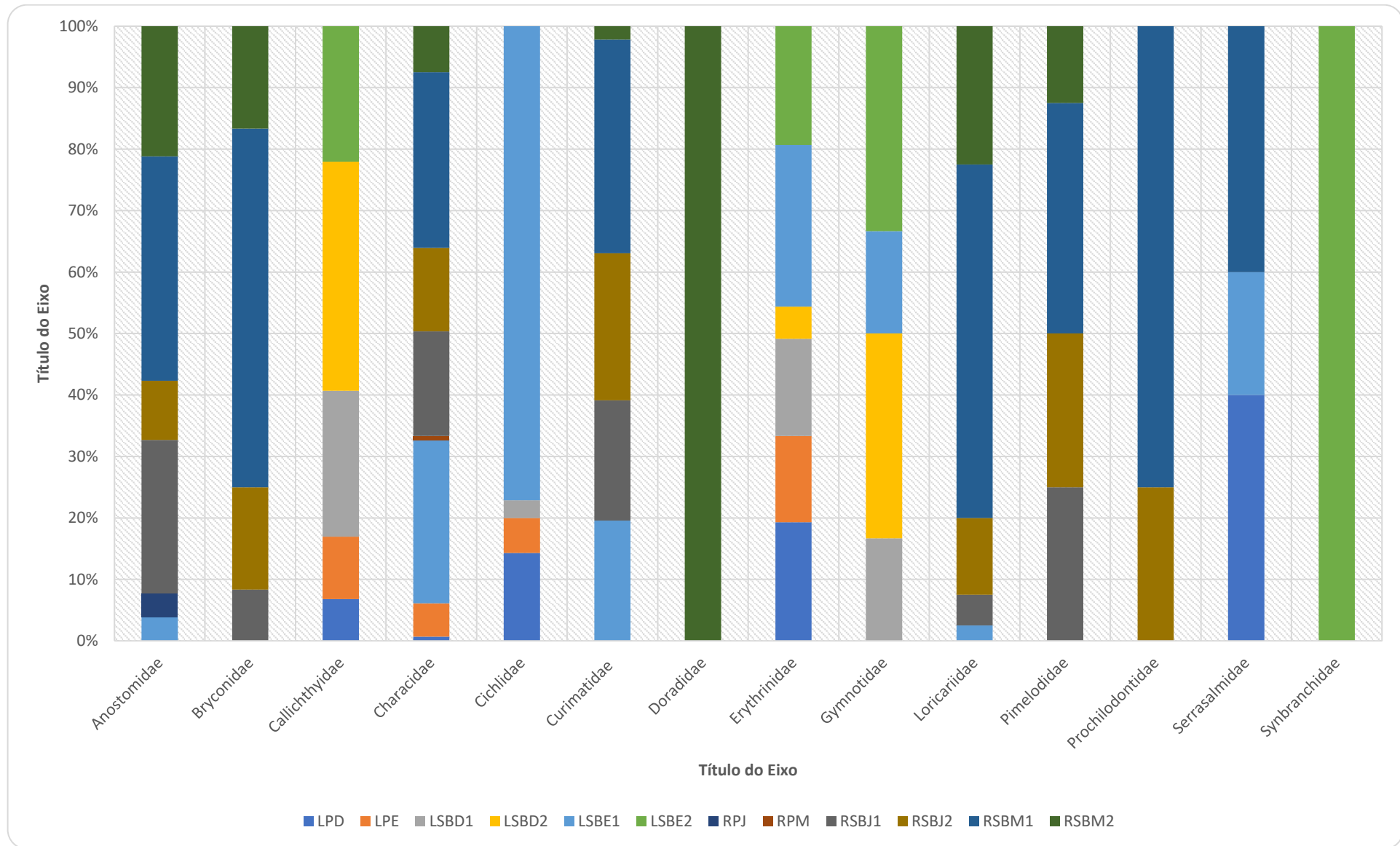
área das redes (m<sup>2</sup>) = altura (m) x comprimento (m).

Para o cálculo da CPUE foram considerados apenas os indivíduos coletados em redes de espera. A CPUE mostra uma grande variação na abundância numérica de espécies entre os ambientes estudados, sendo a espécie *Hoplias malabaricus* a mais abundante nas lagoas LPD e LPE, a

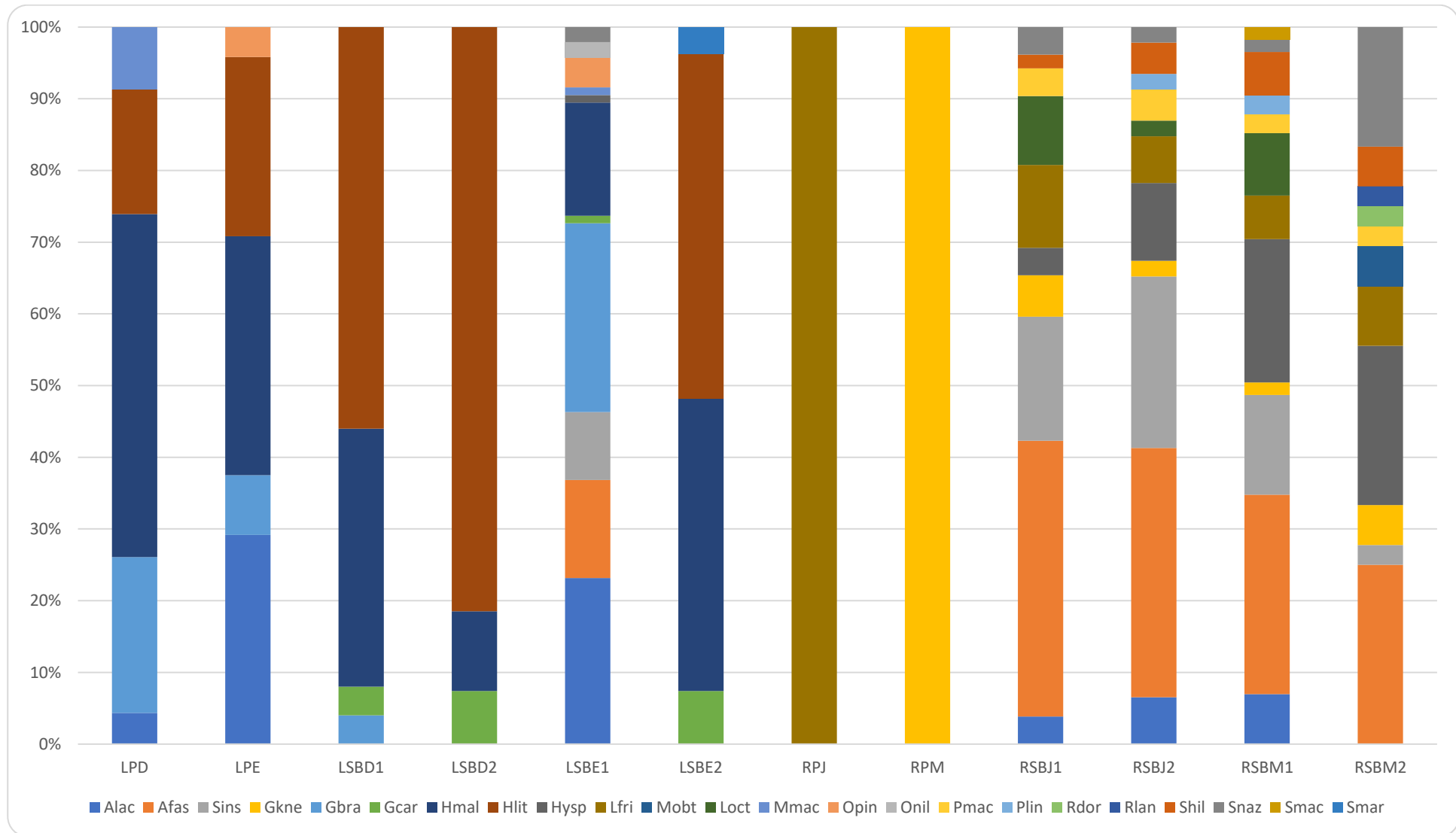


*Hoplosternum litoralle* nas lagoas LSBE2, LSBD1 e LSBD2 e o *Astyanax fasciatus* sendo o mais abundante nos 4 locais de coleta no Rio Santa Bárbara.

Com relação às famílias, a Characidae é a mais abundante em 58% dos locais coletados (LPE, LSBE1, RPM, RSBJ1, RSBJ2, RSBM1 e RSBM2), seguida da Callichthyidae (25%) e Erythrinidae (17%). A Figura 21 apresenta a frequência relativa da CPUE relacionando as famílias coletadas e os locais de coleta, enquanto a Figura 22 representa a frequência relativa da CPUE relacionando as espécies com os locais de coleta.



**Figura 25.** Frequência relativa da CPUE, relacionando famílias e locais de coleta, de espécimes coletados em rede de espera.



**Figura 26.** *Frequência relativa da CPUE, relacionando espécie e locais de coleta, de espécimes coletados em rede de espera*

#### 4.4.2 Abundância e Riqueza de espécies Margalef

A abundância de espécies nada mais é do que total de espécies identificadas durante as coletas, sendo a riqueza de espécies a relação entre o número total de espécies e o número total de indivíduos, podendo ser calculada pelo Índice de Biodiversidade de Margalef (Odum, 2004):

$$d = \frac{S - 1}{\ln(N)}$$

Sendo:

S = número total de espécies;

N = número total de indivíduos.

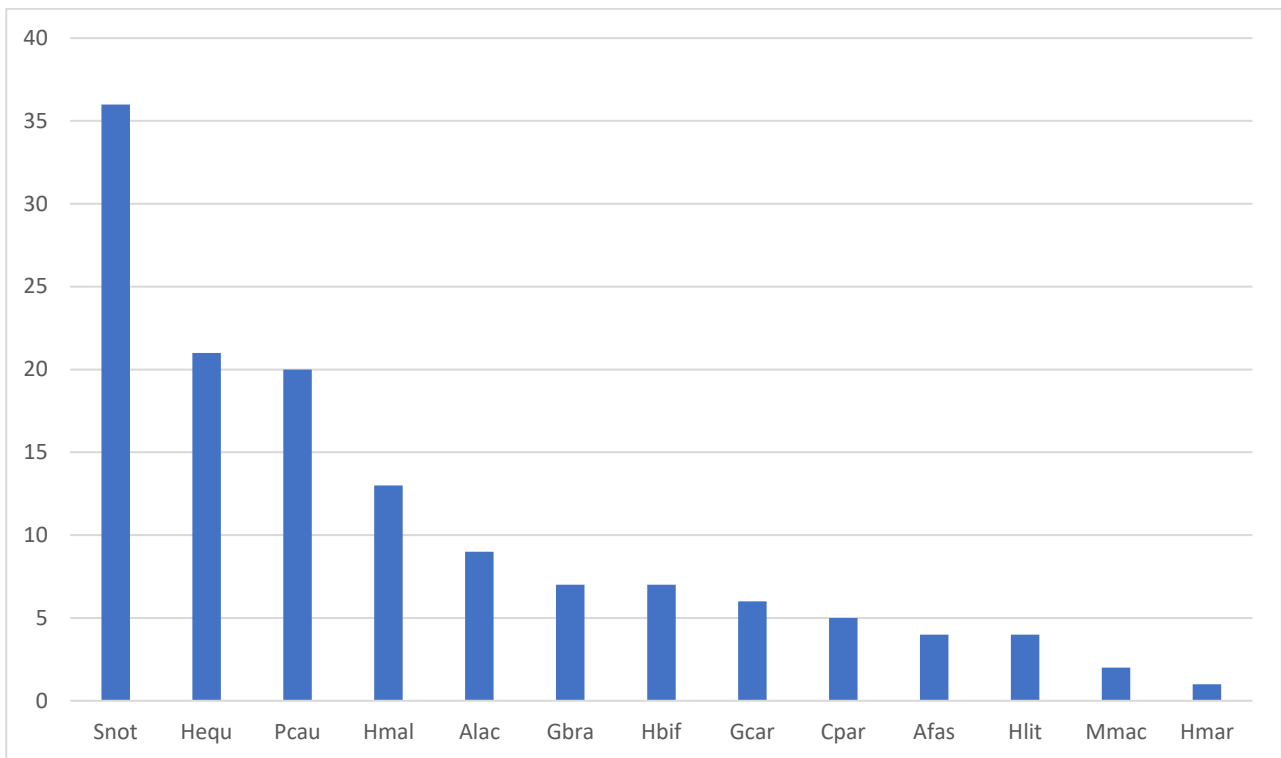
Valores de  $d$  abaixo de 2 denotam pouca biodiversidade e valores superiores a 5 demonstram grande biodiversidade no ambiente.

As estimativas de riqueza de uma população ou comunidade dependem das características da área amostrada e do esforço de coleta empreendido (Santos, 2009). Nesta pesquisa, o esforço de coleta foi padronizado, utilizando o mesmo número de redes de espera, na mesma sequência de lançamento, em horários próximos de lançamento e retirada, com o tempo de exposição em torno de 15 horas.

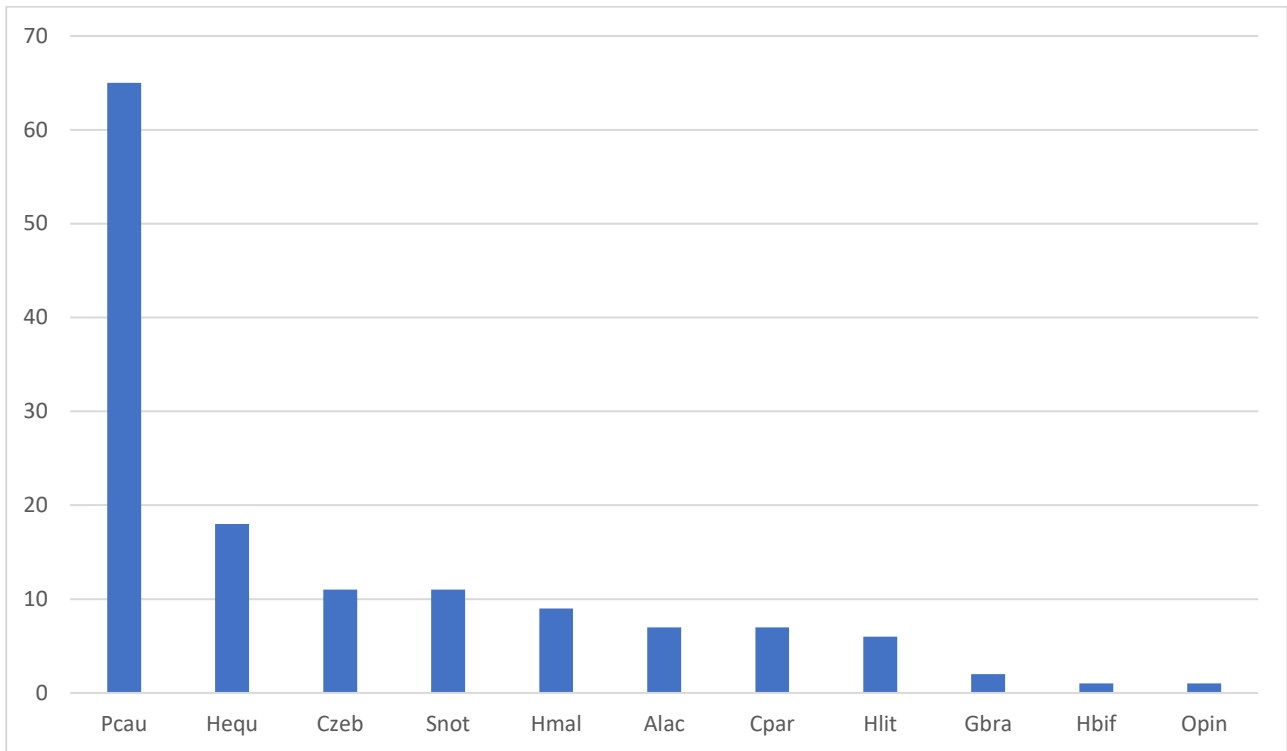
A espécie mais abundante no ambiente “lagoa”, incluindo as seis selecionadas para o estudo e considerando os dois aparatos de coleta, rede e peneira, foi a *Phalloceros caudimaculatus* com um total de 101 espécimes coletados, seguida da *Cichlasoma paranaense* com 81 espécimes e *Serrapinnus notomelas* com 78 espécimes.

Já no ambiente “rio”, incluindo os 4 pontos do Rio Santa Bárbara e os dois do Rio Potreiro, a espécie mais encontrada foi a *Astyanax fasciatus* com 64 ocorrências, seguida da *Hypostomus sp.* e *Steindachnerina insculpta* com 38 e 36 ocorrências, respectivamente. As abundâncias de espécies por local de coleta são apresentadas de forma gráfica nas Figuras de 27 a 37.

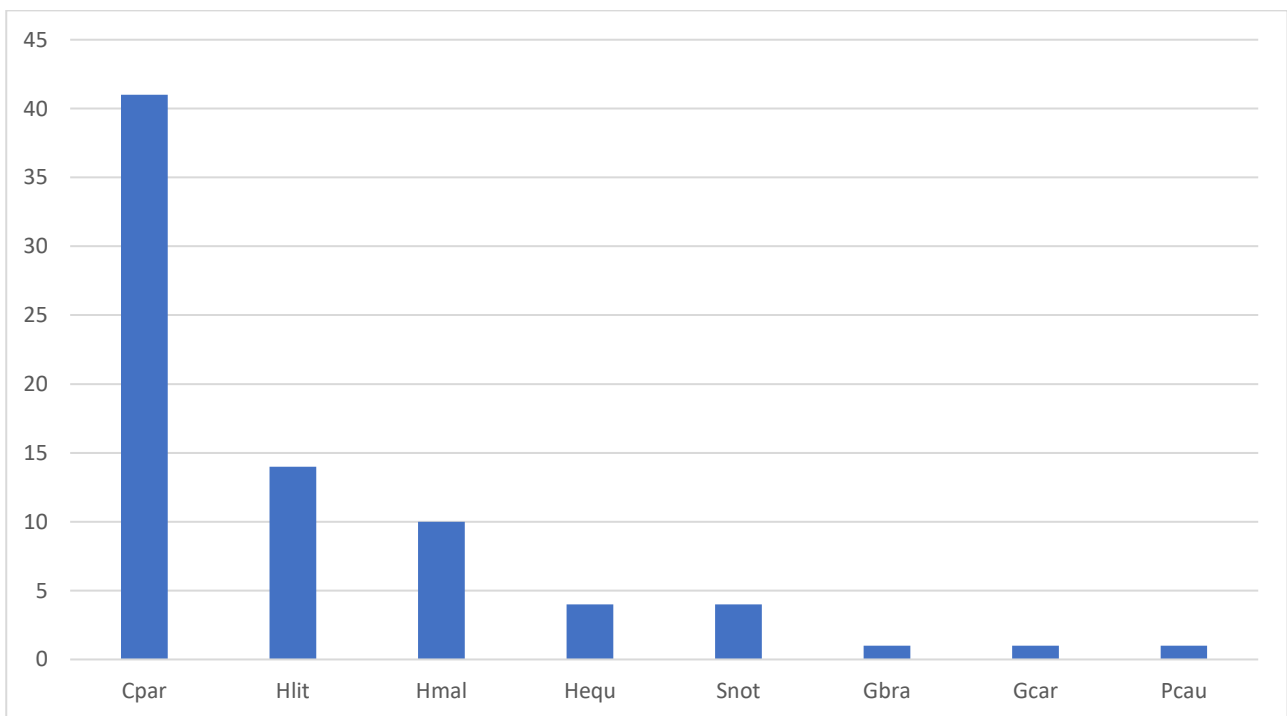
O cálculo da riqueza pelo Índice de Margalef demonstra baixa diversidade nas lagoas LSBD1, LSBD2, LSBE2 (valores de  $d$  inferiores a 2) e no Rio Potreiro com valor de  $d$  igual a zero. Nos demais ambientes observaram-se índices acima de 2,00, tendo oscilado entre 2,030 a 2,882, conforme Tabela 15.



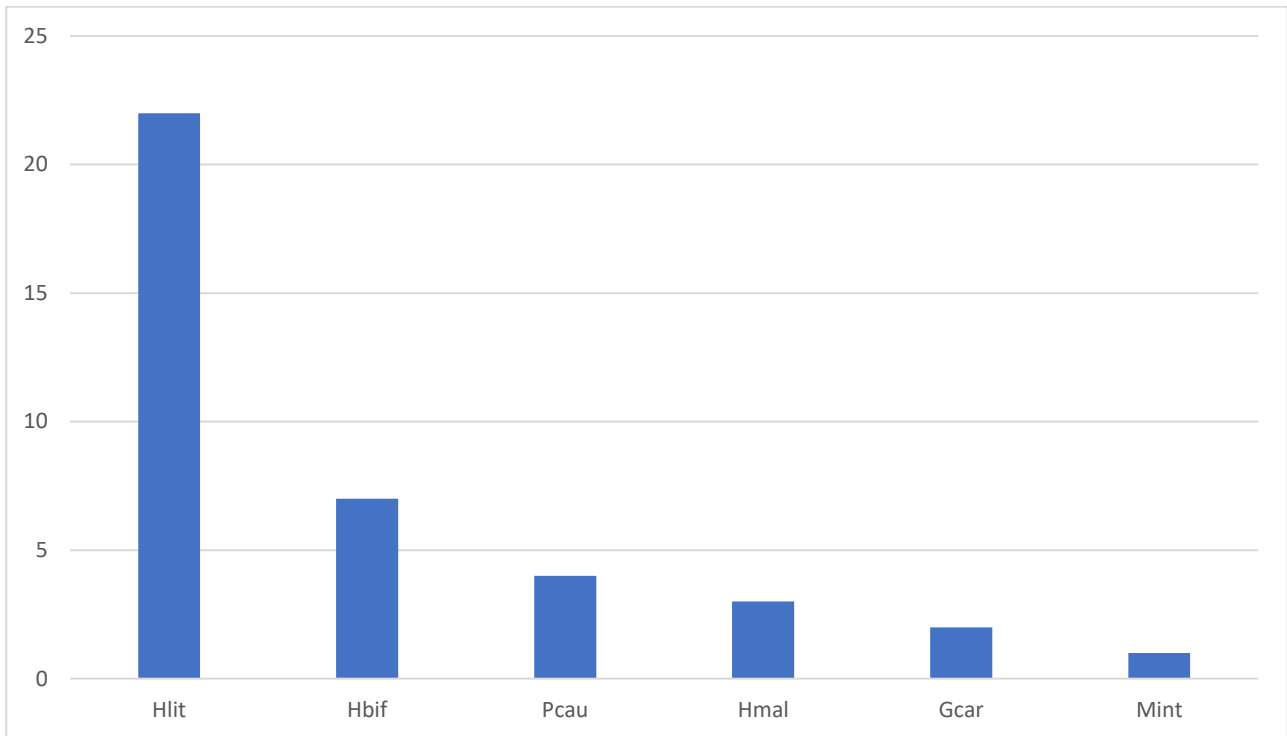
**Figura 27.** Abundância total na LPD, de espécimes capturados com os dois tipos de petrechos



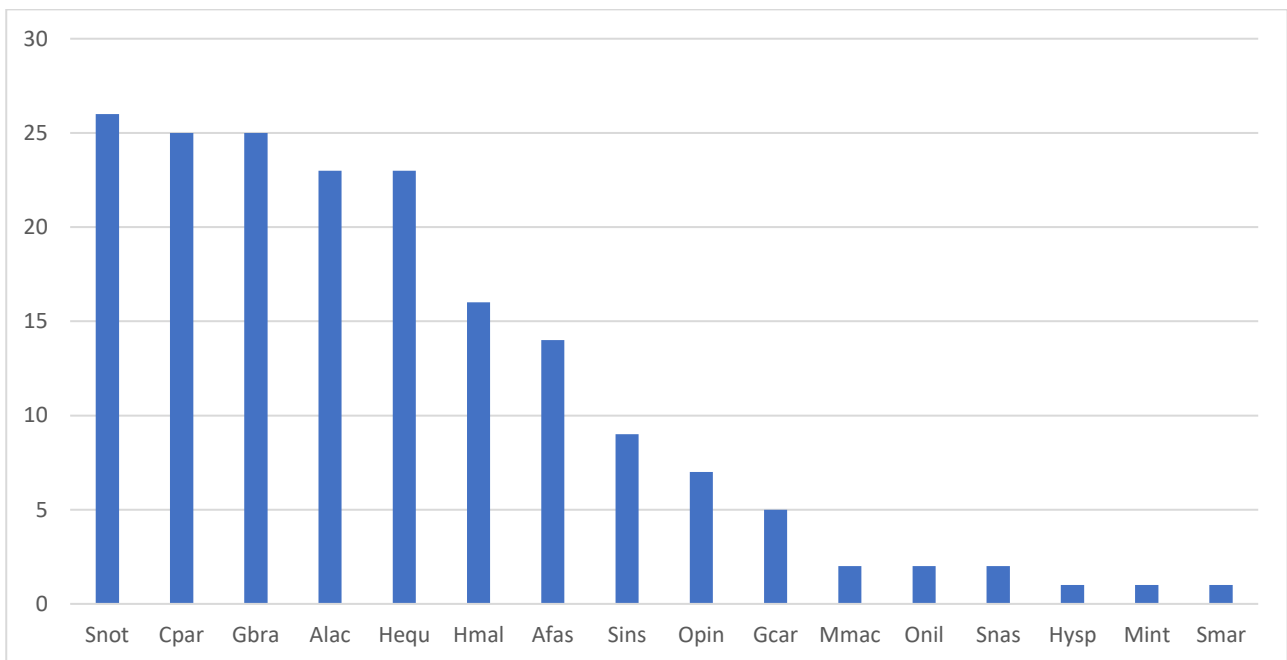
**Figura 28.** Abundância total na LPE, de espécimes capturados com os dois tipos de petrechos



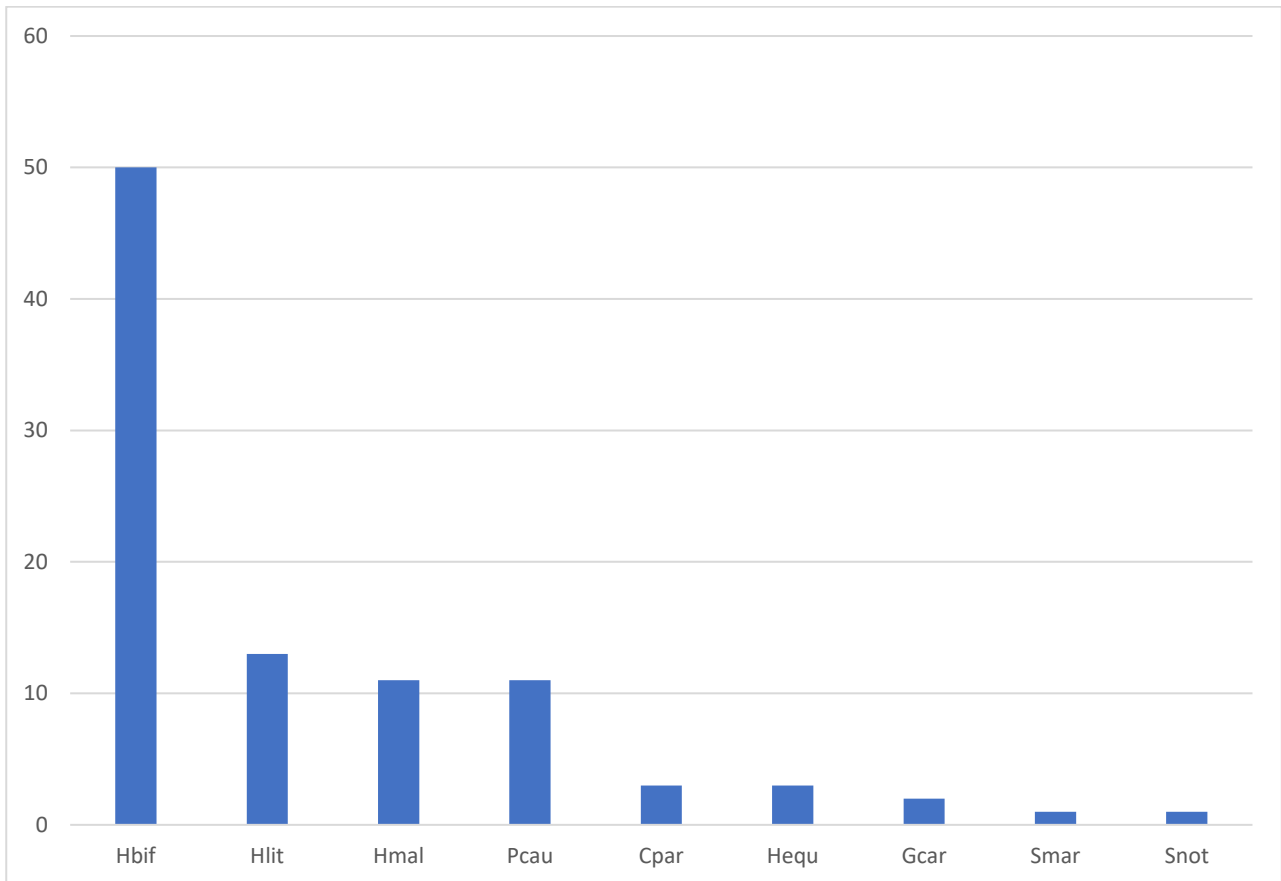
**Figura 29.** Abundância total na LSB1, de espécimes capturados com os dois tipos de petrechos



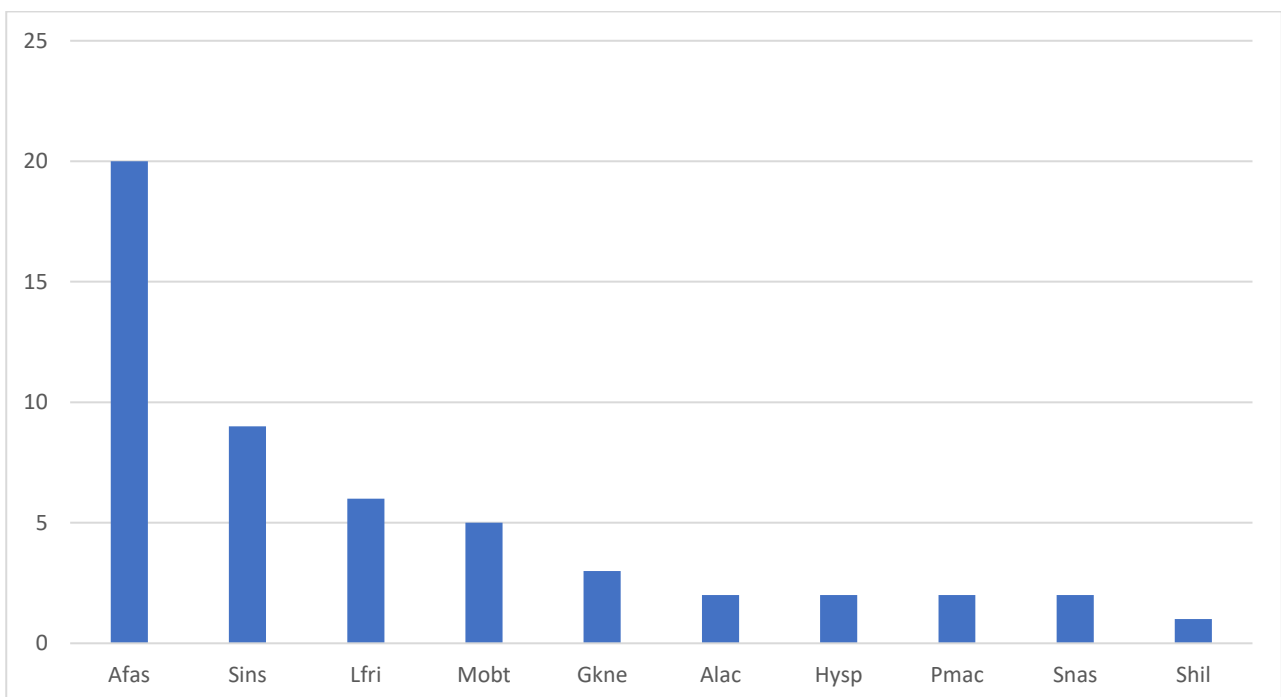
**Figura 30.** Abundância total na LSBD2, de espécimes capturados com os dois tipos de petrechos



**Figura 31.** Abundância total na LSBE1, de espécimes capturados com os dois tipos de petrechos

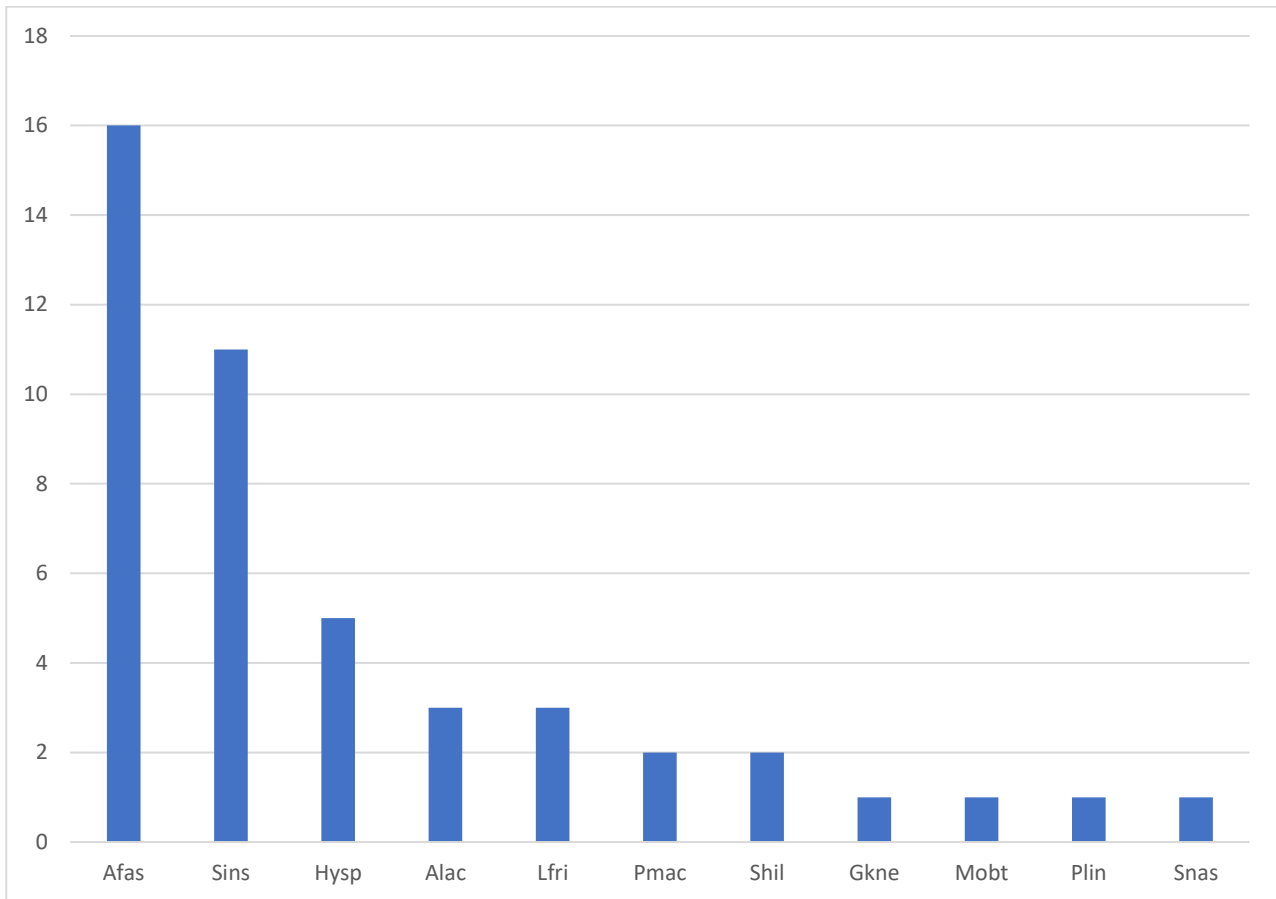


**Figura 32.** Abundância total na LSBE2, de espécimes capturados com os dois tipos de petrechos

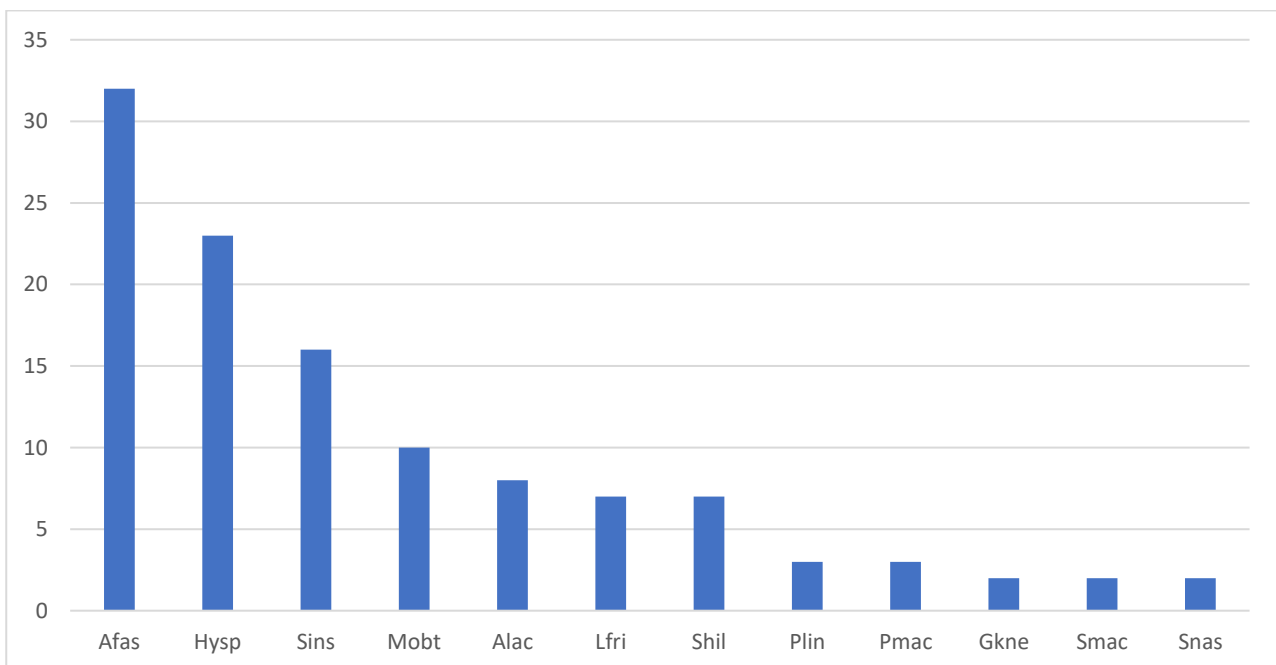


**Figura 33.** Abundância total no RSBJ1, de espécimes capturados com rede de espera

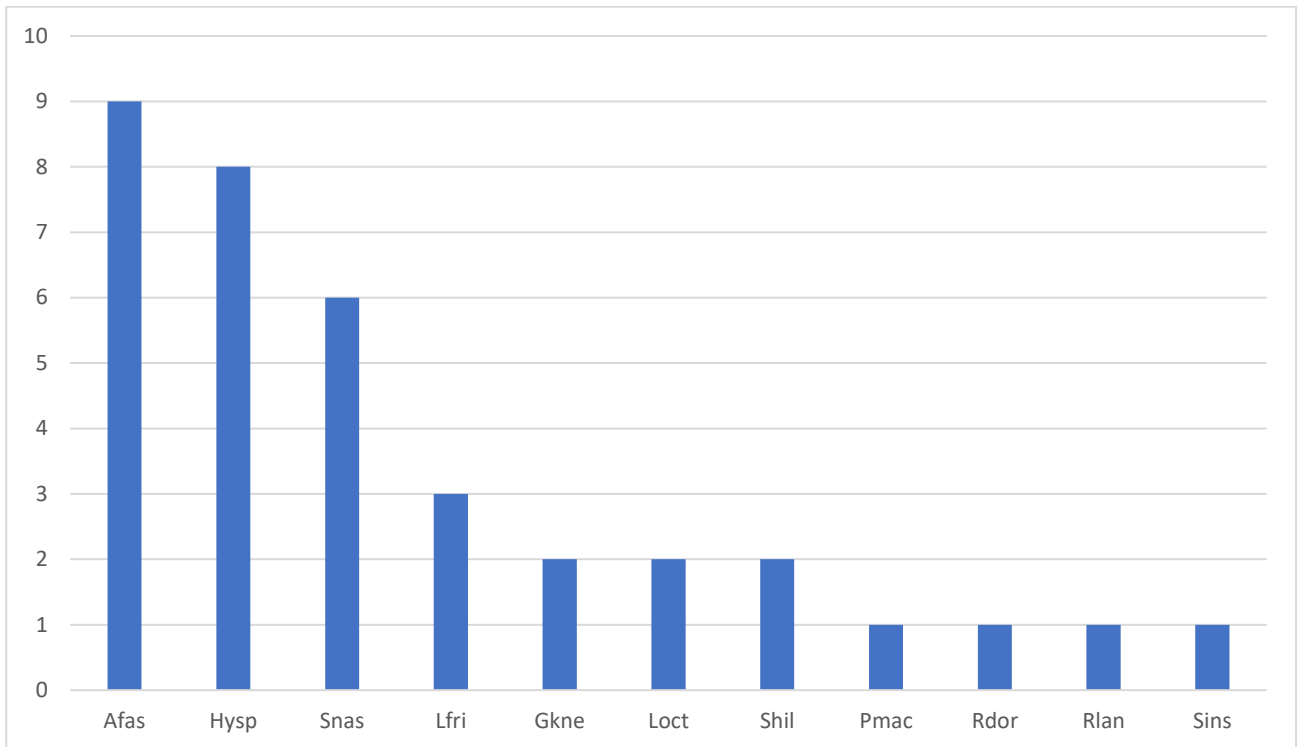




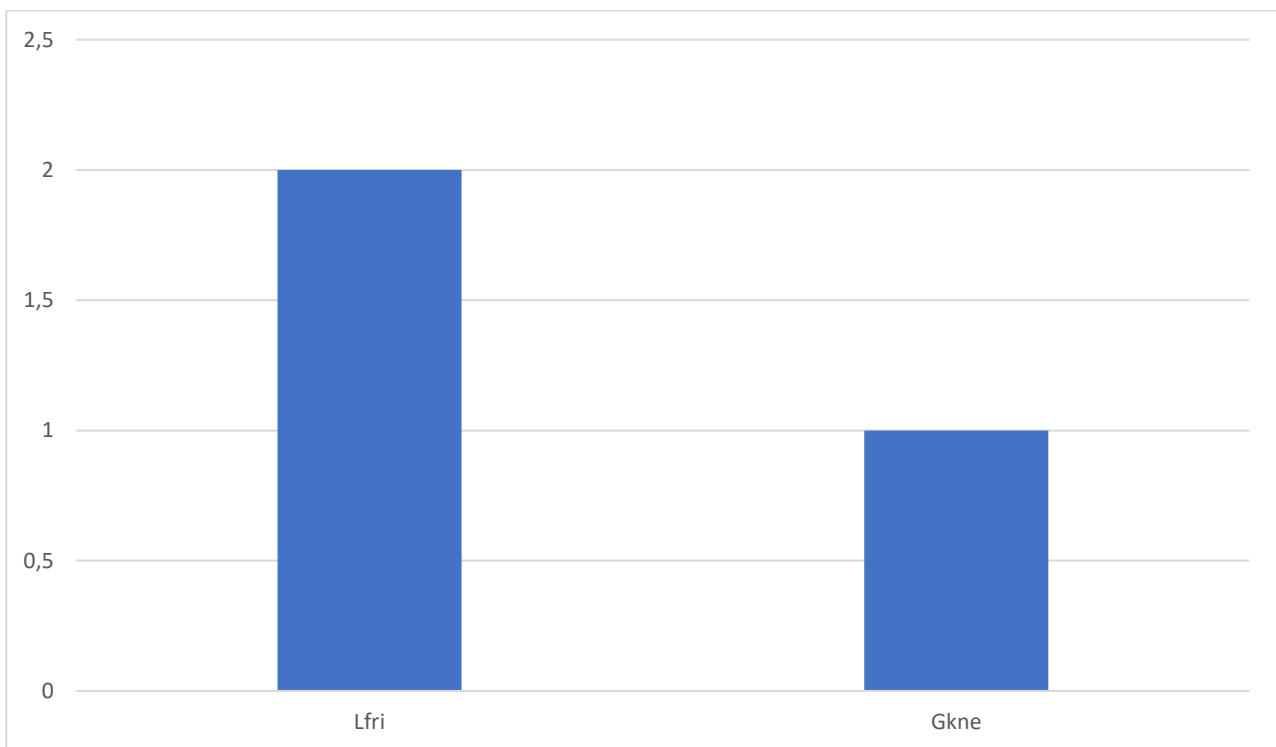
**Figura 34.** Abundância total no RSBJ2, de espécimes capturados com rede de espera



**Figura 35.** Abundância total no RSBM1, de espécimes capturados com rede de espera



**Figura 36.** Abundância total no RSBM2, de espécimes capturados com rede de espera



**Figura 37.** Abundância total no Rio Potreiro, incluindo os dois pontos de coleta (RPM e RPJ) de espécimes capturados com rede de espera

#### 4.4.3 Equitabilidade de Pielou

O índice criado por Pielou (1966), derivado do índice de Shannon-Wiener, representa a uniformidade da distribuição de indivíduos entre as espécies existentes no ambiente, variando de 0 (uniformidade mínima) a 1 (uniformidade máxima).

$$J' = \frac{H'}{H_{max}}$$

Sendo:

$H_{max} = \ln(S)$

S = número total de espécies

H' = índice de diversidade de Shannon-Wiener

O Rio Potreiro foi o que demonstrou pior uniformidade, com valor de  $J' = 0,0$ . As lagoas LSBD1 e LSBE2, com índices de 0,6696 e 0,6848, respectivamente, exibiram uniformidade média, sendo que as demais áreas amostradas obtiveram índices entre 0,7302 e 0,8618 (Tabela 15).

#### 4.4.4 Constância de ocorrência de Dajoz

A proposta de Dajoz (1978) infere a frequência de ocorrência de determinada espécie no ambiente, relacionando a frequência de ocorrência (número de captura da espécie) pelo total de amostragens. Importante destacar que no presente estudo foram realizadas apenas quatro coletas, o que pode trazer informações imprecisas para esse índice.

$$C = \frac{p \cdot 100}{P}$$

Onde:

p = número de coletas contendo a espécie

P = número total de coletas

As espécies são categorizadas como constantes, quando  $c > 50\%$ ; acessórias, quando  $25 < c \leq 50\%$ ; raras, quando  $c \geq 25\%$ .

No ambiente “lagoas”, a espécie mais frequente nas coletas foi a *Hoplias malabaricus*, sendo considerada constantes para todas as lagoas. No ambiente “rio”, a espécie *Astyanax fasciatus* foi a mais presente, sendo constante nos quatro pontos de coleta do Rio Santa Bárbara.

O Rio Potreiro se destacou como o local com o maior número de ausência de espécies, sendo encontrada apenas 2 espécies nos pontos RPJ e RPM, com uma espécie apenas em cada um dos pontos. A lagoa LSBE1 foi a que apresentou o maior número de espécies (11 no total), sendo 5 constantes, 2 acessórias e 4 raras. Os dados completos de constância de captura estão compilados na Tabela 22 (Anexo IV).

#### 4.4.5 Diversidade de Shannon-Wiener

A diversidade de Shannon-Wiener é um dos índices utilizados para medir a diversidade biológica, relacionando a abundância total e a abundância relativa de cada espécie. Valores de  $H'$  acima de 2,00 indicam maior diversidade. Segundo Polaz (2013) a abundância e a riqueza tendem a diminuir em função da degradação do ambiente, refletindo em baixos índices de Shannon.

$$H' = - \sum_{i=0}^S p_i \ln_i$$

Sendo:

$H'$  = diversidade de Shannon

$p_i$  = proporção do total da amostra pertencente a espécies  $i$ .

O Rio Potreiro apresentou baixíssima diversidade, chegando a 0 (zero) o índice de Shannon. A lagoa LSBD2 com índice de 1,308 e a LSBD1 com 1,392 foram as lagoas com menor diversidade, sendo que nos demais pontos de coleta houve variação de 1,505 a 2,364 (Tabela 15).

#### 4.4.6 Dominância de Simpson

A dominância de Simpson estima o grau de importância que determinada espécie possui em relação à comunidade (Dajoz, 2005), podendo ser calculada de acordo com a fórmula abaixo, variando de 0 (sem dominância) a 1 (alta dominância).

$$D = \frac{n_i (n_i - 1)}{N (N - 1)}$$

Sendo:

D = dominância de Simpson

$n_i$  = número de indivíduos da espécie  $i$  na amostra

N = número total de indivíduos na comunidade

A dominância de espécies variou amplamente, desde 0 (baixíssima dominância) no Rio Potreiro até 0,8961 (alta dominância) na lagoa LSBE1. O Rio Santa Bárbara e as lagoas LSBE1 e LPD foram os locais que apresentaram maiores índices de dominância (Tabela 15).

**Tabela 15.** Índices ecológicos calculados por meio do Software Primer Permanova 6.0

Ambiente	Total de sp (S)	Total de indivíduos (N)	Riqueza de Margalef (d)	Equitabilidade de Pielou (J')	Diversidade de Shannon (H')	Dominância de Simpson (D)
LPD	13	135	2,446	0,8598	2,205	0,8647
LPE	11	138	2,03	0,7394	1,773	0,7422
LSBD1	8	76	1,616	0,6696	1,392	0,6604
LSBD2	6	39	1,365	0,7302	1,308	0,6464
LSBE1	16	182	2,882	0,8528	2,364	0,8961
LSBE2	9	95	1,757	0,6848	1,505	0,682
RPJ	1	2	0	****	0	0
RPM	1	1	****	****	0	****
RSBJ1	10	52	2,278	0,8196	1,887	0,8054
RSBJ2	11	46	2,612	0,7975	1,912	0,8135
RSBM1	12	115	2,318	0,8421	2,092	0,8485
RSBM2	11	36	2,791	0,8618	2,066	0,8651

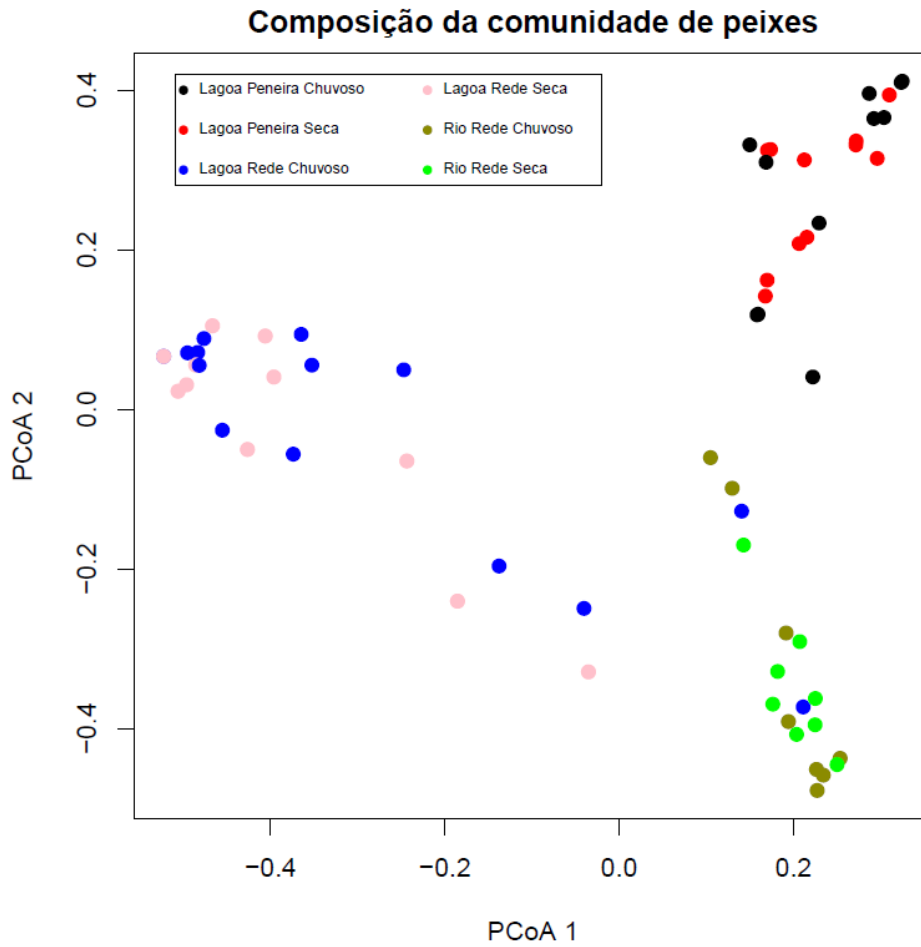
#### 4.4.7 Análise estatística

Pôde-se verificar uma diferença estatística significativa na composição (Pillai=1.58, GL=5,  $P<0.005$ ), sendo que os dois eixos da PCoA contribuíram significativamente com essa diferença (ANOVA PCoA1:  $F=46.31$ , GL=5,  $P<0.005$ ; ANOVA PCoA2:  $F=42.12$ , GL=5,  $P<0.005$ ).

A Figura 38 traz uma representação gráfica da composição de espécies nos eventos de coleta em plano bidimensional, com cores para distinguir por apetrecho, ambiente e estação do ano (i.e. os níveis do fator incluído nas análises). A Tabela 16 traz as comparações entre ambientes, apetrechos utilizados e época do ano, realizadas por meio do Teste de Tukey. O eixo X (PCoA1) sugere uma forte distinção entre os ambientes “lagoa” e “rio”, que se mostrou estatisticamente significativa, como as diferenças capturadas pelas comparações das composições da Lagoa vs Rio (comparações 11,12,13 e 14). Também houve diferença significativa no apetrecho de coleta utilizado nas lagoas, representados pelos pontos vermelhos e azuis da Figura 38 e pelas comparações 2, 3, 6 e 7 da Tabela 16. Contudo, não houve diferença estatística para as comparações que envolviam diferenças entre estações do ano em cada tipo de ambiente, conforme comparações 1, 10, 15 (Tabela 16). Já o eixo Y (PCoA2) mostra uma forte distinção entre os ambientes “lagoa” e “rio”, confirmada estatisticamente pelas comparações 26 a 29 da Tabela 16.

**Tabela 16.** Testes de Tukey, comparando ambiente (lagoa x rio), apetrecho utilizado (rede de espera x peneira) e estação do ano (seca e chuvoso), apresentando suas diferenças e valor-p, utilizando o pacote vegan e ape no programa estatístico R.

<b>PCoA1</b>			
Comparação	Local, apetrecho e época do ano	Diferença	P
1	LagoaPeneiraSeca x LagoaPeneiraChuvoso	-0.01395	P > 0,05
2	LagoaRedeChuvoso x LagoaPeneiraChuvoso	-0.52950	P < 0,001
3	LagoaRedeSeca x LagoaPeneiraChuvoso	-0.61721	P < 0,001
4	RioRedeChuvoso x LagoaPeneiraChuvoso	-0.04288	P > 0,05
5	RioRedeSeca x LagoaPeneiraChuvoso	-0.03663	P > 0,05
6	LagoaRedeChuvoso x LagoaPeneiraSeca	-0.51555	P < 0,001
7	LagoaRedeSeca x LagoaPeneiraSeca	-0.60327	P < 0,001
8	RioRedeChuvoso x LagoaPeneiraSeca	-0.02894	P > 0,05
9	RioRedeSeca x LagoaPeneiraSeca	-0.02269	P > 0,05
10	LagoaRedeSeca x LagoaRedeChuvoso	-0.08772	P > 0,05
11	RioRedeChuvoso x LagoaRedeChuvoso	0.48662	P < 0,001
12	RioRedeSeca x LagoaRedeChuvoso	0.49287	P < 0,001
13	RioRedeChuvoso x LagoaRedeSeca	0.57433	P < 0,001
14	RioRedeSeca x LagoaRedeSeca	0.58058	P < 0,001
15	RioRedeSeca x RioRedeChuvoso	0.00625	P > 0,05
<b>PCoA2</b>			
16	LagoaPeneiraSeca x LagoaPeneiraChuvoso	-0.00303	P > 0,05
17	LagoaRedeChuvoso x LagoaPeneiraChuvoso	-0.31578	P < 0,001
18	LagoaRedeSeca x LagoaPeneiraChuvoso	-0.30640	P < 0,001
19	RioRedeChuvoso x LagoaPeneiraChuvoso	-0.61353	P < 0,001
20	RioRedeSeca x LagoaPeneiraChuvoso	-0.62775	P < 0,001
21	LagoaRedeChuvoso x LagoaPeneiraSeca	-0.31274	P < 0,001
22	LagoaRedeSeca x LagoaPeneiraSeca	-0.30337	P < 0,001
23	RioRedeChuvoso x LagoaPeneiraSeca	-0.61050	P < 0,001
24	RioRedeSeca x LagoaPeneiraSeca	-0.62472	P < 0,001
25	LagoaRedeSeca x LagoaRedeChuvoso	0.00938	P > 0,05
26	RioRedeChuvoso x LagoaRedeChuvoso	-0.29775	P < 0,001
27	RioRedeSeca x LagoaRedeChuvoso	-0.31197	P < 0,001
28	RioRedeChuvoso x LagoaRedeSeca	-0.30713	P < 0,001
29	RioRedeSeca x LagoaRedeSeca	-0.32135	P < 0,001
30	RioRedeSeca x RioRedeChuvoso	-0.01422	P > 0,05



**Figura 38.** Representação gráfica da composição de espécies nos eventos de coleta em plano bidimensional por ambiente, tipo de apetrecho utilizado e estação do ano.



## 5. DISCUSSÃO

A bacia do Rio Santa Bárbara tem sofrido, ao longo dos últimos 80 anos, com a intensificação da exploração de suas terras para atividades agropecuárias, sendo em meados do século passado a pecuária leiteira e o cultivo do café as mais relevantes (Vieira, 1985). A mineração, com ênfase na exploração do diamante, foi também uma importante atividade desenvolvida na região e que causou impactos significativos nos leitos dos rios. Atualmente, a região é ocupada quase que exclusivamente com o cultivo de cana-de-açúcar.

Analisando o mapa de uso e ocupação do solo na bacia do Santa Bárbara (Figura 8), verificamos a ocorrência de grandes áreas para o cultivo da cana-de-açúcar, pastagem, fruticultura (citrus), café e uma pequena área de remanescentes de vegetação nativa no entorno dos corpos hídricos.

O domínio da região pela monocultura da cana, em especial no escopo desta pesquisa, é possivelmente o principal fator a ser investigado em estudos futuros como vetor de impacto à biodiversidade local. Sabe-se que os agroquímicos, intensamente utilizados nessa cultura, especialmente após a proibição da queima da palha, podem causar a contaminação do solo e serem carregados para o leito dos rios. A contaminação de corpos hídricos por organofosforados (Parathion) e organoclorados (BHC, DDT), seja ela por manipulação inadequada, lixiviação ou pulverização (aérea ou terrestre) incorreta, é causa comum de mortandade de peixes no estado de São Paulo (CETESB, 2018).

Uma prática muito frequente no cultivo da cana é a fertirrigação com vinhaça, um subproduto do processo produtivo do etanol, e pode ser caracterizada como uma potencial fonte de poluição de rios e lagos, devido à presença elevada de metais tóxicos na sua composição (Fues, 2013).

Outro fator impactante a ser considerado é a construção de usinas hidrelétricas em cascata. Ao longo do Rio Sapucaí-Mirim foram construídas seis Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCHs desde o início do século passado (PCH's Retiro, Anhanguera, Palmeiras, São Joaquim, Dourados e

Esmeril), sendo as cinco primeiras a jusante da foz do Rio Santa Bárbara. Os empreendimentos ali instalados, caracterizados por desvio do leito do rio por meio de um canal, são considerados menos impactantes (Habit et al., 2007), mas interferem significativamente na mobilidade da ictiofauna, principalmente durante o período de reprodução das espécies reofilicas. Por sua vez, o Rio Santa Bárbara encontra-se livre de barramentos, fato de enorme importância para manutenção de estoques pesqueiros e conservação da biodiversidade aquática (Vazzoler et al, 1999).

Segundo Kusma e Ferreira (2012), a ausência de avaliações de eficiência em Mecanismo de Transposição de Peixes (MTPs) em PCHs e usinas de menor porte, dificulta qualificar sua eficiência. Em seu trabalho, em uma PCH do Rio Grande do Sul, foi identificada a predominância de apenas duas espécies (*P. absconditus* e *S. nasutus*) utilizando-se das escadas para peixes. Para Agostinho et al. (2003), a série de barragens nos principais afluentes do Alto Paraná é responsável pela virtual ausência de peixes conhecidos como “grandes migradores”, abundantes antes dos represamentos.

No caso da fauna continental brasileira, incluindo-se a ictiofauna, os principais vetores de ameaça são a degradação do habitat e a retirada direta de indivíduos da natureza. A degradação do ambiente está diretamente relacionada a atividades agropecuárias, geração e transmissão de energia e à expansão urbana (ICMBio, 2016).

O Rio Santa Bárbara recebe o lançamento de efluentes domésticos de Patrocínio Paulista/SP, da indústria de laticínios e de alguns empreendimentos de curtimento de couro instalados no município. Apesar desses efluentes passarem por tratamento prévio ao lançamento, valores residuais de contaminantes, permitidos pela Resolução Conama 357/2005, são lançados no rio e, por consequência, podem afetar sua fauna residente.

Outro aspecto bem documentado acerca de extinção de espécies, ou redução da biodiversidade, é a introdução de espécies exóticas. No presente estudo, foram identificadas apenas duas espécies introduzidas na bacia do Santa Bárbara, sendo uma alóctone (*Metynnis maculatus*) e uma exótica (*Oreochromis niloticus*). Essa informação é bastante relevante, pois sabe-se que as

espécies introduzidas, por não terem predador natural, obtêm vantagem competitiva e acabam por ocupar os nichos de espécies nativas.

O levantamento produzido entre julho/2017 e março/2018 mostrou que a bacia do Santa Bárbara, como ocorre em praticamente toda a bacia do Alto Paraná, sofre com a introdução de espécies não nativas. Porém, foi verificado um volume significativamente baixo de espécies não nativas, sendo apenas uma espécie alóctone e uma exótica. A maior incidência de espécies não nativas se deu em LSBE1, com dois espécimes de *Metynnis maculatus* e dois espécimes de *Oreochromis niloticus*. Na lagoa LPD foram encontrados dois espécimes de *Metynnis maculatus*. No total foram apenas seis espécimes não nativas, o que representa 0,7% do total de peixes coletados.

A pesca na bacia do Santa Bárbara é, na sua grande maioria realizada por pescadores amadores, como forma de lazer ou para consumo de proteína por suas famílias. Apesar de ter sido verificada em lagoas marginais – áreas com restrição total à pesca – essa atividade, aparentemente, não impacta de forma expressiva a abundância de peixes na região. Porém, durante todo o período de trabalho na região, não houve notícia de uma ação de fiscalização por parte dos órgãos responsáveis para inibir a prática da pesca ilegal, que ocorre em locais proibidos (lagoas marginais) e em épocas de restrição à pesca (defeso).

Considerando ser este o primeiro estudo desenvolvido no Rio Santa Bárbara, e pelo esforço de coleta empreendido, o número de espécies encontradas está condizente com outras pesquisas feitas em rios de menor porte na porção norte do estado de São Paulo, como Castro et al. (2004) e Lemes (2002), em que foram identificadas 52 e 21 espécies, respectivamente. Por esse mesmo motivo, sendo esta uma investigação pioneira, não é possível avaliar se há algum impacto na diversidade de peixes da bacia do Santa Bárbara, já que não temos dados anteriores para comparação.

O Sapucaí-Mirim possui 105 espécies já identificadas, segundo levantamentos de Castro et al. (2004), Cesário (2010), Souza (2014) e Brambilla (2016). No presente estudo foram identificadas 3 espécies ainda não descritas para a bacia do Sapucaí-Mirim, sendo elas

*Hyphessobrycon bifasciatus* (coletada nos pontos LSBE2, LPD, LPE), *Moenkhausia intermedia* (coletada nos pontos LSBE1 e LSBE2) e *Brycon nattereri* (coletada em lagoa não alvo da pesquisa).

Pelo gráfico de Composição da Comunidade de Peixes, uma PCoA baseada na distância de Bray-Curtis tendo em vista a abundância coletada, confirmados com testes post-hoc de Tukey, verificou-se que não houve alteração significativa nos períodos de seca e cheia, mas com diferenças entre espécies coletadas com diferentes aparatos e entre os ambientes estudados (rios e lagoas). Por não haver diferença significativa entre os períodos de seca e cheia, não é possível afirmar que a região esteja exercendo um papel importante para o recrutamento de peixes. Deve-se considerar também que o período de coleta foi relativamente curto (julho/2017 a março/2018), sendo necessárias novas pesquisas para aferir qual a real condição da região no processo de reabastecimento de populações adultas de peixes.

Contudo, ao longo das campanhas foram coletadas três espécies de grandes migradores, sendo elas: *Megaleporinus obtusidens* (Rio Santa Bárbara RSBM1, RSBJ1, RSBJ2), *Prochilodus lineatus* (RSBM1 e RSBJ2) e *Salminus hilarii* (RSBM1, RSBM2, RSBJ1 e RSBJ2), o que demonstra que apesar das interferências antrópicas na bacia do Sapucaí-Mirim, e em especial, na bacia do Santa Bárbara, essas espécies têm conseguido vencer os obstáculos e chegar até as áreas de reprodução.

Foi verificada a predominância da ordem dos Characiformes (63%), seguida dos Perciformes (13%), Siluriformes (12%) e Cyprinodontiformes (11%), se considerados os dois aparatos de coleta. Quando considerada apenas a coleta efetuada com rede de espera esses valores se alteram para: Characiformes (68%), Siluriformes (23%) e Perciformes (7%). Esses valores, referentes à coleta com rede de espera, estão condizentes com outros estudos realizados na bacia do Alto Paraná (Lowe-McConnell, 1975; Agostinho & Júlio Jr., 1999 e Langeani et al., 2007), onde as ordens dos Characiformes e Siluriformes são as mais especiosas e perfazem algo em torno de 80% da ictiofauna.

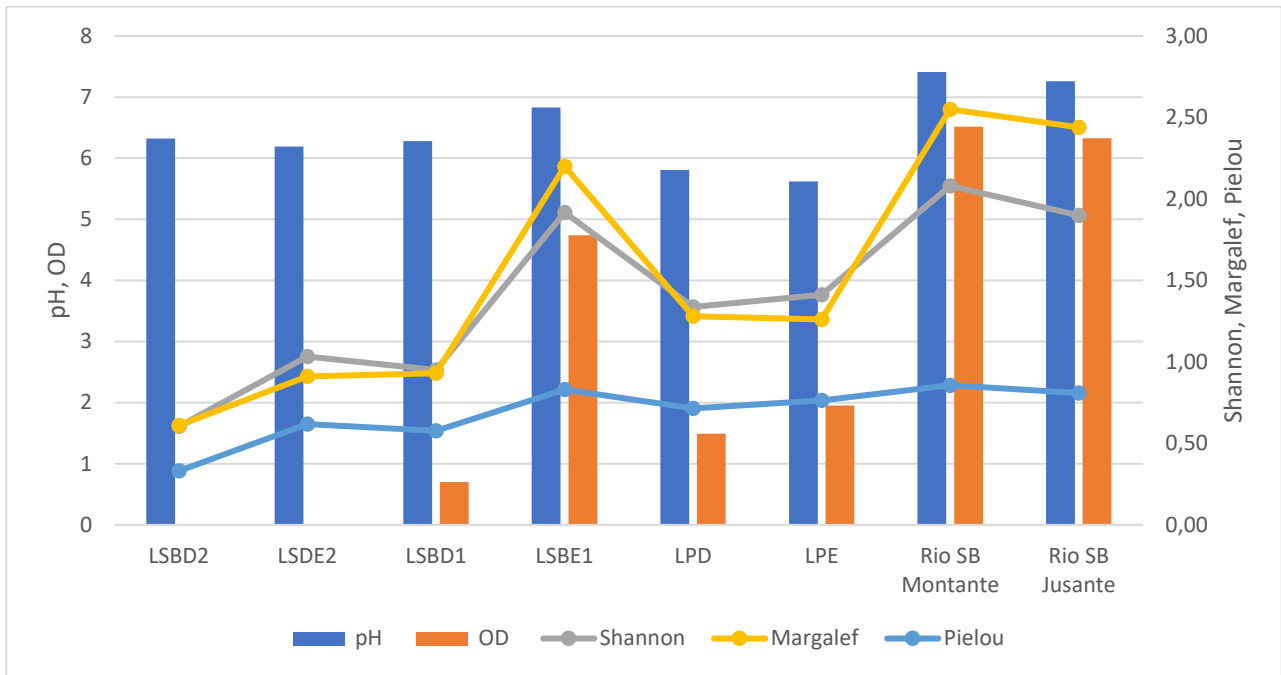
Como esperado, a família Characidae é a de maior ocorrência, representando 31% de toda a ictiofauna da bacia do Santa Bárbara. As famílias Callichthyidae, Erythrinidae e Curimatidae representam 12%, 12% e 11%, respectivamente.

No Rio Santa Bárbara, em todos os locais de coleta, foi verificado um alto grau de dominância de espécies, sendo as mais especiosas o *Astyanax fasciatus* (31%), *Hypostomus sp* e *Steindachnerina insculpta* com 15%. No Rio Potreiro, em função da baixíssima ocorrência, não se pôde fazer uma análise de dominância. Já no ambiente “lagoas”, considerando apenas os indivíduos coletados em rede de espera, houve uma variação maior nesse aspecto, com lagoas revelando desde baixa dominância (LSBD2) até alta dominância (LSBE1). As espécies mais especiosas no ambiente “Lagoas” foram as *Hoplosternum littorale* (27%), *Hoplias malabaricus* (26%), *Geophagus brasiliensis* (15%) e *Astyanax lacustris* (14%).

Nos locais estudados, verificou-se uma baixa diversidade de espécies, com valores do Índice de Margalef próximo a 2, sendo que apenas a lagoa LSBE1 ( $d = 2,882$ ) e o local RSBM2 do Rio Santa Bárbara ( $d = 2,791$ ), obtiveram índices mais elevados de diversidade.

Uma hipótese para os baixos índices registrados para o Rio Potreiro é a escolha inadequada do equipamento utilizado para a coleta. Seguindo a metodologia adotada, utilizou-se de redes de espera de 10 m de comprimento e 1,5 m de altura, apetrecho excessivamente grande para um rio de pequeno porte.

A lagoa LSBE1, com maior espelho d'água dentre as estudadas, sem a presença de macrófitas flutuantes, melhores níveis de oxigênio dissolvido e temperatura média mais alta, exibiu melhor diversidade de espécies segundo Índice de Shannon-Wiener (2,364), de Riqueza de Margalef (2,882) e Dominância de Simpson (0,8961). Já a lagoa LSBD2, em avançado estágio de sucessão ecológica, com o menor espelho d'água, quantidade excessiva de macrófitas, oxigênio dissolvido em níveis imperceptíveis pelo equipamento utilizado e condutividade elevada apresentou os piores índices ecológicos (Figura 39). O *Hoplosternum littorale*, espécie adaptada a esse tipo de ambiente (Kurchevski, 2012), foi a mais recorrente, tendo desenvolvido adaptações comportamentais, fisiológicas e morfológicas para sobrevivência em locais anóxicos, como respiração aérea sincronizada e respiração intestinal secundária (Hostache e Mol, 1998).



**Figura 39.** Valores de pH, oxigênio dissolvido e índices de Shannon-Wiener, Margalef e Pielou dos locais de coletas, sendo que os pontos RSBM1 e RSBJ1 foram agrupados para Rio SB Montante e os pontos RSBM2 e RSBJ2 agrupados para Rio SB Jusante

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os dados colhidos ao longo deste trabalho, verificou-se a predominância de Characiformes (63%), seguida pelos Perciformes (13%) e Siluriformes (12%), o que destoia do padrão relatado em outras pesquisas semelhantes realizadas na bacia do alto Rio Paraná, onde é esperada a ocorrência acentuada de Characiformes e Siluriformes. A maior presença de Perciformes, assim como valores percentuais abaixo do esperado para Siluriformes são dados que merecem ser investigados em trabalhos futuros na bacia do Rio Santa Bárbara.

Esta pesquisa confirmou a presença de três espécies até então sem registro na bacia do Sapucaí Mirim: *Hyphessobrycon bifasciatus*, *Moenkhausia intermedia* e *Brycon nattereri*, elevando para 108 o número de espécies já identificadas na bacia. Os novos registros, sendo um deles da *B. nattereri*, ameaçada de extinção e a única coletada que é alvo do PAN/MPSG, demonstram a importância da continuidade deste estudo a fim de aumentar o conhecimento da ictiofauna local e o correto direcionamento das ações do PAN/MPSG nessa região.

Não houve variação significativa quanto à diversidade de espécies capturadas nos períodos chuvoso e seco. Nas lagoas mais eutrofizadas, houve prevalência de *Hoplosternum littorale* e *Hoplias malabaricus*, em função de suas adaptações para sobreviver nesse tipo de ambiente.

Foram identificadas 65 lagoas marginais naturais, sendo 43 permanentes, 19 temporárias e 3 classificadas como meandros abandonados, uma quantidade significativa de ambientes propícios ao recrutamento de peixes. Das 65 lagoas identificadas, 6 delas foram escolhidas para o estudo, tendo sido tomadas suas medidas de área (hectare), perímetro (metro), profundidade (metro), pH, condutividade ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), oxigênio (mg/L) e temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), além dos registros fotográficos, aéreo e terrestre.

A paisagem da bacia do Rio Santa Bárbara foi intensamente alterada ao longo dos últimos 100 anos, possuindo hoje apenas remanescentes da vegetação original, concentrados principalmente nas áreas de preservação permanente – APPs – ao longo dos corpos hídricos. De forma geral, os

limites legais das APPs têm sido respeitados, porém alguns pontos de estrangulamentos foram identificados e devem ser melhor avaliados à luz do novo Código Florestal.

A ictiofauna da bacia do Rio Santa Bárbara tem sofrido o impacto da construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCHs – no Rio Sapucaí-Mirim, a jusante da foz do Santa Bárbara. Contudo, durante as coletas foi possível confirmar a presença de grandes migradores, o que nos permite afirmar que essas espécies, apesar das dificuldades impostas pelos barramentos, estão conseguindo se movimentar desde a área de alimentação até a área de reprodução.

Considerando ser este o primeiro inventário de peixes realizado na bacia do Santa Bárbara, não é possível avaliar se houve alteração na sua diversidade. Novos estudos serão necessários para se conhecer a real abundância e riqueza de espécies da bacia, e assim avaliar o grau de impacto que as ações antrópicas, como a fragmentação da paisagem, os barramentos para geração de energia elétrica, o uso intensivo do solo para a agricultura e a prática de utilização de agrotóxicos e fertirrigação com vinhaça, estão afetando a comunidade íctica. Importante destacar aqui que a maior parte dos estudos conduzidos na bacia do Rio Sapucaí-Mirim foram em função da construção de hidrelétricas, ou seja, falta investimento público em pesquisa em uma região que foi reconhecida pelo governo federal como importante para a conservação.

Quanto à contaminação do Rio Santa Bárbara por efluentes domésticos e industriais, uma revisão na classificação dos corpos hídricos pelo governo do estado de São Paulo, elevando sua classe de três para dois, exige um tratamento mais refinado desses efluentes e, por consequência, a melhoria da qualidade do meio ambiente.

Em relação às espécies introduzidas, é importante destacar que a bacia do Rio Santa Bárbara está com uma baixa abundância de indivíduos não nativos, sendo encontrados apenas o *Metynnis maculatus* (alóctone) e o *Oreochromis niloticus* (exótico), representando somente 0,7% de indivíduos não nativos na bacia. Esse é um dado positivo para a região, já que a introdução de espécies é um dos principais vetores de perda de biodiversidade em nível mundial. Mais uma vez, reforça-se a necessidade da continuidade da pesquisa, de preferência em locais diversos, com a finalidade de se



conhecer a riqueza ictiológica na bacia do Santa Bárbara e se acompanhar e mitigar as possíveis introduções de espécies de outras regiões.

A introdução de espécies, a pesca predatória, a contaminação dos corpos hídricos, a proteção de áreas de berçários, ações elencadas como metas na Matriz de Planejamento do PAN/MPSG, podem ser combatidas com a introdução da educação ambiental em nível mais amplo, atingindo desde o ribeirão até os grandes empresários que instalam suas indústrias na região, somada à fiscalização ambiental mais atuante na região. Os governos – municipal, estadual e federal – insistem em se esquivar de incorporar a educação ambiental nas suas agendas, colhendo enormes prejuízos ambientais e até mesmo financeiros.

Por fim, considerando que a região ainda possui importantes bolsões de vegetação remanescente, um número elevado de lagoas marginais, boa diversidade de peixes, com a identificação de uma espécie ameaçada de extinção, alvo do PAN/MPSG, e com a coleta de três grandes migradores, deve-se avaliar a necessidade de criação de uma unidade de conservação – UC, possivelmente na categoria de uma Área de Proteção Ambiental – APA, preferencialmente federal, já que o Rio Santa Bárbara banha dois estados. A criação de uma APA justifica-se pela possibilidade de trazer mais e melhores recursos com o objetivo de proteger a região da degradação ambiental, da pesca predatória e da poluição ambiental na bacia do Santa Bárbara e no seu entorno, além de possibilitar um melhor conhecimento científico da região e ordenar o seu processo de ocupação.

Apesar de ser essa a melhor opção para a manutenção de um ecossistema equilibrado, a prática nos mostra a dificuldade na criação de novas UCs. Por isso, à medida que se instaura e se desenvolve o processo de criação da APA na região, uma medida paliativa, porém, eficaz para a conservação e preservação do ambiente, é a proibição da construção de novos barramentos nos principais afluentes do Rio Sapucaí-Mirim, mantendo-se seu equilíbrio natural e preservando-se a diversidade de suas espécies.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agostinho, A. A., Vazzoler, A. E. A., Gomes, L. C., e Okada, E. K. 1993. Estratificación espacial y comportamiento de *Prochilodus scrofa* en distintas fases del ciclo de vida, en la planicie de inundación del alto río Paraná y embalse de Itaipu, Paraná, Brasil. *Hidrobiol. Trop.*, Bondy, v. 26, p.79-90.

Agostinho, A. A. et al. 2003. Migratory fishes of the upper Paraná River basin, Brazil. *Migratory fishes of South America: biology, fisheries and conservation status*, p. 19.

Agostinho, A. A. & H. F. JÚLIO-Jr. 1999. Peixes da bacia do alto Paraná. Pp. 374-399. In: Lowe-McConnell, R. H. *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. Trad.: Vazzoler, A. E. A. M., A. A. Agostinho & P. T. M. Cunningham. São Paulo, Edusp, 535p.

Agostinho, A. A.; H. F. Júlio-Jr, Gomes, L.C.; Bini, L. M.; Agostinho, C. S. 1999. Composição, abundância e distribuição espaço-temporal da ictiofauna. In: Vazzoler, A. E. A. DE M., Agostinho, A. A., Hahn, N. S. (Eds.). *A planície de inundação do alto Rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá: Eduem: Nupélia.

Bertelli, C. 2012. Nossa Hidrografia. In: Patrocínio Paulista, 127 anos de história. São Paulo, Noovha America, 13, 120 pp.

Brambilla, E. M. 2016. Ambientes de pedrais como áreas estratégicas para a conservação da biodiversidade fluvial – um estudo da ictiofauna do Rio Sapucaí-Mirim (sp) e suas interações tróficas. Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Departamento de Zoologia da Universidade Estadual Paulista, UNESP Botucatu-SP.

Bressan, P. M.; Kierulff, M. C. M.; Sugieda, A. M. 2009. Fauna ameaçada de extinção no Estado de São Paulo. São Paulo: Fundação Parque Zoológico de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente.

Brigante, J.; Espíndola, E.L.G. 2003. A Bacia Hidrográfica: aspectos conceituais e caracterização geral da bacia do Rio Mogi-Guaçu. *In*: BRIGANTE, J.; ESPÍNDOLA, E.L.G. (eds): *Limnologia fluvial: um estudo no Rio Mogi Guaçu*. São Carlos: Rima, p.1-13.

Britski, H.A.; Sato, Y; Rosa, A. B. S. 1988. Manual de identificação de peixes da região de Três Marias (com chaves de identificação para os peixes da bacia do São Francisco). Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco – CODEVASF.

Castro R.M.C., Cassati L., Santos H.F., Melo A.L.A., Martins L.S.F., Ferreira K.M., Gibran F.Z., Benine R.C., Carvalho M, Ribeiro A.C., Abreu T.X., Bockman F.A., Pelição G.Z., Stopiglia R., Langeani F. 2004. Estrutura e composição da ictiofauna de riachos da bacia do rio Grande no Estado de São Paulo, sudeste do Brasil. *Biota Neotropica* 4 (1): 1-12. <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032004000100006>

Castro, R.M.C., Menezes, N.A. 1998. Estudo diagnóstico da diversidade de peixes do Estado de São Paulo. In Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: Síntese do conhecimento ao final do século XX, 6: vertebrados (R.M.C. Castro, ed.). WinnerGraph, São Paulo, p. 1-13

CBH Grande. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA UGRHI – 08 – SAPUCAÍ MIRIM/GRANDE. Disponível em: <http://www.grande.cbh.gov.br/UGRHI8.aspx>. Acesso em: 26 de maio de 2017.

Cesário, V. V. 2010. Estudo da Ictiofauna do Rio Sapucaí-mirim, afluente da margem esquerda do Rio Grande no Estado de São Paulo: composição e distribuição espacial e sazonalidade. Dissertation submitted to the Graduate Program in Ecology and Natural Resources, UFSCar, São Carlos-SP. 71 p.

CETESB. Mortandade de Peixes. Disponível em <https://cetesb.sp.gov.br/mortandade-peixes/alteracoes-fisicas-e-quimicas/contaminantes/agrotoxicos/>. Acesso em: 01/10/2018.

Christofoletti, A. 2000. Modelagem de sistemas ambientais. São Paulo, Ed. Edgard Blücher, 236p.

Crutzen, P. J. 2002. Geology of mankind. *Nature*, v. 415, n. 6867, p. 23.

Dajoz, R. *Ecologia Geral*. 1978. 3. ed. São Paulo: Vozes / EDUSP, 474 p.

Dajoz, R. 2005. *Princípios de ecologia*. 7 ed. Porto Alegre: Artmed, 520 p.

Felix, S. R. 2012. Patrocínio Paulista, 127 anos de história. São Paulo, Noovha America, 21-24, 120 pp.

Fues, L.T. 2013. Potencial contaminante e energético da vinhaça: Riscos de contaminação ao solo e recursos hídricos e recuperação de energia a partir da digestão anaeróbia. Dissertação de mestrado. Rio Claro: UNESP, 2013.

Géry, J. 1969. The fresh-water fishes of South America. In *Biogeography and ecology in South America* (E.J. Fittkau et al., eds.). Junk, The Hague, p. 828-848.

Habit, E., Belk, M. C. e Parra, O. 2007. Response of the riverine fish community to the construction and operation of a diversion hydropower plant in central Chile. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. 17: 37-49. <https://doi.org/10.1002/aqc.774>

Hostache, G., & Mol, J. 1998. Reproductive biology of the neotropical armoured catfish *Hoplosternum littorale* (Siluriformes - Callichthyidae): A synthesis stressing the role of the floating bubble nest. *Aquatic Living Resources*, 11(3), 173-185. doi:10.1016/S0990-7440(98)80114-9.

IBAMA. 2009. Instrução Normativa Nº 25, de 01 de setembro de 2009. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/biodiversidade-aquatica/periodos-de-defeso/defesos-continentais>>. Acesso em 13/09/2018.

ICMBio. 2016. Sumário Executivo do Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Disponível em < [http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/publicacoes-diversas/dcom\\_sumario\\_executivo\\_livro\\_vermelho\\_ed\\_2016.pdf](http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/publicacoes-diversas/dcom_sumario_executivo_livro_vermelho_ed_2016.pdf)>. Acesso em 22/09/2018.

ICMBio. 2017. Atualiza e aprova o Plano de Ação Nacional para a Conservação de Espécies da Fauna Aquática Ameaçadas de Extinção do Ecossistema Mogi/Pardo/Sapucaí-Mirim/Grande – PAN Mogi/Pardo/Sapucaí-Mirim/Grande. Portaria nº 20, de 19 de janeiro de 2017.

Disponível em: <pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=1&data=19/01/2017>. Acesso em 26 de maio de 2017.

ICMBio. 2019. Sumário executivo do plano de ação nacional para a conservação das espécies ameaçadas da fauna aquática do ecossistema Mogi-Pardo e Grande. Plano de Ação Nacional, 8 p. <<http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-plano-de-acao/pan-mogi-pardo/pan-mogi-pardo-grande-web.pdf>>. Acesso em 20/01/2019.

Instituto de Pesquisa Tecnológico de São Paulo – IPT. 1996. Plano de Bacia Hidrográfica Sapucaí-Mirim/Grande.

Junk, J.W., Bayley, P.B. e Sparks, R.E. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. *In: Proceedings of the international large river. Symposium. Can. Publ. Fish. Aquac. Sci.*, 106:110-127.

Kurchevski, G. 2012. As assembleias de peixes da represa de Jurumirim (Alto rio Parapanema, SP): Status atual e mudanças históricas. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas A/C: Zoologia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP.

Kusma, C. M.; Ferreira, F. W. 2012. Mecanismo de transposição de peixes de pequena central hidrelétrica. *Ciência Rural*, v. 40, n. 1, p. 89-94.

Langeani, F., Castro, R. M. C., Oyakawa, O. T., Shibatta, O. A., Pavanelli, C. S., e Casatti, L. 2007. Diversidade da ictiofauna do alto Rio Paraná: composição atual e perspectivas futuras. *Biota Neotropica*, 181-197. <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032007000300020>

Lemes, E. M., Garutti, V. 2002. Ecologia da ictiofauna de um córrego de cabeceira da bacia do alto Rio Paraná, Brasil. *Iheringia: Série Zoologia*, p. 69-78. <http://dx.doi.org/10.1590/S0073-47212002000300007>

Lowe-McConnell, R.H. 1999. Estudos ecológicos de comunidade de peixes tropicais. São Paulo: EDUSP, 534 p.

Machado, A. B. M., Drummond, G. M. e Paglia, A. P. 2008. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. 1. ed. Brasília, DF: MMA (Biodiversidade 19), 2 volumes.

Odum, E. P. 2004. Fundamentos em ecologia. 6.ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 928 p.

Oksanen J, Blanchet FG, Friendly M, Kindt R, Legendre P, McGlenn D, Minchin PR, O'Hara RB, Simpson GL, Solymos P, Stevens MHH, Eduard Szoecs E, Wagner H. 2018. vegan: Community Ecology Package R package version 2.5-2. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>.

Ota, R. R., Deprá, G.C., Graça, W. G. e Pavanelli, C. S. 2018. Peixes da planície de inundação do alto Rio Paraná e áreas adjacentes: revised, annotated and updated. *Neotropical Ichthyology*, v. 16, n. 2.

Paradis, E., Claude, J., & Strimmer, K. 2004. APE: analyses of phylogenetics and evolution in R language. *Bioinformatics*, 20(2), 289-290.

Pielou, E. C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of theoretical biology*, v. 13, p. 131-144. [https://doi.org/10.1016/0022-5193\(66\)90013-0](https://doi.org/10.1016/0022-5193(66)90013-0)

Polaz, C.N.M. 2013. Caracterização da Ictiofauna e Aplicação do Índice de Integridade Biológica no Parque Nacional do Pantanal Mato-grossense, Poconé, MT. UFSCar, São Carlos/SP. 195 p.

Pompeu, P. D. S., Reis, L. S. D., Gandini, C. V., Souza, R. C. R. D., & Favero, J. M. D. (2009). The ichthyofauna of upper rio Capivari: defining conservation strategies based on the composition and distribution of fish species. *Neotropical Ichthyology*, 7(4), 659-666.

Reis, R. E., Kullander, S. O., Ferraris JR., C. J. 2003. Check list of freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS. 729P.

Rockström, J. et al. 2009. Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and society*, v. 14, n. 2. <https://doi.org/10.5751/ES-03180-140232>

Santos, A. J. 2009. Estimativas de riqueza em espécies. In: L. Cullen Jr., C. Valladares Pádua, Rudy Rudran (orgs.). Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre. Curitiba: UFPR/ Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 651 p. p.19- 41.

São Paulo. Decreto Nº 10.755, de 22/11/1977. Dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água receptores na classificação prevista no Decreto nº 8.468, de 8 de setembro de 1976, e dá providências correlatas. Disponível em: <[http://www.sigrh.sp.gov.br/arquivos/enquadramento/Dec\\_Est\\_10755.pdf](http://www.sigrh.sp.gov.br/arquivos/enquadramento/Dec_Est_10755.pdf)>. Acesso em 20/01/2019.

Souza, D. F. 2014. Interferência das construções sucessivas de Pequenas Centrais Hidroelétricas (PCH), sobre a ictiofauna do Rio Sapucaí- Mirim – SP, Brasil. Dissertação (Programa de Pós- Graduação em Ciências Biológicas A/C: Zoologia) - Universidade Estadual Paulista, UNESP Botucatu-SP.

Torres, R. B., Matthes, L. A. F., e Rodrigues, R. R. 1994. Florística e estrutura do componente arbóreo de mata de brejo em Campinas, SP. Revista brasileira de Botânica, 17(2), 189-194.

Vazzoler, A.E.A.M., Lizama, M.A.P. e Inada, P. 1999. Influências ambientais sobre a sazonalidade reprodutiva. In: Vazzoler, A. E. A. DE M., Agostinho, A. A., Hahn, N. S. (Eds.). A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Maringá: Eduem: Nupélia.

Vieira N.M. 1985. O meio ambiente do município de Patrocínio Paulista. In: Matos, CAB, Costa, AH (Eds) Almanaque Histórico de Patrocínio Paulista. Prefeitura Municipal, Patrocínio Paulista, 141-166.

Ward, J.V. e Stanford, J.A. 1995. Ecological connectivity in alluvial river ecosystems and its disruption by flow regulation. *Regulated Rivers: Research & Management*, 11:105-119. DOI: 10.1002/rrr.3450110109

Ward, J.V., Tockner, K. e Schiemer, F. 1999. Biodiversity of floodplain river ecosystems: ecotones and connectivity. *Regulated Rivers: Research & Management*, 15:125-139.

Uieda, V.C. e Castro, R.M.C. 1999. Coleta e fixação de peixes de riachos, pp. 01-22. In Caramaschi E. P.; Mazzoni, R. & P.R. Peres – Neto (eds). *Ecologia de Peixes de Riachos*. Série *Oecologia Brasiliensis*, vol. VI. PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil.

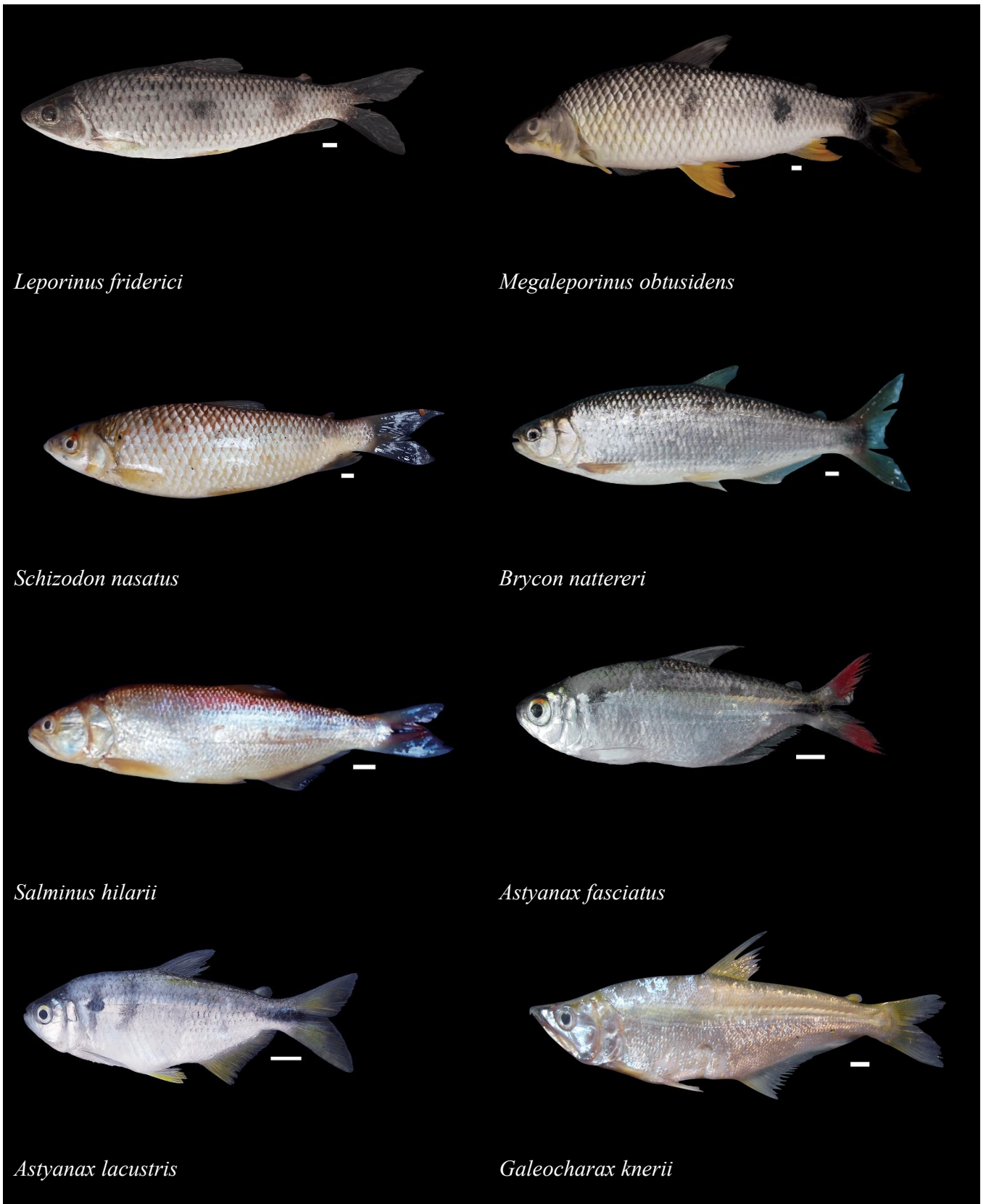
Vari, R. P. e Malabarba, L. R. 1998. Neotropical ichthyology: an overview. *Phylogeny and classification of Neotropical fishes*, v. 1, p. 1-12, 1998.

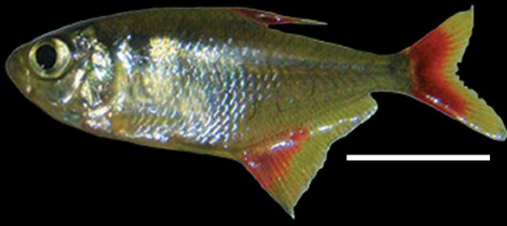
Viola, E. e Franchini, M. 2012. Sistema internacional de hegemonia conservadora: o fracasso da Rio+ 20 na governança dos limites planetários. *Ambiente & Sociedade*, v. 15, n. 3, p. 01-18.



## 8. ANEXOS

### 8.1 Registro fotográfico dos peixes coletados em redes de espera





*Hyphessobrycon bifasciatus*



*Oligosarcus pintoii*



*Steindachnerina insculpta*



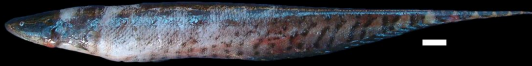
*Hoplias malabaricus*



*Metynnis maculatus*



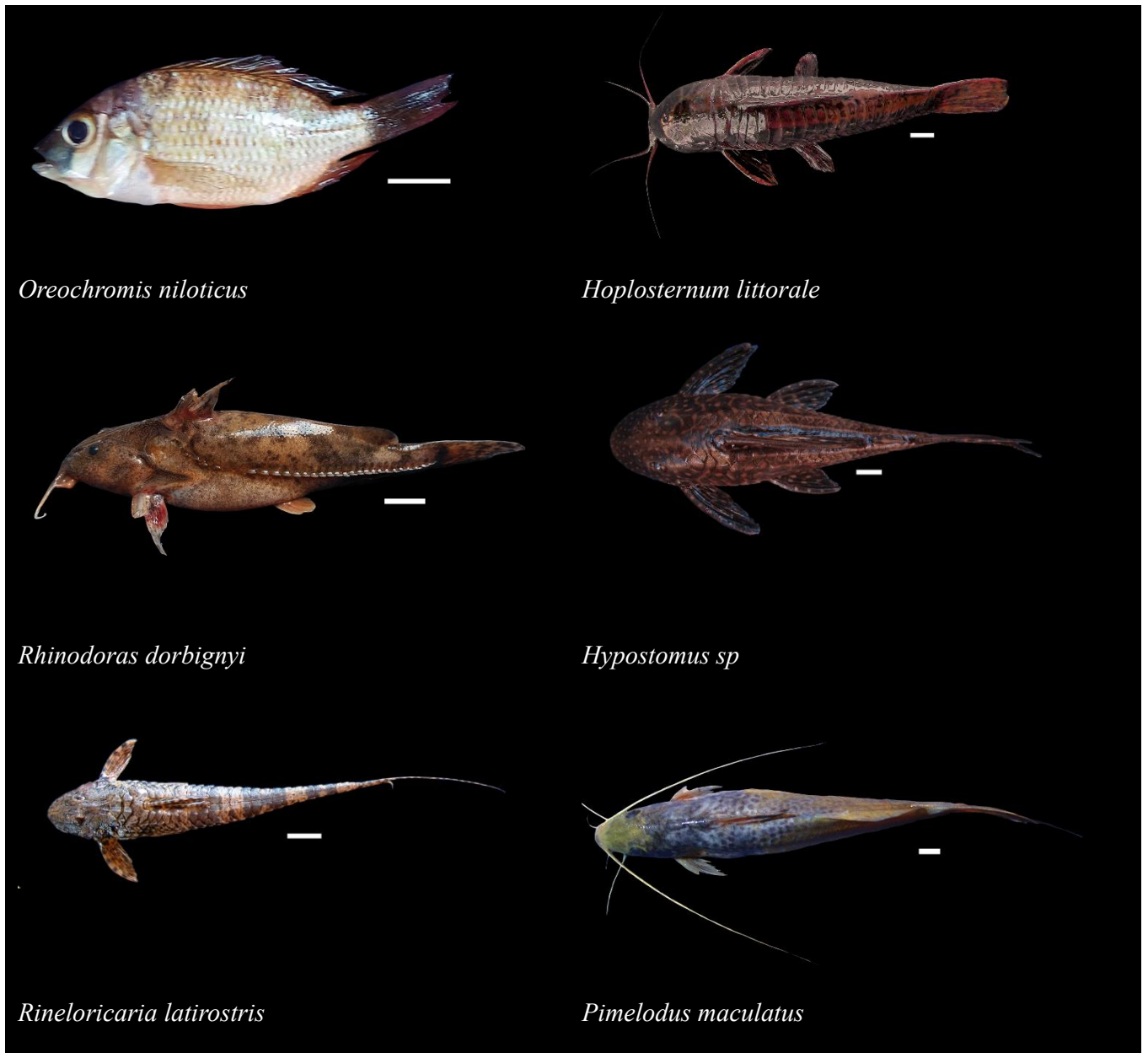
*Prochilodus lineatus*



*Gymnotus carapo*



*Geophagus brasiliensis*



**Figura 40.** Fotos de exemplares representativos de algumas das espécies capturadas durante as quatro campanhas realizadas entre 07/2017 e 04/2018, nos rios Santa Bárbara e Potreiro e seis lagoas marginais (escala: 1 cm).

## 8.2 Ilustração de Tabelas

**Tabela 17.** Metas do PAN Mogi-Pardo-Grande (com posterior inclusão do Sapucaí-Mirim), com os números de ações determinadas e seus custos estimados.

METAS	AÇÕES	CUSTO ESTIMADO (R\$)
1. Reduzir as irregularidades na captação de água e no despejo de efluentes, assim como a disposição inadequada de resíduos sólidos na área do PAN	12	2.510.000,00
2. Impedir a introdução de espécies exóticas, alóctones e híbridos e a soltura de espécies nativas sem estudos prévios e autorização dos órgãos competentes, nas áreas do PAN	5	800.000,00
3. Mitigar os impactos dos barramentos sobre as espécies de peixes, com ênfase nas espécies ameaçadas de extinção na área do PAN	7	1.340.000,00
4. Proteger áreas prioritárias para conservação de espécies de peixes ameaçadas de extinção, em especial as áreas de berçários, lagoas marginais e áreas de várzea adjacentes, na área do PAN	5	620.000,00
5. Restaurar e conservar as matas ciliares e reduzir as causas do assoreamento nos corpos d'água da área do PAN, iniciando pelas áreas estratégicas e prioritárias para as espécies de peixes ameaçadas de extinção	6	1.520.000,00
6. Promover a Educação Ambiental e a capacitação visando a recuperação e conservação de peixes, com ênfase nas espécies ameaçadas de extinção, na área do PAN	7	1.290.000,00
<b>TOTAL</b>	<b>42</b>	<b>8.080.000,00</b>

**Tabela 18.** Dados abióticos médios, com desvio padrão, coletados com sonda multiparâmetros Horiba, coletados nos doze pontos selecionados para o estudo.

Fator	LSBD2		LSDE2		LSBD1		LSBE1		LPD		LPE		Rio SB Montante		Rio SB Jusante	
	Mé-dia	Desv-pad	Mé-dia	Desv-pad	Mé-dia	Desv-pad	Mé-dia	Desv-pad	Mé-dia	Desv-pad	Mé-dia	Desv-pad	Média	DesvPad	Mé-dia	Desv-Pad
Temperatura [°C]	18,25	6,93	19,14	3,64	20,08	5,01	23,51	5,26	20,62	3,29	17,99	2,73	19,54	4,42	18,67	3,66
pH	6,32	0,55	6,19	0,59	6,28	0,37	6,83	0,28	5,81	0,52	5,62	0,32	7,41	0,22	7,26	0,20
Condutividade [µS/cm]	0,073	0,061	0,038	0,012	0,028	0,011	0,047	0,001	0,014	0,004	0,013	0,001	0,071	0,011	0,062	0,015
Ox. Dissol. [mg/L]	0	0	0,01	0,02	0,7	1,06	4,74	1,08	1,49	1,15	1,95	1,19	6,515	0,47	6,33	0,58
Profundidade [m]	0,63	0,4	0,5	0,27	0,49	0,15	0,83	0,28	1,16	0,48	0,36	0,13	0,5	0,56	0,65	0,88

**Tabela 19.** Valores médios dos dados abióticos coletados durante a 1ª campanha, utilizando sonda multiparâmetros Horiba, coletados nos doze pontos selecionados para o estudo.

Fator	1ª Campanha											
	LSBE1	LSBD1	RSBM1	RSBM2	LSBE2	LSBD2	RSBJ1	RSBJ2	LPE	LPD	RPM	RPJ
Temperatura [°C]	17,72	15,55	13,6	14,14	14,83	12,27	15	15,37	15,65	16,45	13,56	13,79
pH	6,75	6,17	7,33	7,27	5,5	5,86	7,12	7,03	5,36	5,64	6,79	6,53
Condutividade [µS/cm]	0,046	0,021	0,073	0,071	0,03	0,021	0,062	0,063	0,012	0,011	0,032	0,031
Ox. Dissol. [mg/L]	4,92	1,23	7	6,24	0	0	7	6,6	2,98	1,12	7,91	6,46
Profundidade [m]	0,49	0,53	0,35	0,25	0,2	0,33	0,68	0,54	0,3	0,8	0,23	0,48

**Tabela 20.** Valores médios dos dados abióticos coletados durante a 2ª campanha, utilizando sonda multiparâmetros Horiba, coletados nos doze pontos selecionados para o estudo.

Fator	2ª Campanha											
	LSBE1	LSBE2	RSBM1	RSBM2	LSBE2	LSBD2	RSBJ1	RSBJ2	LPE	LPD	RPM	RPJ
Temperatura [°C]	23,45	22,97	19,5	19,62	18,84	-	18,66	18,87	20,34	22,17	19,85	19,63
pH	6389	6	7,34	7,47	6,42	-	7,54	7,28	5,88	5,45	6,77	6,88
Condutividade [ $\mu$ S/cm]	0,046	0,026	0,087	0,088	0,033	-	0,084	0,083	0,014	0,012	0,035	0,035
Ox. Dissol. [mg/L]	5,34	0	7,02	6,47	0	-	6,31	6,43	0,92	2,85	6,32	5,82
Profundidade [m]	0,85	0,3	0,55	0,3	0,5	-	0,25	0,63	0,43	0,6	0,36	0,1

**Tabela 21.** Valores médios dos dados abióticos coletados durante a 4ª campanha, utilizando sonda multiparâmetros Horiba, coletados nos doze pontos selecionados para o estudo.

Fator	4ª Campanha											
	LSBE1	LSBE2	RSBM1	RSBM2	LSBE2	LSBD2	RSBJ1	RSBJ2	LPE	LPD	RPM	RPJ
Temperatura [°C]	29,42	26,27	24,06	24,34	23,74	24,24	23,67	23,76	-	23,25	-	-
pH	6,89	6,78	7,49	7,63	6,64	6,79	7,24	7,25	-	6,35	-	-
Condutividade [ $\mu$ S/cm]	0,048	0,046	0,061	0,06	0,051	0,13	0,048	0,05	-	0,018	-	-
Ox. Dissol. [mg/L]	3,39	0,35	6,52	6,64	0,026	0	5,71	5,41	-	0,52	-	-
Profundidade [m]	1,12	0,6	1,48	1,45	0,8	0,93	0,23	0,23	-	0,95	-	-

**Tabela 22.** Constância de ocorrência de Dajoz, para os espécimes capturados em rede de espera nos doze pontos selecionados para o estudo, classificados como constantes:  $c > 50\%$ ; acessórias, quando  $25 < c \leq 50\%$ ; raras, quando  $c \geq 25\%$ ,

Táxon	LPD	LPE	LSBD1	LSBD2	LSBE1	LSBE2	RPJ	RPM	RSBJ1	RSBJ2	RSBM1	RSBM2
<i>Astyanax lacustris</i> (Lütken, 1875)	rr	cc	-	-	cc	-	-	-	ac	cc	ac	-
<i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819)	-	-	-	-	cc	-	-	-	cc	cc	cc	cc
<i>Galeocharax knerii</i> (Steindachner, 1879)	-	-	-	-	-	-	-	ac	rr	rr	ac	ac
<i>Geophagus brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	ac	ac	rr	-	cc	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gymnotus carapo</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	rr	cc	rr	cc	-	-	-	-	-	-
<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	cc	cc	cc	cc	cc	cc	-	-	-	-	-	-
<i>Hoplosternum littorale</i> (Hancock, 1828)	ac	cc	cc	cc	-	cc	-	-	-	-	-	-
<i>Hypostomus</i> sp	-	-	-	-	rr	-	-	-	rr	cc	cc	cc
<i>Leporinus friderici</i> (Bloch, 1794)	-	-	-	-	-	-	rr	-	rr	ac	ac	rr
<i>Leporinus octofasciatus</i> (Steindachner, 1915)												ac
<i>Megaleporinus obtusidens</i> (Valenciennes, 1837)	-	-	-	-	-	-	-	-	ac	rr	cc	ac
<i>Metynnis maculatus</i> (Kner, 1858)	ac	-	-	-	rr	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oligosarcus pintoii</i> (Amaral Campos, 1945)	-	rr	-	-	ac	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	ac	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pimelodus maculatus</i> (Lacepède, 1803)	-	-	-	-	-	-	-	-	rr	rr	rr	rr
<i>Prochilodus lineatus</i> (Valenciennes, 1836)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ac	-
<i>Rhinodoras dorbignyi</i> (Kner, 1855)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	rr
<i>Rineloricaria latirostris</i> (Boulenger, 1900)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	rr
<i>Salminus hilarii</i> (Valenciennes, 1850)	-	-	-	-	-	-	-	-	rr	ac	cc	ac
<i>Schizodon nasutus</i> (Kner, 1858)	-	-	-	-	rr	-	-	-	rr	rr	rr	cc
<i>Steindachnerina insculpta</i> (Fernández-Yépez, 1948)	-	-	-	-	cc	-	-	-	ac	ac	cc	rr
<i>Synbranchus marmoratus</i> (Bloch, 1795)	-	-	-	-	-	rr	-	-	-	-	-	-

**Tabela 23.** Identificação das lagoas marginais da bacia do Rio Santa Bárbara, bacia do Rio Sapucaí Mirim, alto Rio Paraná.

TABELA DE IDENTIFICAÇÃO DE LAGOAS MARGINAIS RIO SANTA BÁRBARA				
IDENTIFICAÇÃO	MARGEM DIREITA(D) ESQUERDA (E)	TOPONÍMIA	PERMANENTE (PR) TEMPORARIA (TM) MEANDROS ABANDONADOS (MA)	CORDENADAS EM UTM (WGS 84)
01	E		TM	23K 257291.72 E 7709406.47 S
02	D		PR	23k 259379.73 E 7714047.20 S
03	E	Lagoa do limão	TM	23K 255634.02 E 7708619.59 S
04	D		MA	23K 256709. 69 E 7712708.23 S
05	E	Lagoa do Capim	PR	23K 254588.31 E 7708053.94 S
06	D		MA	23K 256916.00 E 7712643.83 S
07	E	Poço Do Jorge	TM	23K 254639.71 E 7707882.75 S
08	D		TM	23K 256504.15 E 7712526.50 S
09	E	Lagoa dos Patos	TM	23K 254202.00 E 7707584.00 S
10	D		PR	23K 256530.00 E 7712086.00 S
11	E		TM	23K 254189.10 E 7707524.62 S
12	D		TM	23K 256342.58 E 7711948.48 S
13	E	Poço do Sucuri	PR	23K 254362.93 E 7706821.09 S
14	D		TM	23K 256247.52 E 7711415.63 S
15	E		TM	23K 254244.07 E 7706804.27 S
16	D		TM	23K 256243.69 E 7711112.10 S
17	E		PR	23K 254383.49 E 7706704.68 S
18	D		TM	23K 256360.30 E 7710762.28 S
19	E	Lagoa do Coité	PR	23K 254358.32 E 7706418.19 S
20	D		TM	23K 256805.46 E 7709445.97 S
21	E	Poço da Idalina	PR	23K 254469.04 E 7706376.99 S
22	D		PR	23K 255736.70 E 7708906.62 S
23	E	Poço da Botina	PR	23K 254440.84 E 7706338.28 S
24	D		PR	23K 254713.33 E 7708279.61 S
25	E	Lagoa do Velho	PR	23K 254353.66 E 7705999.58 S



Continuação da Tabela 20

26	D	Lagoa do Mato	TM	23K 254257.90 E 7707888.78 S
27	E	Lagoa do Óleo	PR	23K 254756.85 E 7705776.70 S
28	D	Lagoa do Limão	PR	23K 253988.23 E 7707533.55 S
29	E		PR	23K 254976.62 E 7705771.42 S
30	D	Lagoa da Barra	TM	23K 253537.29 E 7707703.93 S
31	E	Poço da Zoraide	PR	23K 255299.13 E 7705131.66 S
32	D	Lagoa da Tabua	PR	23K 253226.83 E 7707727.68 S
33	E		PR	23K 252856.83 E 7707622.20 S
34	D		PR	23K 252566.56 E 7707573.21 S
35	E		PR	23K 252132.82 E 7707332.95 S
36	D		PR	23K 251668.97 E 7706257.82 S
37	E		PR	23K 252151.80 E 7706943.04 S
38	D		MA	23K 251236.62 E 7706257.82 S
39	E		PR	23K 251669.20 E 7706538.30 S
40	D		PR	23K 249789.49 E 7705988.90 S
41	E		TM	23K 251675.74 E 7706377.83 S
42	D		PR	23K 247569.81 E 7705416.56 S
43	E		PR	23K 250144.48 E 7705791.97 S
44	D		PR	23k 246761.81 E 7705585.46 S
45	E		PR	23K 249627.09 E 7705638.27 S
46	D		PR	23K 246601.61 E 7705669.22 S
47	E		PR	23K 249118.34 E 7705419.73 S
48	D		PR	23K 245586.42 E 7705401.40 S
49	E		PR	23K 248461.75 E 7705580.85 S
50	D		PR	23K 245386.93 E 7705137.95 S
51	E		PR	23K 248387.97 E 7705562.42 S
52	D		PR	23K 245265.10 E 7703679.06 S
53	E		PR	23K 248377.52 E 7705403.81 S
54	D		TM	23K 245233.59 E 7703537.38 S
55	E		PR	23k 246942.97 E 7705406.41 S

*Continuação da Tabela 20*

56	D		TM	23K 245230.62 E 7703346.54 S
57	E		PR	23K 245826.01 E 7705627.18 S
58	D		TM	23K 245290.21 E 7703264.35 S
59	E		PR	23K 245598.69 E 7703410.32 S
60	D		TM	23K 244596.06 E 7702704.64 S
61	E		PR	23K 245581.30 E 7703332.65 S
62	D		PR	23K 244055.62 E 7702235.83 S
63	E		PR	23K 245575.13 E 7703293.15 S
64	E		PR	23K 245593.44 E 7703237.19 S
65	E		PR	23K 245371.69 E 7702942.45 S