

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

DIOGO FREITAS SOUZA

**Interferência das construções sucessivas de Pequenas Centrais
Hidroelétricas (PCH), sobre a ictiofauna do rio Sapucaí-
Mirim – SP, Brasil**



Botucatu, 2014

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

DIOGO FREITAS SOUZA

**Interferência das construções sucessivas de Pequenas Centrais
Hidroelétricas (PCH), sobre a ictiofauna do rio Sapucaí-
Mirim – SP, Brasil**

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências da 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.

Diogo Freitas Souza

Orientador: Dr. Marcos Gomes Nogueira

Co – Orientador: Dr. Sandro Geraldo de Castro Britto

Botucatu, 2014

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE - CRB 8/5651

Souza, Diogo Freitas.

Interferência das construções sucessivas de Pequenas Centrais Hidroelétricas (PCH), sobre a ictiofauna do rio Sapucaí-Mirim – SP, Brasil / Diogo Freitas Souza. - Botucatu, 2014

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu

Orientador: Marcos Gomes Nogueira

Coorientador: Sandro Geraldo de Castro Britto

Capes: 20400004

1. Peixe - Ecologia. 2. Ictiofauna. 3. Biodiversidade. 4. Ecologia de populações. 5. Fauna do rio. 6. Rios - Brasil.

Palavras-chave: Diversidade biológica; Ecologia de comunidade; Peixes; Reservatórios em cascata; Tributários.

Dedico à:

Alzira Márcia Teixeira de Freitas (Mãe)

Erica Alves Serrano (Esposa)

Gustavo Amon de Freitas Souza (Irmão)

Thiago de Freitas Souza (Irmão)

Lucas Yukio (Sobrinho)

Rafaela Yuri (Afilhada)

Sempre estiveram ao meu lado dando força e energia

para continuar meus passos!!!

Agradecimentos

Aqui, agradeço á todos que de forma direta ou indireta ofereceram contribuições para a conclusão deste trabalho.

Primeiramente á Deus, por nos proporcionar uma natureza tão bela, exuberante, diversa e magnífica, já que a mesma me fez tomar decisões que levo por toda minha vida, como o fato de ter me tornado Biólogo e dispor de todo o meu trabalho e dedicação em prol da preservação e melhor entendimento das relações da “Mãe” natureza.

Acredito que não haja adjetivos suficientes na língua portuguesa para expressar a minha gratidão á minha Mãe, Alzira Marcia Teixeira de Freitas, por ter dedicado quase sua vida inteira para criar da melhor forma possível e impossível os seus três filhos (Gustavo, Thiago e Diogo). Nunca mediu esforços para nos oferecer muito amor, carinho e educação, tudo que um filho precisa para ser feliz e realizado. Agradeço também a sua sábia determinação em nos oferecer a melhor herança que os pais podem deixar para o seus filhos, amor e estudo. Faço da minha gratidão as palavras dos meus irmãos, pois somos imensamente apaixonados por nossa Mãe.

Agradeço novamente á Deus, que colou através da natureza uma pessoa mais que especial na minha vida, minha esposa Erica Alves Serrano. Erica, obrigado por me acompanhar nessa trajetória difícil e muitas vezes injusta, mas não menos prazerosa e realizadora. Você, mais do que ninguém viu minhas glórias e angustias nessa fase da nossa vida. Obrigado por estar ao meu lado Te amo “Gatona”.

Aos meus irmãos Gustavo e Thiago, sou muito grato, pois vocês sempre estiveram ao meu lado, dando conselhos e força para que eu continua-se na minha trajetória acadêmica, além serem meus melhores amigos e fazerem tudo que os amigos realmente fazem, como: brigar, curtir e serem simplesmente amigos. Também agradeço ás minhas cunhadas Bia e Laine, que foram minhas “segundas mães”. Aos meus sobrinhos Lucas e Rafaela, que são minha fonte para recarregar as energias e dar continuidade a caminhada.

Ao meu Pai, Sebastião Candido Leite Souza, o “Patola”, por ter cuidado de mim quando criança e ter me colocado nesse mundo de forma tão saudável.

À UNESP “Universidade Estadual Paulista - Julio de Mesquita Filho” e ao Instituto de Biociências de Botucatu – SP. Ao Programa de Pós – Graduação de Zoologia e todos os seus funcionários.

Ao CNPQ pela bolsa de estudos concedida ao longo desse período.

À Limnética Consultoria por intermediar a liberação dos dados para realização deste trabalho, além da elaboração e custeio da logística de campo. Aos proprietários e funcionários, Andriana Jorcin, Silva Casanova e Silas Jesus.

Às Empresas Celan (Centrais elétrica Anhaguera) e Duke Energy Brasil, por meio de seus representantes “Tadeu Modulo” e “Norberto Vianna” respectivamente, por liberar os dados para realização deste trabalho. Também aos funcionários da Celan (Neno, Gideão, Fabiana e dona Maria) que sempre nos ajudaram muito na execução das campanhas de campo.

Aos amigos do LABECO por todos os momentos que passamos juntos, nas saídas de campo e os ensinamentos no dia – a – dia do laboratório (André, Limão, Jamile, James, Jaci, Eduardo, Isa, Raisa, Nicole, Graciete, Carol, Greg, Ana Paula, Aline, Otilie e outros que possa ter esquecido). Agradeço de forma especial ao André e ao Limão pelas contribuições na leitura desta dissertação, e à Jaciara que contribuiu na realização das análises.

Ao professor Dr. Francisco Langeani “Kiko” e aos seus alunos, Dr. Fernando Carvalho e a Dr. Fernanda, que me ensinaram um pouco do seus trabalhos. Novamente agradeço ao Fernando Carvalho, que cedeu fotos de alguns peixes tiradas ao longo das campanhas, Obrigado Fernando!

Ao Professor Dr. Claudio Zawadisk por identificar e nos dar uma noção de identificação dos Cascudos do rio Sapucaí-Mirim. Ao Professor Dr. Claudio Oliveira que está sempre a disposição para nos ensinar e também por tomar muitas exemplares em seu museu (LBP).

Aos professores Dr. Reinaldo Jose da Silva, Dr. Fausto Foresti, Dr. Fabio Porto-Foresti e Dr. Sergio Batlouni, por me ensinarem e darem os melhores conselhos para a caminhada acadêmica.

Aos técnicos e funcionários (Ricardo Teixeira, Valdecir, Pereréca e a Lu) que nos atendem com muita atenção e carinho.

Aos amigos de outros laboratórios e departamentos que nesses anos que passamos juntos puderam contribuir com idéias ou até mesmo apenas com sua amizade.

A família “Rep. 5 de Paus”, pelos bons momentos que passamos juntos, as varias conversas sobre futebol, pós-graduação, e até mesmo pelos tempos antigos em que o “papo” era apenas sobre “besteiras”. Valeu mesmo galera (Japa, Dori, Brunão, Limão, Gamba, Sabor, Cuica, Zé, e a todos os agregados).

Ao meu Co-orientador e amigo Dr. Sandro Geraldo de Castro Britto, “Sandrão” obrigado por todos os ensinamentos que você me transmitiu por meio de longas conversas em viagens, saídas de campo e até mesmo no barco. Obrigado.

Agradeço de forma especial ao Professor Dr. Marcos Gomes Nogueira, que desde o começo me deu muitas oportunidades e auxilio na minha formação acadêmica. Também por me aceitar como seu orientado em um momento tão delicado do meu mestrado.

Agradeço e dedico de forma honrosa todo meu esforço aplicado nestes anos de Botucatu ao Professor Dr. Edmir Daniel Carvalho, que infelizmente não está mais entre nós. Obrigado professor por me oferecer a grande oportunidade da minha carreira, por ter me dado todo o suporte necessário, pelos ensinamentos científicos e na parte de campo (fundamentais), que carregarei comigo por toda minha vida. Espero que daí, o senhor me acompanhe na minha vida profissional, e também espero que esse trabalho tenha sido concluído da forma que o senhor esperava. Grande abraço e descanse em paz.

A todos os meus sinceros agradecimentos e muito obrigado!!

Índice de ilustração das figuras

Figura 1: Mapa do Estado de São Paulo, destacando-se a bacia do rio Sapucaí-Mirim em seu trecho estudado, com detalhe dos reservatórios e respectivos pontos amostrais.....	6
Figura 2: Número de espécies em cada ordem e ponto amostral, ao longo do rio Sapucaí-Mirim/SP – Brasil.....	16
Figura 3: Frequência relativa do número de espécies por família nos pontos amostrais do rio Sapucaí-Mirim /SP – Brasil.....	18
Figura 4: Frequência relativa da CPUE (n) do número de indivíduos de cada família ao longo dos pontos amostrais do rio Sapucaí-Mirim /SP – Brasil.....	19
Figura 5: Frequência relativa com base na CPUE (g) de biomassa das famílias por ponto amostral ao longo do rio Sapucaí-Mirim /SP – Brasil.....	20
Figura 6: Frequência relativa da constância de captura (Dajoz, 1978) em cada estação amostral do rio Sapucaí – Mirim /SP – Brasil.....	21
Figura 7: Valores absolutos de CPUE (Log x + 1) em número (A) e biomassa (B) ao longo dos pontos amostrais no rio Sapucaí-Mirim/SP - Brasil. As letras diferentes indicam diferença significativa (p<0,05) pelo teste de Comparações Múltiplas de médias.....	22
Figura 8: Numero de espécies capturadas em cada ponto ao longo do estudo no rio Sapucaí-Mirim /SP – Brasil.....	23
Figura 9: Diversidade Shannon-Wiener, Equitabilidade de Pielou e Dominância de Simpson ao longo dos trechos amostrais do rio Sapucaí-Mirim /SP - Brasil.....	24
Figura 10: Índice ponderal de abundância (n) e biomassa (g), indicando a dominância das espécies por ponto amostral ao longo do rio Sapucaí-Mirim /SP –Brasil.....	25
Figura 11: Dendrograma de similaridade ictiofaunistica, com distância Euclidiana, entre os pontos amostrais ao longo do rio Sapucaí-Mirim /SP –Brasil.....	26
Figura 12: Análise de correspondência destendenciada (DCA) (Gauch, 1999), para a estrutura das espécies dos trechos amostrais ao longo do rio Sapucaí – Mirim /SP – Brasil.....	26
Figura 13: Demonstrativo das 99 espécies de peixes encontradas nos três estudos realizado no rio Sapucaí – Mirim (Castro et al., 2004; Cesário, 2010 e Souza, 2014 presente estudo). Indica-se as espécies comuns a todos os trabalhos, restrita a determinados trabalhos e em comuns a dois trabalhos.....	29
Figura 14: Vista do centro do rio (CC).....	57
Figura 15: Vista da margem direita (CC).....	57

Figura 16: Vista da margem direita, ao fundo a barragem (FC).....	58
Figura 17: Vista da margem direita de dentro do reservatório (CC).....	58
Figura 18: Vista da entrada do rio Sapucaí-Mirim no reservatório da Anhanguera (CC)	59
Figura 19: Vista da região central do reservatório (CC).....	59
Figura 20: Vista do braço alagando na região central do reservatório (CC).....	60
Figura 21: Vista da montante acima barragem (CC).....	60
Figura 22: Vista da jusante abaixo da barragem (FC).....	61
Figura 23: Vista da margem esquerda do rio, antes da supressão vegetal (FC).....	61
Figura 24: Vista da margem direita depois da supressão parcial da vegetação (FC).....	62
Figura 25: Vista da margem direita (FC).....	62
Figura 26: Fotos dos exemplares capturados no rio Sapucaí-Mirim.....	64

Índice de ilustração das tabelas

Tabela 1: Localização e descrição sucinta dos pontos amostrais ao longo das PCH's do rio Sapucaí – Mirim.....	7
Tabela 2: Lista taxonômica das espécies de peixes do rio Sapucaí – Mirim, organizada segundo Langeani et al. (2007). Número do Voucher, Acrônimo (Acr.) e origem.....	13
Tabela 3: Tabela da riqueza de espécies (R) e suas respectivas frequências relativas (%) ao longo do Rio Sapucaí-mirim.....	69
Tabela 4: Tabela das abundâncias (A) em CPUE e de suas respectivas frequências relativas (FR %) das famílias ao longo do Rio Sapucaí-mirim.....	70
Tabela 5: Tabela das biomassas (B) em CPUE (g) e de suas respectivas frequências relativas (%) das famílias ao longo do Rio Sapucaí-mirim.....	71
Tabela 6: Lista dos acrônimos e seus respectivos status de constância de captura de Dajoz. constantes $c > 50\%$ (cc); acessórias $25\% \leq c \leq 50\%$ (ac); acidental ou rara $0 < c < 25$ (rr) e ausente = 0 (-) (continua).....	73
Tabela 7: Dados retirados do Programa “Statistica 7” demonstrando a não normalidade dos dados de Abundância ($\text{Log } x + 1$).....	76
Tabela 8: Dados retirados do Programa “Statistica 7” demonstrando a não normalidade dos dados de Biomassa ($\text{Log } x + 1$).....	77
Tabela 9: Dados retirados do programa “Statistica 7” demonstrando o resultado do teste de significância (Kruskal-Wallis) para a abundância ($\text{Log } x + 1$).....	78
Tabela 10: Dados retirados do programa “Statistica 7” demonstrando o resultado do teste de significância (Kruskal-Wallis) para a biomassa ($\text{Log } x + 1$).....	79
Tabela 11: Dados retirados do Programa “Statistica 7” demonstrando o teste a <i>posteriori</i> de múltiplas comparações do teste de significância da abundância.....	80
Tabela 12: Dados retirados do Programa “Statistica 7” demonstrando o teste a <i>posteriori</i> de múltiplas comparações do teste de significância da biomassa.....	81
Tabela 13: Dados retirados do programa estatístico PC – ORD 5, para realização do calculo de porcentagem de explicação da Análise de Correspondência Destendenciada (DCA).....	82

Interferência das construções sucessivas de Pequenas Centrais Hidroelétricas (PCH), sobre a ictiofauna do rio Sapucaí-Mirim – SP, Brasil

Resumo

O objetivo deste trabalho foi caracterizar a estrutura e a composição da ictiofauna do rio Sapucaí-Mirim (SP), em trechos que sofrem interferência direta de Pequenas Centrais Hidroelétricas (PCH's) dispostas em cascata no eixo principal do rio. Da montante para jusante as PCH's estão dispostas da seguinte maneira: Palmeiras, Anhanguera e Retiro (em construção durante a execução da pesquisa). Novas PCHs estão previstas tanto no trecho superior como no trecho inferior do rio. Foram realizadas oito campanhas amostrais, considerando oito diferentes locais, com periodicidade trimestral de junho/2011 a março/2013. Como aparato de captura, foram utilizadas redes de emalhar com malhas variando de 3 a 18 cm entre nós opostos, todas com 20 m de comprimento e altura variando de 1,5 a 2,0 m, totalizando 450 m² por local de amostragem. Foram identificados 66 táxons de peixes, distribuídos em seis ordens, 19 famílias e 41 gêneros. A ordem mais especiosa foi a Characiformes (29 espécies), pelos Siluriformes (25), Perciformes (seis), Gymnotiformes (quatro), Synbranchiformes e Cyprinodontiformes (um táxon cada). O rio Sapucaí-Mirim se mostrou altamente especioso em relação ao tamanho reduzido de sua bacia de drenagem. A composição da ictiofauna na área de influência dos reservatórios segue o mesmo padrão de composição de grandes barragens, com proliferação de espécies de pequeno porte, com alto potencial reprodutivo e baixa longevidade. No caso do rio Sapucaí-Mirim destaca-se ainda a expressiva abundância e riqueza de cascudos, cujas populações podem ser afetadas pela perda de habitats fluviais típicos utilizados por esses organismos (pedrais, corredeiras). Já a distribuição espacial dos peixes dentro dos reservatórios das PCHs difere dos grandes represamentos, devido às diferentes proporções de tamanho dos compartimentos formados. Não foram identificados padrões claros que demonstrem a interferência direta das PCHs sobre a ictiofauna. Portanto, é de fundamental importância ampliar o monitoramento ao longo de todo o rio, além das áreas sob influência direta dos barramentos, a fim de subsidiar a elaboração de propostas de manejo e conservação da ictiofauna da bacia do Sapucaí-Mirim/Grande.

Palavras chaves: ecologia de comunidade, diversidade biológica, reservatórios em cascata, peixes, tributários.

Interference of successive constructions of Small Hydropower Plants (SHP) on the fish fauna of the river Sapucaí-Mirim - SP, Brazil

Abstract

The aim of this study was to characterize the composition and structure of the ichthyofauna of the Sapucaí - Mirim River (SP) in stretches under direct interference of Small Hydropower Plants (SHP's), which are disposed in a cascade system along the river main axis. From upstream to downstream the sequence of SHP's are: Palmeiras, Anhanguera and Retiro (under construction during the investigation). New plants are to be constructed, in the superior and inferior river stretches. Eight sampling campaigns, considering eight sampling points, were conducted quarterly from June/2011 until March/2013. As capture apparatus, gillnets were used with meshes ranging from 3 to 18cm between opposite knots, all with 20m length and height ranging 1.5 to 2.0 m, totaling 450 m² per sampling site. Sixty-six taxa of fishes were identified and distributed in six orders, 19 families and 41 genus. The most specious order was Characiformes (29 species), followed by Siluriformes (25), Perciformes (six), Gymnotiformes (four), Synbranchiformes and Cyprinodontiformes orders (one taxon each). The Sapucaí-Mirim is a highly specious river, considering its limited drainage area. The ichthyofauna composition in the areas under reservoirs influence follows the same pattern observed in large dams, with proliferation of small size species with high reproductive potential and reduced longevity. It is also noticeable for Sapucaí River the expressive richness and abundance of catfishes. These fish group is highly dependent on typical fluvial habitats threatened by dam construction, such as the riffles. The fish spatial distribution did not follow the pattern observed in large impoundments, probably due the reduced effect of reservoir compartmentalization in case of SHPs. Our results did not evidence the direct interference of SHPs construction on the ichthyofauna. Therefore, it is of fundamental importance to increase the monitoring area along the river, not only in areas under direct influence of dams, in order to subsidize the development of proposals focused on conservation and management of fish fauna in the Sapucaí – Mirim/Grande basin.

Key words: community ecology, biological diversity, cascading reservoirs, fish tributaries

Sumário

1. Introdução.....	1
2. Material e Métodos	6
2.1 Área de estudo.....	6
2.2 Amostragens e análises de campo.....	9
2.3 Análises	11
3. Resultados.....	13
4. Discussão.....	27
5. Considerações finais.....	39
6. Referências bibliográficas.....	42
7. Anexo I.....	56
8. Anexo II.....	63
9. Anexo III.....	68
10. Anexo IV.....	72
11. Anexo V.....	75

1. Introdução

Os peixes perfazem mais da metade dos vertebrados do mundo apresentando grande diversidade e riqueza de espécies, com aproximadamente 28.000 espécies descritas (Nelson, 2006). Os peixes de água doce da região neotropical correspondem a cerca de 21,5% dessa diversidade, com riqueza estimada em 6.000 espécies, das quais aproximadamente 4.500 válidas e 1.500 a serem descritas (Reis *et al.*, 2003). No entanto, o número de espécies conhecidas vem crescendo ao longo dos anos, e segundo Reis (2013), pode superar as 8.000 espécies propostas por Schaefer (1998).

Estimativas quanto ao número de espécies já foram realizadas para a bacia do Alto Paraná, considerada a segunda maior da América do Sul e a principal constituinte da Bacia do Prata, (Paiva, 1982). Bonetto (1986) relatou a presença de 130 espécies nesta região. Agostinho & Júlio-Jr (1999), mais de 250 (incluindo as que ascenderam as Sete Quedas inundadas por Itaipu). Já segundo Langeani *et al.* (2007) esse número chega a 310, mas esses autores consideram que existam lacunas a serem preenchidas quanto a descrição da ictiofauna regional.

A riqueza ictiofaunística da região neotropical está exposta a muitos impactos devidos a ações antrópicas. Na bacia do alto rio Paraná, essa exposição é mais acentuada, já que a região é a mais intensamente explorada do Brasil, com grandes centros urbanos, industriais e agrícolas (Agostinho & Júlio-Jr, 1999). Em períodos de estiagem, pequenos corpos d'água da bacia do rio Tietê podem apresentar até dois terços de seu volume formado por esgoto doméstico e resíduos industriais (Petriere-Jr & Agostinho, 1993). Aarts *et al.* (2004) relatam que a fauna de peixes dos grandes rios da Europa se encontra depauperada frente às alterações físicas dos ambientes que não conseguem mais sustentar a fauna de peixes preexistente. Diagnóstico similar foi

relatado por Petreire-Jr & Agostinho (1993) ao observarem as alterações dos ambientes da bacia do alto rio Paraná, onde a diversidade ictiofaunística foi considerada baixa nos reservatórios antigos.

Ao se estabelecerem às margens de sistemas fluviais, as primeiras civilizações humanas já demonstravam íntima relação com os ambientes aquáticos (Baxter, 1977). Petts, (1984 *apud*: Penczak & Agostinho, 1997) diz que os represamentos são uma das principais fontes de estresses causados pelo homem sobre as populações de peixes de águas interiores, superando as outras atividades antropogênicas. Na região centro-sul do Brasil os reservatórios foram construídos principalmente para fins de geração de energia elétrica e desenvolvimento regional. No entanto, hoje esses ambientes artificiais são foco de usos múltiplos como: armazenamento de água para abastecimento, pesca, aquicultura, recreação, turismo e irrigação. O acúmulo de todas essas atividades pontuais realizadas nos reservatórios, somadas a outras atividades na ocupação do entorno da bacia de drenagem, levam a eutrofização desses mananciais (Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2003).

A bacia do alto rio Paraná é a mais populosa (Agostinho & Júlio-Jr, 1999) e intensamente alterada quanto aos grandes represamentos hidroelétricos, com 42% das usinas instaladas no Brasil (Agostinho *et al.*, 2007). As usinas hidroelétricas como um todo geram aproximadamente 70% da energia elétrica brasileira (Agostinho *et al.*, 2007; ANEEL, 2008). Porém, a construção destes reservatórios altera drasticamente as características hidrológicas dos rios, que passam de um estado lótico para lântico ou semi- lântico (Woynarovich, 1991; Esteves, 1998). A alteração no fluxo d'água interrompe o contínuo fluvial, formando, via de regra, três zonas: fluvial, transição (ou intermediária) e lacustre (Fernando & Holčík, 1991; Agostinho *et al.*, 1999). Estas são diferenciadas quanto às propriedades físicas, químicas e biológicas da água (Thornton,

1990; Pagioro *et al.*, 2005). A alteração hidrológica e a formação de compartimentos nos reservatórios são as principais forças que determinam a reestruturação das assembleias aquáticas em reservatórios (Nogueira *et al.*, 1999, 2012; Agostinho *et al.* 2008).

Os barramentos dos rios impõem novas condições ambientais à biota aquática, incluindo os peixes, impedindo rotas migratórias, alterando a capacidade biogênica do sistema e a disponibilidade de alimento e abrigo para os juvenis (Corbacho & Sanchez, 2001; Morita & Yamamoto, 2002; Agostinho *et. al.*, 2007). Os reservatórios funcionam como ambiente restritivos para algumas populações e favoráveis a outras (Agostinho & Júlio-Jr, 1999). Dentre as espécies de peixes que são afetadas, com redução das populações e/ou extinção local, estão as de grande porte, geralmente com hábito migratório longo e alta longevidade. Já entre as que geralmente apresentam proliferação massiva, estão aquelas de menor porte, sedentárias, com alto potencial reprodutivo e baixa longevidade (Agostinho, 1995; Carvalho *et. al.*, 1998).

Nas décadas de 60 e 70 houve a maior expansão de grandes usinas hidroelétricas no Brasil (Agostinho *et. al.*, 2007), com barramentos sucessivos ao longo de grandes rios, principalmente no sudeste e sul (rios Paranaíba, Grande, Paraná, Tietê, Paranapanema e Iguaçu) (Agostinho & Gomes, 2006). Dentre as maiores bacias hidrográficas do país, quatro já estão intensamente barradas em termos de seu potencial hidroelétrico, Paraná 72%, São Francisco 58%, Tocantins – Araguaia 44% e Uruguai 40% (ANEEL, 2008). Atualmente, o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) está focado na bacia Amazônica para o desenvolvimento de grandes usinas hidroelétricas, sendo esta considerada a nova fronteira para a construção destes empreendimentos (ANEEL, 2008).

Frente a este cenário de intenso barramento nas bacias hidrográficas brasileiras, Vazzoler *et al.* (1997) destacam a importância de tributários livres para a manutenção dos estoques pesqueiros e conservação da biodiversidade. Estes afluentes e trechos de grandes rios ainda sem a construção de barragens representam rotas alternativas para migração reprodutiva das espécies de grande porte. Os mesmos possuem, ao longo do seu gradiente longitudinal, uma gama de micro habitats que funcionam como áreas de desova, crescimento e alimentação, fundamentais para o fechamento do ciclo de vida de muitas espécies (Baumgartner *et al.*, 2004; Agostinho *et al.*, 1993). Vianna & Nogueira (2008) comprovaram tal importância ao realizar estudo com ovos e larvas da ictiofauna em um tributário do rio Paranapanema, rio das Cinzas, concluindo que o mesmo serve como rota de migração reprodutiva e área de desova para espécies de peixes de um reservatório de grande porte (Cativara) do médio rio Paranapanema.

Em relação à matriz hidrelétrica brasileira, as Pequenas Centrais Hidroelétricas (PCH's) têm sido consideradas, desde 1998, foco da expansão do setor elétrico pelos órgãos públicos (Agostinho *et al.*, 2007). Além de cerca de 460 empreendimentos dessa magnitude em operação, geralmente em tributários livres - rios de menor porte, outros 170 encontram-se em diferentes fases implementação (Aneel,2014). O efeito claro destas construções foi destacado ainda nos anos 1970 por Godoy (1975), que ao estudar as migrações tróficas e reprodutivas dos grandes peixes da bacia do rio Mogi-Guaçu (SP), verificou que as populações estavam sofrendo gradativa redução devido à construção de barragens.

Desta forma, considerando o cenário complexo de barramentos de tributários para construção de PCH's, este estudo tem como objetivo caracterizar a estrutura e composição da ictiofauna do rio Sapucaí – Mirim (MG/SP), em um trecho que sofre interferência direta de três empreendimentos hidroelétricos (PCH's) dispostos em

cascata no eixo principal do rio. Estudos desta natureza se fazem necessários, uma vez que a determinação do impacto de barragens sobre comunidades aquáticas está restrita aos grandes empreendimentos, sendo escassos dados referentes às interferências de usinas de pequeno porte. Cinco novas PCHs estão planejadas para serem construídas neste rio. Cabe mencionar ainda que a presente pesquisa está integrada a um programa mais amplo de monitoramento da ictiofauna, dos mecanismos de transposição, da limnologia/qualidade de água e repovoamento de espécies selecionadas. Os estudos estão sendo conduzidos numa parceria público-privada (UNESP/Consultores/Empreendedores/Órgãos Licenciadores Estaduais).

2. Material e Métodos

2.1 Área de estudo

O rio Sapucaí – Mirim apresenta 290 km de extensão e desemboca na margem esquerda no reservatório da UHE Porto Colômbia no médio rio Grande. Seus principais afluentes são os rios Santa Bárbara, dos Bagres, Salgado, Pontal e Sete Lagoas (Paiva, 1982). Suas nascentes estão localizadas nas encostas interiores da serra da Laje, no nordeste do Estado de São Paulo, além de outras formadoras dos rios tributários Esmeril e Santa Bárbara, localizadas no Estado de Minas Gerais. O rio Sapucaí – Mirim apresenta características lóticis típicas, com fortes corredeiras e pequenas quedas d'água, correndo encaixado na sua porção superior, tornando-se menos veloz e turbulento na porção mais baixa, junto à desembocadura no rio Grande (Figura 1).

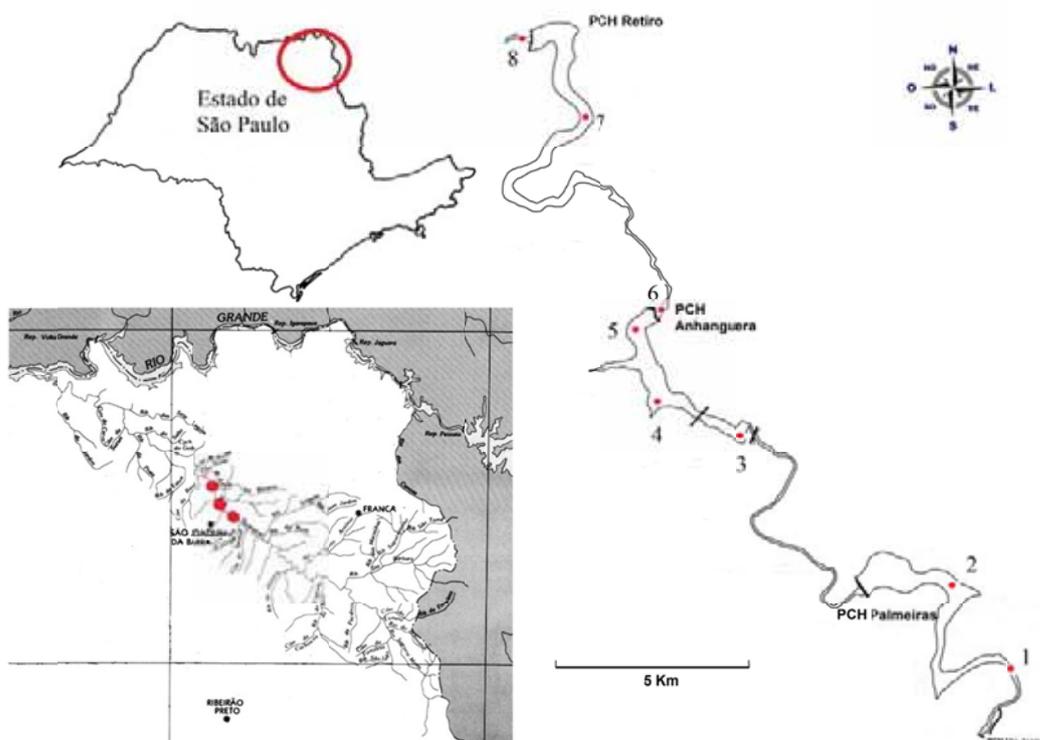


Figura 1: Mapa do Estado de São Paulo, destacando-se a bacia do rio Sapucaí-Mirim em seu trecho estudado, com detalhe dos reservatórios e respectivos pontos amostrais.

Este rio é parte integrante da Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos 08 (UGRHI 08), segundo a promulgação da Lei N° 9.034/94, de 27/12/1994, que dispôs sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos. A Bacia Hidrográfica do Sapucaí-Mirim/Grande tem área de 9.175,42 Km² compreendida pelos rios Sapucaí-Mirim (paulista), Canoas, do Carmo e outros cursos de menor porte.

Na região de influencia das PCH's Palmeiras, Anhanguera e Retiro (Figura 1), compreendida entre as coordenadas 20°34'22,0"S – 47°46'57,3"W e 20°26'13.86"S - 47°53'26.40"W, foram amostrados oito pontos (Tabela 1). O fechamento da PCH Retiro, a jusante da Anhanguera, ocorreu a seis meses, após a conclusão de etapa de coleta de dados. As fotos dos pontos amostrais encontram-se no Anexo I (figuras 14-25).

Tabela 1: Localização e descrição sucinta dos pontos amostrais ao longo das PCH's do rio Sapucaí – Mirim.

Trechos/PCH	Coordenada geográfica	Características ambientais do rio	Características do entorno
Ponto 1/Palmeiras	20°34' 22.0" S – 47°46' 57.3" W	Região superior do reservatório da PCH Palmeiras, com características de transição entre ambiente lântico e lótico.	As margens apresentam um reflorestamento em faixa de 100 m, em estado inicial, com árvores não excedendo 2,5 metros de altura.
Ponto 2/Palmeiras	20°32'58.80"S - 47°47'35.22"W	Ambiente com características de águas mais lentas (lântico) e maior penetração de luz, no trecho intermediário do reservatório da PCH Palmeiras.	Margens apresentando remanescentes de vegetação nativa, reflorestamento em estágio inicial de regeneração e áreas de monocultura próximas à margem do rio.
Ponto 3/Palmeiras e Anhanguera	20°30'59.82"S - 47°50'25.50"W	Ambiente com perceptível entrada de matéria em suspensão carregada	As margens contêm remanescentes florestais nativos e o reflorestamento em estágio de regeneração

		pelo rio para o reservatório da PCH Anhanguera, com características intermediárias entre lântico e lótico.	avançado, com árvores do tipo pioneiras que ultrapassam 5 metros de altura.
Ponto 4/Anhanguera	20°30'37.62"S - 47°51'23.76"W	Região central do reservatório da PCH Anhanguera, com características de águas calmas (lântico), presença de paliteiros e macrófitas aquáticas flutuantes.	Ambas as margens com reflorestamento em estágio adiantado de regeneração, e presença de remanescente de vegetação ripária nativa.
Ponto 5/Anhanguera	20°29'42.78"S - 47°51'43.98"W	Próxima à estrutura da barragem da PCH Anhanguera, alta penetração de luz, ambiente lântico, presença de paliteiros e bancos de macrófitas aquáticas flutuantes.	Ambas as margens com reflorestamento em estágio adiantado de regeneração e presença de remanescente de vegetação ripária nativa.
Ponto 6/Anhanguera e Retiro	20°29'25.62"S - 47°51'25.74"W	Ambiente de remanso a jusante da barragem da PCH Anhanguera, conectado a um pedral de águas rápidas e rasas. Sofre oscilação diária da operação usina.	Remanso junto à margem esquerda com mata ripária nativa não densa e presença de ranchos de pescadores.
Ponto 7/Retiro	20°26'55.98"S - 47°52'46.86"W	Ambiente lótico com corredeiras, pedrais e poços profundos.	Durante o primeiro ano de amostragem presença de vegetação ripária nativa densa nas duas margens. No segundo ano houve a supressão da vegetação para o futuro enchimento do reservatório.
Ponto 8/Retiro	20°26'13.86"S - 47°53'26.40"W	Ambiente lótico com águas rápidas e de maior profundidade, antes do desvio do canal	Em ambas as margens presença de vegetação ripária nativa densa com muitos ranchos de pescadores. No remanso junto, à margem

		do rio Sapucaí – Mirim. Após o desvio, formação de um remanso de águas calmas e a presença de muito perifíton.	esquerda, ausência de vegetação ripária e presença de gramíneas.
--	--	--	--

2.2 Amostragens e análises em campo

As amostragens tiveram início em Junho/2011 se estendendo até março/2013. Foram realizadas oito campanhas amostrais, com periodicidade trimestral. Como aparato de captura, foram utilizadas redes de emalhar (rede de espera) com variação entre as malhas de 3 a 18 cm entre nós opostos, todas com 20 m de comprimento e altura variando de 1,5 a 2,0 m, totalizando 450 m² por local de amostragem. As redes foram instaladas sempre ao entardecer (cerca de 17:00 h) e retiradas na manhã do dia seguinte (cerca de 7:00 h). O tempo de exposição das redes foi de aproximadamente 15 h e a despesca realizada somente no ato da retirada das redes, sempre que possível eram instaladas os 450 m² nos pontos amostrados.

De forma não padronizada, foram realizadas amostragens utilizando peneiras (80 cm X 120 cm), junto às margens de alguns pontos amostrais. A finalidade foi ampliar o conhecimento da composição de espécies de pequeno porte, as quais não seriam amostradas com rede de espera, em consequência da seletividade do aparato. Esses dados foram incluídos apenas na lista taxonômica de espécies, não sendo utilizados para as demais análises.

Os exemplares capturados foram triados e identificados de acordo com as chaves de identificação e guias pertinentes a área de estudo (Britski *et al.*, 1988; Reis *et al.*, 2003; Castro *et al.*, 2004; Langeani *et al.*, 2007). De todos os espécimes capturados com rede

de espera, foram tomadas as medidas de comprimento padrão (cm) e o peso (g); os indivíduos que persistiram em vida foram devolvidos ao rio. Os indivíduos que apresentaram dificuldades para a identificação foram fixados em formalina a 4%, devidamente etiquetados, contendo ponto e mês de coleta. Após o período de fixação, os materiais foram transferidos para álcool 70% e remetidos à identificação de especialistas.

Com objetivo de facilitar os procedimentos de campo e análises laboratoriais, foram determinados alguns grupos taxonômicos a fim de agrupar as espécies (capturadas com rede de espera) que apresentavam dificuldade de identificação e que seria submetidas para avaliação por especialistas em taxonomia. As espécies *Sternopygus macrurus*, *Eigenmannia virescens* e *Eigenmannia trilineata*, da família Sternopygidae, foram consideradas como um único táxon “*Eigenmannia* sp.”. Para a família Loricariidae foram considerados nove grupos taxonômicos: *Hypostomus albopunctatus*, *H. ancistroides*, *H. nigromaculatus*, *H. regani*, *H. margaritifera*, *H. strigaticeps*, *Hypostomus* sp. 1, *Hypostomus* sp. 2, e *Hypostomus* sp. 3. Após a identificação foi verificado que grupo *Hypostomus albopunctatus*, correspondia à *H. albopunctatus* e *H. heraldoi*; o grupo *Hypostomus* sp. 1 correspondia à: *H. topavae* e *H. paulinus*; o grupo *Hypostomus* sp. 3 correspondia à: *Hypostomus* cf. *margaritifera* e *Hypostomus* sp. 1. Os grupos taxonômicos descritos acima (dez), juntamente com as demais espécies foram utilizados para realização das análises e gráficos do trabalho (53 táxons). Posteriormente a identificação, verificou a presença de 58 táxons com mencionado anteriormente.

2.3 Análises

A lista das espécies capturadas foi elaborada apresentando a posição taxonômica de acordo com Langeani *et al.* (2007), origem das mesmas, bem como quanto à distribuição biogeográfica, sendo consideradas como: Autóctones (nativas da bacia), Alóctones (oriundas de outras bacias brasileiras) e exóticas (originárias de bacias de outros países).

Exemplares de quase todas as espécies foram tombados como material testemunho na Coleção de Peixes do Laboratório de Biologia e Genética de Peixes (Universidade Estadual Paulista, UNESP, campus Botucatu) e Coleção Ictiológica do Nupélia (Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura da Universidade Estadual de Maringá, UEM).

A riqueza específica (número de espécies) foi determinada para espaço, além de ser demonstrada por ordem e apresentada em gráficos. Visando obter informação dos padrões de abundância (n) e biomassa (g) das espécies, os dados obtidos foram padronizados através da captura por unidade de esforço (CPUE), para 1000 m² de rede por 15 horas de exposição. Essa padronização serviu de base para todas as análises envolvendo tais parâmetros (abundância e biomassa), exceto para o índice de similaridade de Morisita-Horn. Ainda foram obtidas as frequências relativas de riqueza de espécies, abundância (n) e biomassa (g) por família nos trechos de amostragem e apresentados em forma de gráficos.

A constância de captura, conforme a metodologia de Dajoz (1978), foi atribuída da seguinte forma: espécies constantes ($c > 50\%$); acessórias ($25\% \leq c \leq 50\%$); acidental ou rara ($0 < c < 25$) e ausente ($= 0$).

O teste estatístico não paramétrico (Kruskal-Wallis) foi aplicado para as variáveis dependentes (abundância e biomassa), no intuito de verificar possíveis diferenças estatísticas entre a variável independente (estação de amostragem). A escolha deste teste foi determinada pelo pressuposto de normalidade (Kolgomorov-Smirnov). O teste *a posteriori* de múltiplas comparações (Dunn) foi aplicado quando era observada diferença estatística significativa. Para realização desses testes o programa Statistica7 foi utilizado.

A diversidade de Shannon-Wiener, a Equitabilidade de Pielou e a Dominância de Simpson foram calculadas conforme Krebs (1989), para os trechos e meses de amostragens. O índice ponderal (Beaumord & Petrere, 1994), foi utilizado com o intuito de determinar qual espécie é mais representativa nas estações de amostragens, uma vez que esta análise pondera as abundâncias e biomassas das espécies da comunidade.

A similaridade da ictiofauna foi calculada pelo índice de Morisita-Horn (Krebs, 1989), utilizando as abundâncias totais das espécies, sendo o resultado apresentado na forma de dendrograma para os trechos de amostragens. Estas análises foram realizadas no Programa Estatística 7. A análise de correspondência destendenciada (DCA), realizada no Programa PcOrd 5, foi aplicada no intuito de detectar as possíveis relações entre a ictiofauna (CPUE da abundância numérica) e os pontos amostrais (Gauch Jr., 1999).

3. Resultados

No presente estudo foram capturados 66 táxons de peixes (Tabela 2), distribuídos em seis ordens, 19 famílias e 41 gêneros. A ordem mais especiosa foi a dos Characiformes (29 espécies), seguida pelos Siluriformes (25), Perciformes (seis), Gymnotiformes (quatro) e Synbranchiformes e Cyprinodontiformes (um táxon cada). Em relação às famílias, Loricariidae foi a que apresentou maior número de espécies (15), seguida por Characidae (10), Cichlidae (seis), Anostomidae (cinco) e Pimelodidae (cinco). As fotos dos exemplares capturados encontram-se no Anexo II (Figura 26).

Tabela 2: Lista taxonômica das espécies de peixes do rio Sapucaí – Mirim, organizada segundo Langeani *et al.* (2007). Número do Voucher (LBP “Laboratório de Biologia de Peixes” e NUP “Nupélia”, Acrônimo (Acr.) e origem.

Táxon	Voucher	Acr.	Origem
CHARACIFORMES			
Anostomidae			
<i>Leporinus amblyrhynchus</i> Garavello & Britiski, 1987	LBP 18811	Lamb	Autóctone
<i>Leporinus friderici</i> (Bloch, 1974)	LBP 18812	Lfri	Autóctone
<i>Leporinus octofasciatus</i> Steindachner, 1915	LBP 18813	Loct	Autóctone
<i>Leporinus elongatus</i> Valenciennes 1850	-	Lelo	Autóctone
<i>Leporinus striatus</i> Kner, 1859	-	Lstr	Autóctone
<i>Schizodon nasutus</i> Kner, 1858	LBP 18825	Snas	Autóctone
Crenuchidae			
<i>Characidium zebra</i> Eigenmann, 1909+	LBP 18798	Czeb	Autóctone
Curimatidae			
<i>Cyphocharax modestus</i> (Fernández-Yépez, 1948)	LBP 18802	Cmod	Autóctone
<i>Steindachnerina insculpta</i> (Fernández-Yépez, 1948)	LBP 18827	Sins	Autóctone
Characidae			
<i>Hyphessobrycon eques</i> (Steindachner, 1882) +	LBP 18809	Hequ	Autóctone
<i>Piabina argentea</i> Reinhardt, 1867 +	LBP 18817	Parg	Autóctone
<i>Bryconamericus iheringii</i> (Boulenger, 1887) +	LBP 18796	Bihe	Autóctone
<i>Bryconamericus stramineus</i> Eigenmann, 1908 +	LBP 18797	Bstr	Autóctone
<i>Astyanax altiparanae</i> Garutti & Britiski, 2000	LBP 18794	Aalt	Autóctone
<i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819)	LBP 18795	Afas	Autóctone
<i>Astyanax bockmanni</i> Vari & Castro, 2007*	LBP 18793	Aboc	Autóctone
<i>Oligosarcus pintoii</i> Campos, 1945	-	Opin	Autóctone

<i>Salminus brasiliensis</i> (Cuvier, 1816)	LBP 18824	Sbra	Autóctone
<i>Salminus hilarii</i> Valenciennes, 1850	-	Shil	Autóctone
<i>Galeocharax knerii</i> (Steindachner 1879)	LBP 18803	Gkne	Autóctone
Parodontidae			
<i>Parodon nasus</i> Kner, 1859	-	Pnas	Autóctone
<i>Apareiodon affinis</i> (Steindachner, 1879)	LBP 18792	Aaff	Autóctone
Prochilodontidae			
<i>Prochilodus lineatus</i> (Valenciennes, 1836)	LBP 18820	Plin	Autóctone
<i>Prochilodus vimboides</i> Kner, 1859	-	Pvim	Autóctone
Serrasalmidae			
<i>Metynnis maculatus</i> (Kner 1858)	LBP 18814	Mmac	Alóctone
<i>Myleus tiete</i> (Eigenmann & Norris 1900)	-	Mtie	Autóctone
<i>Serrasalmus maculatus</i> Kner, 1858	LBP 18826	Smac	Autóctone
Erythrinidae			
<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	LBP 18807	Hmac	Autóctone
<i>Hoplias intermedius</i> (Günther 1864)*	LBP 18806	Hint	Autóctone
GYMNOTIFORMES			
Gymnotidae			
<i>Gymnotus sylvius</i> Albert & Fernandes-Matioli, 1999	LBP 18805	Gsyl	Autóctone
Sternopygidae			
<i>Sternopygus macrurus</i> (Bloch & Schneider 1801)	-	Stma	Autóctone
<i>Eigenmannia virescens</i> (Valenciennes 1847)	-	Evir	Autóctone
<i>Eigenmannia trilineata</i> López & Castello 1966	-	Etri	Autóctone
SILURIFORMES			
Callichthyidae			
<i>Hoplosternum littorale</i> (Hancock, 1828)	LBP 18808	Hlit	Autóctone
<i>Megalechis thoracata</i> (Valenciennes, 1840)	-	Mtho	Alóctone
Doradidae			
<i>Rhinodoras dorbignyi</i> (Kner, 1855)	LBP 18823	Rdor	Autóctone
Heptapteridae			
<i>Rhamdia quelen</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	LBP 18822	Rque	Autóctone
Loricariidae			
<i>Hypostomus albopunctatus</i> (Regan, 1908)	NUP 15213	Halb	Autóctone
<i>Hypostomus ancistroides</i> (Ihering, 1911)	NUP 15003	Hanc	Autóctone
<i>Hypostomus nigromaculatus</i> (Schubart, 1967)	-	Hnig	Autóctone
<i>Hypostomus regani</i> (Ihering, 1905)	NUP 15217	Hreg	Autóctone
<i>Hypostomus margaritifer</i> (Regan, 1908)	NUP 15216	Hmar	Autóctone

<i>Hypostomus cf. margaritifer</i> (Ihering 1911)*	-	Hbut	Desconhecido
<i>Hypostomus topavae</i> (Godoy 1969)	NUP 14996	Htop	Autóctone
<i>Hypostomus heraldoi</i> Zawadzki, Weber & Pavanelli 2008*	-	Hher	Desconhecido
<i>Hypostomus paulinus</i> (Ihering 1905)	NUP 15001	Hpau	Autóctone
<i>Hypostomus strigaticeps</i> (Regan, 1908)	NUP 14990	Hstr	Autóctone
<i>Hypostomus</i> sp. 1	NUP 14997	Hsp.1	Desconhecido
<i>Hypostomus</i> sp. 2	NUP 15209	Hsp.2	Desconhecido
<i>Rineloricaria latirostris</i> (Boulenger 1900)	NUP 14998	Rlat	Autóctone
<i>Loricaria prolixa</i> Isbrücker & Nijssen 1978	-	Lpro	Autóctone
<i>Pterygoplichthys ambrosettii</i> (Holmberg 1893) **	-	Ptam	Autóctone
Pimelodidade			
<i>Pimelodus maculatus</i> Lacepède, 1803	-	Pmac	Autóctone
<i>Pimelodus microstoma</i> Steindachner 1877	LBP 18819	Ppar	Autóctone
<i>Pimelodus</i> sp.	-	Psp	Desconhecido
<i>Pimelodella avanhandavae</i> Eigenmann, 1917	LBP 18818	Pava	Autóctone
<i>Iheringichthys labrosus</i> (Lütken, 1874)	LBP 18810	Ilab	Autóctone
Pseudopimelodidae			
<i>Pseudopimelodus mangurus</i> (Valenciennes, 1835)	LBP 18821	Pman	Autóctone
CYPRINODONTIFORMES			
Poeciliidae			
<i>Phalloceros caudimaculatus</i> (Hensel, 1868) +	LBP 18816	Pcau	Autóctone
SYNBRANCHIFORMES			
Synbranchidae			
<i>Synbranchus marmoratus</i> Bloch, 1795 +	LBP 18828	Smar	Autóctone
PERCIFORMES			
Cichlidae			
<i>Cichla kelberi</i> Kullander & Ferreira, 2006	LBP 18799	Ckel	Alóctone
<i>Cichlasoma paranaense</i> Kullander, 1983 +	LBP 18800	Cpar	Autóctone
<i>Crenicichla haroldoi</i> Luengo & Britski, 1974	LBP 18801	Char	Autóctone
<i>Geophagus brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	LBP 18804	Gbra	Autóctone
<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	LBP 18815	Onil	Exótica
<i>Tilapia rendalli</i> (Boulenger, 1897) +	LBP 18829	Tren	Exótica

+ espécies capturadas com peneira; * espécies que não estão presentes em Langeani *et al.* (2007), descritas após sua publicação e/ou não consta no trabalho; **espécie reescrita; - exemplares não tombados, para o presente estudo.

Os exemplares capturados com rede de espera foram representados por quatro ordens, 16 famílias, 34 gêneros e 53 táxons, totalizando 6.145 indivíduos com biomassa de 591,6 Kg. Os Siluriformes e Characiformes foram amostrados em todos os pontos de coleta. A ordem dos Perciformes não esteve representada no ponto 1, assim como no ponto 7, onde além desta ordem também não foi capturado nenhum indivíduo pertencente a ordem Gymnotiformes (Figura 2).

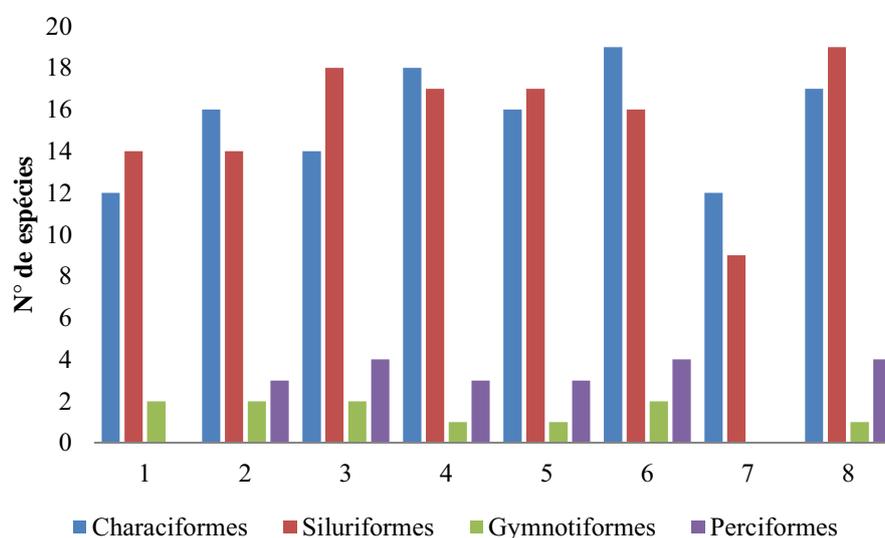


Figura 2: Número de espécies em cada ordem e ponto amostral, ao longo do rio Sapucaí-Mirim /SP – Brasil.

A família com maior representatividade em número de espécies em todos os pontos foi Loricariidae, chegando a compreender 37% e 31,8% nos pontos 1 e 7, respectivamente. A família Anostomidae foi a segunda mais especiosa no ponto 1 (18,5%), 2 (14,7%), 3 (13,2%), 6 (11,9%) e 7 (22,7%), juntamente com a família Pimelodidae no ponto 3, Cichidae no ponto 6 e Characidae nos pontos 2 e 7. Characidae foi a segunda família mais representativa nos pontos 4 (15,4%), 5 (16,2%) e 8 (14,3%)

(Figura 3). A planilha com as porcentagens relativas e dados brutos encontra-se na tabela 3 do Anexo – III.

Os dados de CPUE de abundância numérica demonstraram uma variação de famílias predominantes. Loricariidae foi a mais abundante apenas nos pontos 1 (66,9%) e 6 (29,3%), já Characidae foi abundante nos pontos 2 (38,2%), 3 (54,8%), 4 (37,1%), 5 (41,1%), 7 (40%) e 8 (43,8%). As famílias que obtiveram a segunda maior abundância numérica de CPUE foram: Characidae nos pontos 1 e 6 (12,1% e 26,3 %, respectivamente), para os demais pontos (exceto 1 e 6) de 2 a 8, a família Loricariidae foi a mais abundante (29,6%; 14,2%; 31,7%; 26,9%; 36,1% e 22,7% respectivamente). Anostomidae nos pontos 4, 5 e 7 deve ser ressaltada pela alta abundância (19,3%; 15,3% e 18,7% respectivamente), o mesmo ocorreu com a família Curimatidae no ponto 6 (20,1%) (Figura 4). A planilha com as porcentagens relativas e dados brutos encontra-se na tabela 4 do Anexo – III.

Os dados de CPUE de biomassa mostraram ser a família Loricariidae a de maior biomassa nos pontos 1 (55,2%), 2 (31,2%), 6 (38,2%), 7 (38,6%) e 8 (40,9%). Já nos pontos 3, 4 e 5 a família Anostomidae obteve maior biomassa (27,5%; 44,8% e 31,4% respectivamente), além de ser a segunda família com maior biomassa nos pontos 1, 2 e 7 (22,9%; 29,5% e 34,7%, respectivamente). Nos pontos 3, 5 e 8 a família Prochilodontidae foi a segunda a apresentar maior biomassa (21,7%; 19,9% e 20% respectivamente), no ponto 4 os Loricariidae (21,7%) e no ponto 6 Erythrinidae (14,8%) foram a segunda família mais representativa em biomassa (Figura 5). A planilha com as porcentagens relativas e dados brutos encontra-se na Tabela 5 do Anexo – III.

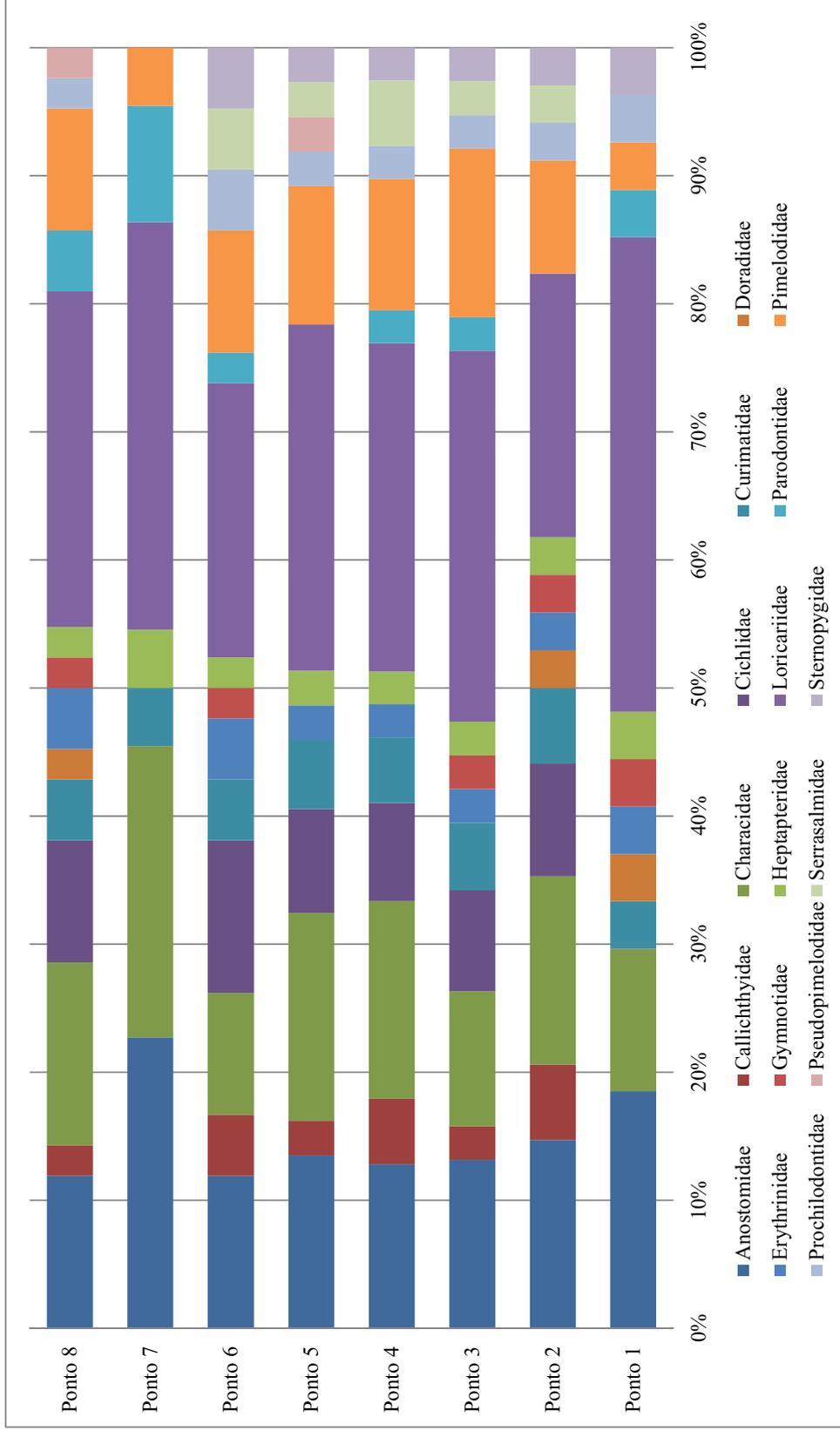


Figura 3: Frequência relativa do número de espécies por família nos pontos amostrais do rio Sapucaí-Mirim /SP – Brasil.

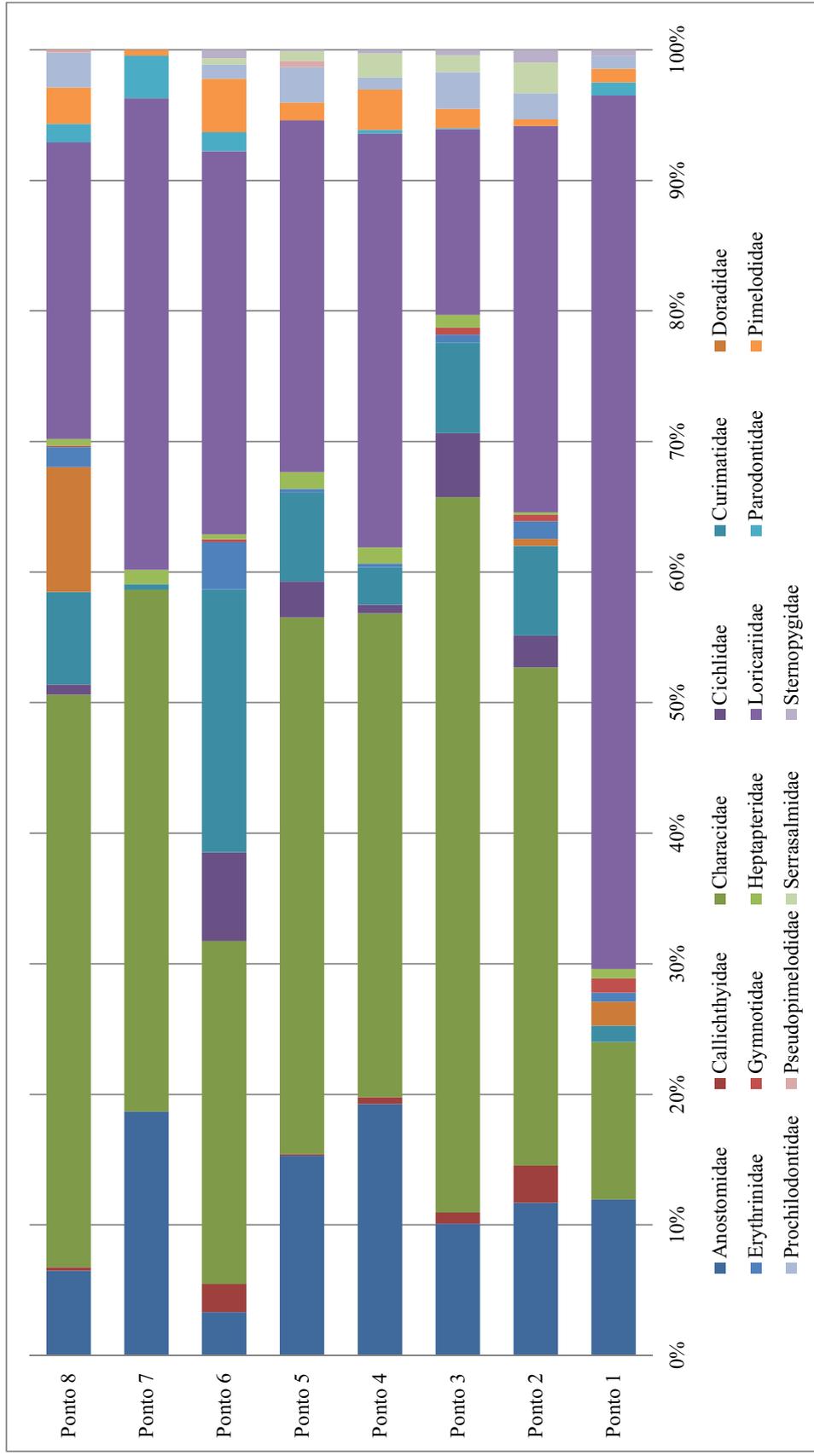


Figura 4: Frequência relativa da CPUE (n) do número de indivíduos de cada família ao longo dos pontos amostrais do rio Sapucaí-Mirim /SP – Brasil.

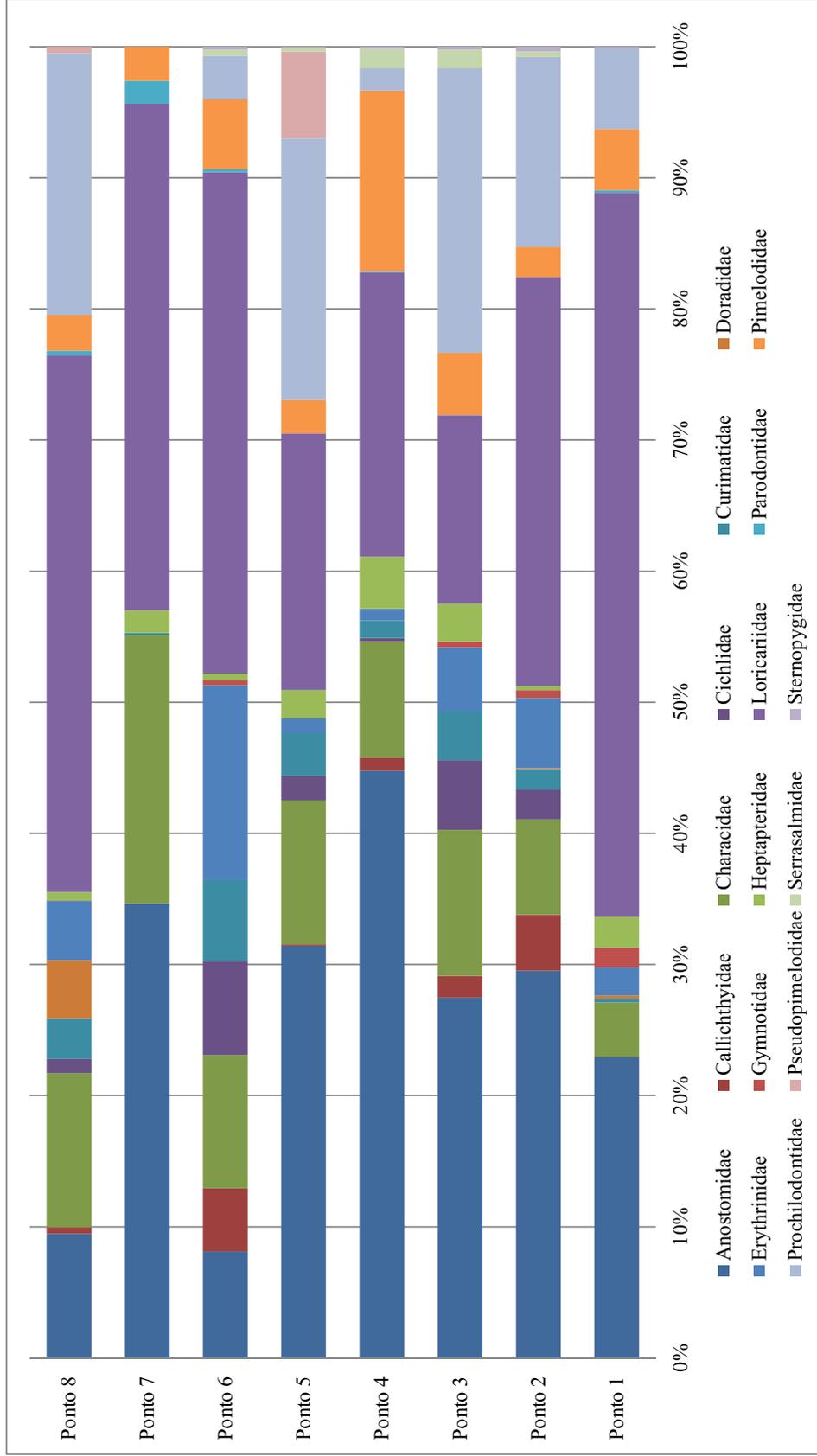


Figura 5: Frequência relativa com base na CPUE (g) de biomassa das famílias por ponto amostral ao longo do rio Sapucaí-Mirim /SP – Brasil.

Nos pontos 1, 2, 5 e 7 o número de espécies ausentes, dentre as encontradas no estudo como um todo, foi o mais elevado (48%, 35%, 31% e 61%, respectivamente). Nos pontos 3, 4 e 6, as espécies constantes foram mais representativas (35%, 31% e 37%, respectivamente). As espécies acessórias apresentaram-se com maior frequência relativa no ponto 8 (31%) (Figura 6). A lista de espécies com suas devidas constâncias para cada estação amostral está apresentada no Anexo – IV (Tabela 6).

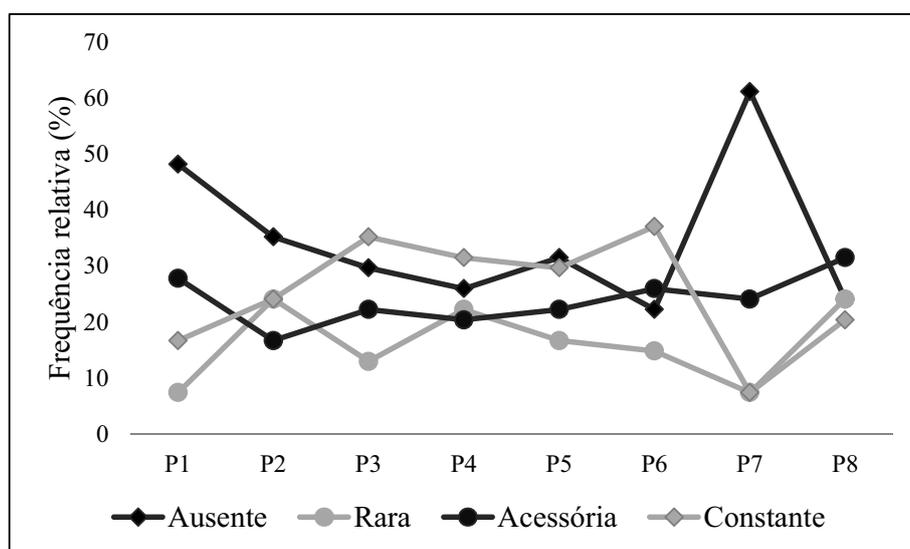


Figura 6: Frequência relativa da constância de captura (Dajoz, 1978) em cada estação amostral do rio Sapucaí – Mirim /SP – Brasil.

Os valores de CPUE_n variaram amplamente entre os trechos amostrados. Os pontos 6 e 3 apresentaram maior captura, com diferença estatística significativa ($p < 0,05$) (Kruskal-Wallis) (Figura 7 A). Já os pontos 1 e 7 foram os de menor captura, também com diferenças estatística significativas ($p < 0,05$) (Kruskal-Wallis). As letras na figura indicam quais foram os pontos que diferiram entre a captura (teste *a posteriori* de Múltiplas Comparações, Dunn). Valores de CPUE_b apresentaram variação entre os trechos com diferença estatística significativa ($p < 0,05$) (Kruskal-Wallis) (Figura 7 B). A maior biomassa capturada foi observada nos pontos 3 e 6, já a menor biomassa nos

pontos 1 e 7. O teste *a posteriori* de Múltiplas Comparações (Dunn) demonstrou os trechos que diferem entre si. A planilha com os valores dos testes de normalidade, teste significância e o teste *a posteriori* de ambas as análises são apresentados no Anexo – V (Tabelas 7 – 13).

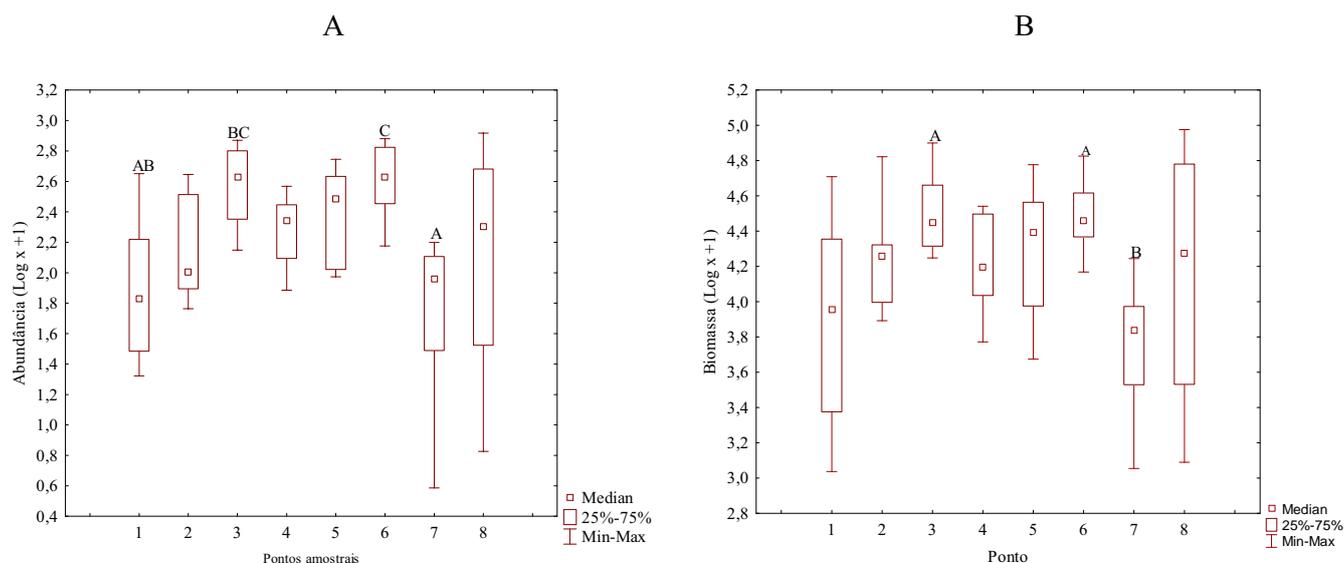


Figura 7: Valores absolutos de CPUE (Log x + 1) em número (A) e biomassa (B) ao longo dos pontos amostrais no rio Sapucaí-Mirim/SP - Brasil. As letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de Comparações Múltiplas de médias.

Com riqueza específica representada por 53 táxons, os valores por ponto amostral variaram de 21 táxons, no trecho 7, até 41 espécies nos trechos 6 e 8 (Figura 8). A diversidade de Shannon-Wiener (H'), com exceção de dois extremos, não oscilou muito entre os trechos amostrais, variando entre 2,68 a 2,79. Os extremos superior e inferior foram verificados para o trecho 6 e 3, respectivamente (Figura 9). Com maior variação entre os trechos, a Equitabilidade de Pielou (E') foi inversamente proporcional a Dominância de Simpson (D'), que oscilou menos entre os pontos amostrais, sendo o maior valor de equitabilidade verificado no ponto 7 e o menor no ponto 3, já a maior dominância foi observada no ponto 3 e a menor no ponto 6 (Figura 9).

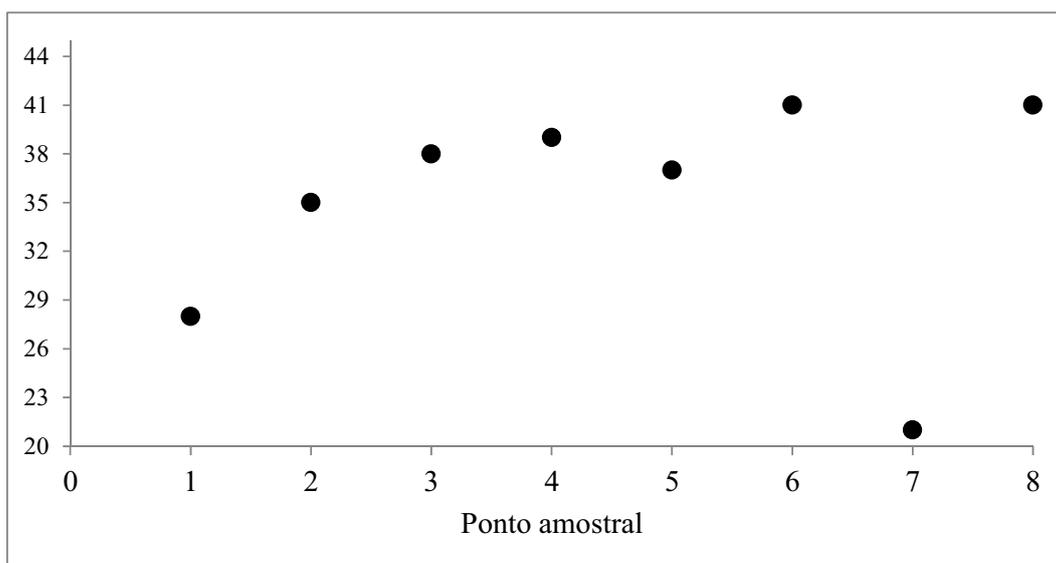


Figura 8: Numero de espécies capturadas em cada ponto ao longo do estudo no rio Sapucaí-Mirim /SP – Brasil.

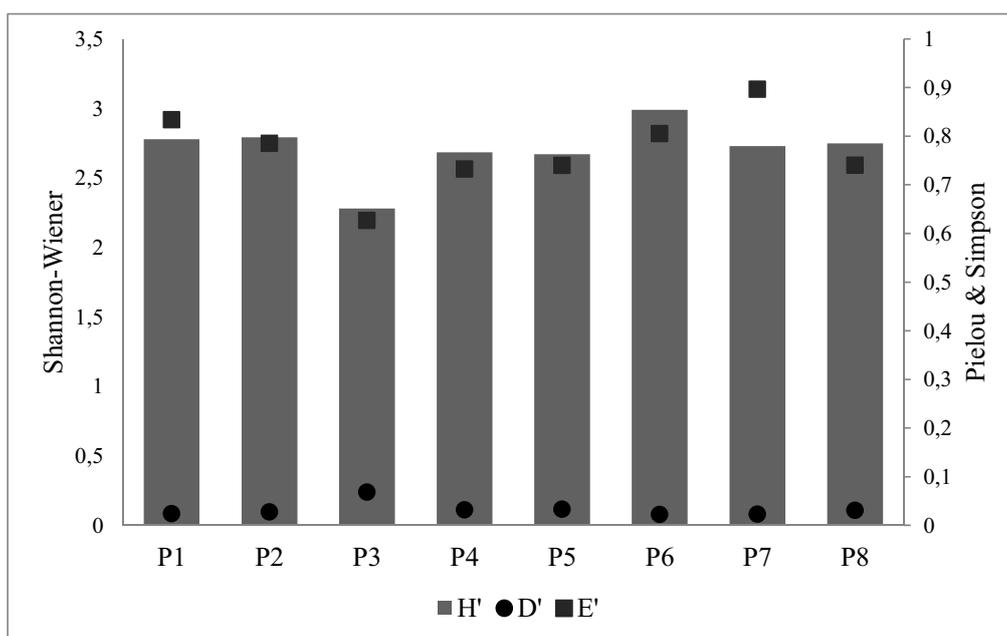


Figura 9: Diversidade Shannon-Wiener, Equitabilidade de Pielou e Dominância de Simpson ao longo dos trechos amostrais do rio Sapucaí-Mirim /SP - Brasil.

Das 28 espécies capturadas no trecho amostral 1, cinco representam 86% do total da amostra, segundo o Índice Ponderal (Figura 10 A). No trecho 2, sete das 35 espécies

capturadas, representam aproximadamente 85% (Figura 10 B). Das 38 espécies capturadas no trecho 3, quatro perfaziam aproximadamente 86 % (Figura 10 C). Cinco espécies representam 87% das 39 espécies capturadas no trecho 4 (Figura 10 D). No ponto 5, cinco espécies representam juntas aproximadamente 81% das 37 espécies capturadas (Figura 10 E). Cinco espécies das 41 totalizaram 68% das capturas no ponto 6 (Figura 10 F). No ponto 7, oito espécies eram dominantes totalizando aproximadamente 80% (Figura 10 G), já no ponto 8, oito espécies perfaziam aproximadamente 88% (Figura 10 H).

O dendrograma de similaridade entre os pontos demonstrou a separação do trecho 3 e dos trechos 4 e 5 dos demais, além de evidenciar a similaridade da composição ictiofaunística entre os pontos 1 e 7 e 4 e 5. (Figura 11). A análise de correspondência destendenciada (DCA) revela que os ambientes influenciam a abundância das espécies ao longo do gradiente. As espécies da família Loricariidae são mais abundantes nos trechos 1 e 7 e o ponto 6 apresenta com maior abundância as espécies: *H. malabaricus*, *G. brasiliensis*, *C. kelberi*, *S. insculpta* e *I. labrosus*. Nos pontos 3, 4 e 5 as espécies mais representativas são *A. fasciatus*, *S. maculatus*, *P. maculatus*, *R. quelen*, *S. nasutus* e *L. friderici* (Figura 12).

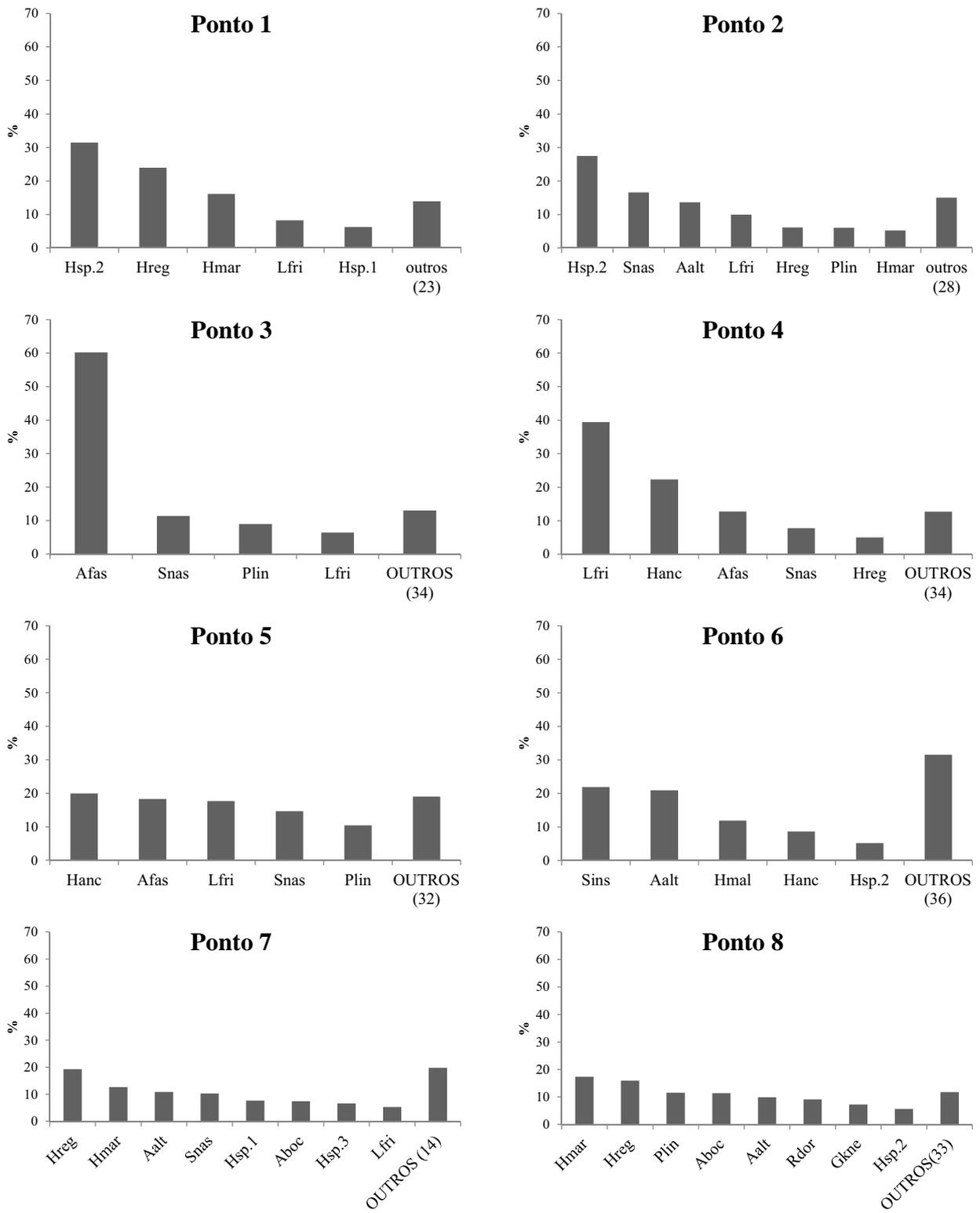


Figura 10: Índice ponderal de abundância (n) e biomassa (g), indicando a dominância das espécies por ponto amostral ao longo do rio Sapucaí-Mirim /SP –Brasil.

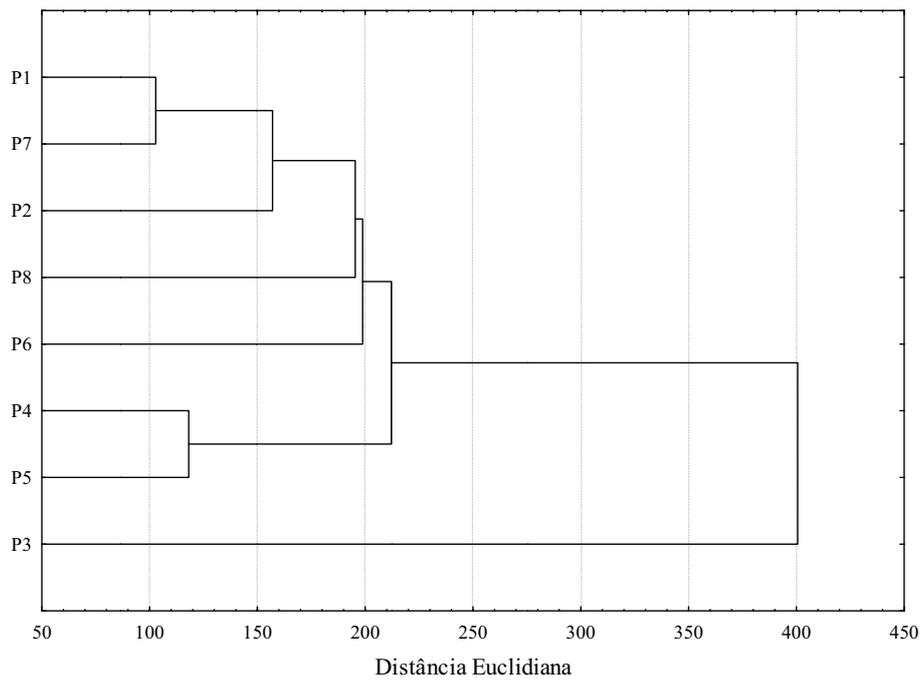


Figura 11: Dendrograma de similaridade ictiofaunística, com distância Euclidiana, entre os pontos amostrais ao longo do rio Sapucaí-Mirim /SP –Brasil..

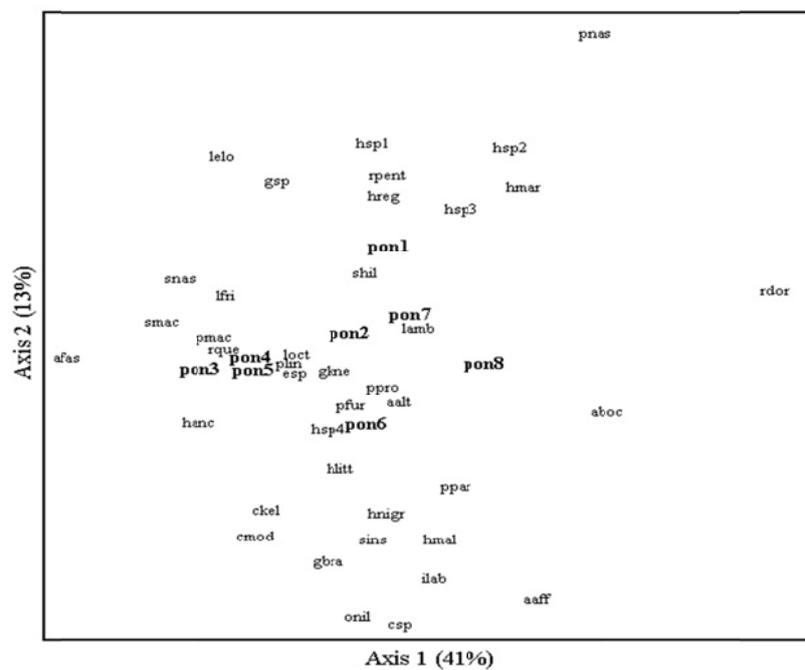


Figura 12: Análise de correspondência destendenciada (DCA) (Gauch, 1999), para a estrutura das espécies dos trechos amostrais ao longo do rio Sapucaí – Mirim /SP – Brasil.

4. DISCUSSÃO

A bacia do rio Grande é historicamente afetada pelos grandes barramentos, atualmente com 13 reservatórios de Usinas hidroelétricas em seu leito principal (Agostinho & Gomes, 2006). Os ambientes alterados pelos grandes barramentos, como os reservatórios do rio Grande, de modo geral sustentam baixa riqueza específica de peixes, como registrados por Sanches (2008) em Porto Colômbia (32), por Santos (1999) em Furnas (39), Marimbondo (48) e Estreito (25), por Braga & Gomiero (1997) em Volta Grande (33) e Mascarenhas *et al.* (1998) em Itutinga (25).

Parte constituinte da bacia do rio Grande, o rio Sapucaí-Mirim apresenta o mesmo histórico de ações antrópicas ao longo do seu sistema de drenagem. Desde 1912 é afetado pela construção de Pequenas Centrais Hidroelétricas (PCH) como: Esmeril, Monjolinho, Dourados e São Joaquim (UGRHI - 8). Todos esses pequenos empreendimentos citados apresentam o sistema de “desvio de canal”, considerados por Habit *et al.* (2007) menos impactante quando comparado com sistemas de barramento com reservatórios.

Estudos sobre o impacto das usinas com sistema de “desvio de canal” já foram realizados em pequenos corpos d’água do Chile (Habit *et al.*, 2007) e da América Central (Anderson *et al.*, 2006), demonstrando que os impactos são consideravelmente menores sobre a ictiofauna. A estrutura construída para desviar água para geração de energia não fragmenta efetivamente o habitat e, assim, a conectividade montante – jusante é mantida, já que nos períodos de estiagem o canal natural opera com pelo menos 10% do fluxo normal. Desta forma, a manutenção da conectividade entre os vários microhabitats deve auxiliar na alta riqueza de espécies no rio Sapucaí – Mirim.

Atualmente, as construções de barragens estão ocasionando a fragmentação de habitats do rio Sapucaí Mirim. Em contraste com os represamentos do rio Grande, o rio Sapucaí – Mirim, sustenta uma comunidade íctia de 90 espécies, 76 espécies registradas por Cesário (2010) na calha principal do rio e 41 registradas por Castro *et al.* (2004) em riachos da bacia, sendo que 27 espécies foram comuns a ambos os estudos.

O presente estudo, realizado na área de influência das PCH's já construídas, Palmeiras e Anhanguera, e em fase de construção, Retiro, registrou 66 espécies de peixes, sendo que *Hoplias intermedium*, *Hypostomus heraldoi*, *Myleus tiete*, *Oreochomis noloticus*, *Pimelodus paranensis*, *Prochilodus vimboides*, *Pterygoplichthys ambrosettii*, *Sternopygus macrurus* e *Tilapia rendalli* são os primeiros registros para o rio Sapucaí – Mirim, totalizando 99 espécies para toda a bacia de drenagem deste rio (Figura 13). Segundo UGRHI-8, a bacia de drenagem do rio Sapucaí – Mirim apresenta área de 9.175,42 km², perfazendo 1% da bacia do alto Paraná (891.309 km²) (Paiva, 1982). Apesar da pequena porcentagem referente à área, a riqueza específica encontrada na bacia do rio Sapucaí-Mirim representa aproximadamente 32% da ictiofauna registrada da bacia do alto Paraná conhecida até o momento (Langeani *et al.*, 2007).

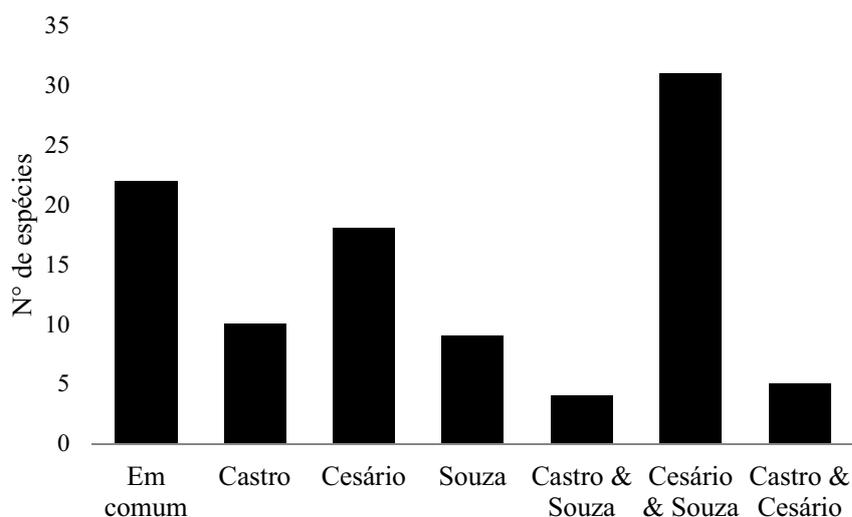


Figura 13: Demonstrativo das 99 espécies de peixes encontradas nos três estudos realizado no rio Sapucaí – Mirim (Castro *et al.*, 2004; Cesário, 2010 e Souza, 2014 presente estudo). Indica-se as espécies comuns a todos os trabalhos, restrita a determinados trabalhos e em comuns a dois trabalhos.

No presente estudo, a maior riqueza registrada está representada pelas ordens Characiformes (44%) e Siluriforme (38%), que correspondem aproximadamente a 82% da ictiofauna. Padrões de riqueza similares já foram identificados por outros pesquisadores em estudos na bacia do alto Paraná (Lowe-McConnell, 1975; Agostinho & Júlio Jr., 1999 e Langeani *et al.*, 2007). Nos diferentes pontos amostrais (ver Figura 1) as ordens Characiformes e Siluriformes alternaram entre as mais especiosas. Possivelmente, essa alternância ocorra devido a preferência de ocupação de acordo com a necessidade de alimentação, reprodução e sobrevivência nos distintos ambientes (Grinnell, 1917; Hutchinson, 1975).

Dentre todos os pontos amostrais a família Loricariidae foi a mais especiosa, sendo a grande diversidade desta família demonstrada pelas espécies do gênero *Hypostomus*. A alta diversidade dos Loricariidae no rio Sapucaí – Mirim pode estar ligada a preferência dessas espécies, que por apresentarem boca ventral e corpo achatado dorso-

ventralmente optam por ambientes mais lóticos e com fundos rochosos. Com base em estudos de ecomorfologia, Norton *et al.* (1995) mencionam que a morfologia das espécies determinam a ocupação dos habitats. Desta forma, é possível que a interação da história evolutiva das espécies com o ambiente tenha proporcionado a ocupação de muitas espécies do gênero *Hypostomus* nesta bacia.

Britsk (1972) relata que a família Characidae é a mais especiosa em águas continentais brasileiras, para o presente estudo a família é a segunda mais especiosa, uma vez que as características fisionômicas do sistema de drenagem podem ter favorecido a melhor ocupação dos Loricariidae, a família mais diversa da bacia. Mesmo não sendo a mais diversa entre os trechos, a família Characidae é altamente abundante, como observada por inúmeros pesquisadores nos reservatórios do alto Paraná (Ferreira *et al.*, 2000; Oliveira & Garavello, 2003; Soares *et al.*, 2009). Espécies como: *Astyanax fasciatus*, *A. altiparanae* e *A. bockmanni* se adaptam bem a ambientes de zonas litorâneas (Casatti *et al.*, 2003), além de apresentarem alta plasticidade trófica e reprodutiva, habitando tanto ambientes prístinos como degradados (Bennemann *et al.*, 2000; Orsi *et al.*, 2004).

Quanto à biomassa das famílias, de modo geral Loricariidae e Anostomidae predominaram. Muitos representantes destas famílias são enquadrados como sendo de médio porte, justificando a alta representação em biomassa das mesmas (“Peixes do rio Paranapanema” Duke Energy, 2004). As famílias Prochilodontidae e Erythrinidae também se destacaram, apresentando biomassa considerável em alguns pontos. A importância das espécies de médio porte já foi ressaltada por Novaes & Carvalho (2013), que ao analisarem o desembarque pesqueiro de um reservatório oligotrófico do alto Paranapanema, evidenciaram a relevância das famílias Erythrinidae, Anostomidae e Prochilodontidae para pesca profissional regional.

A pesca exerce papel social muito importante na produção de proteína para alimentação, no lazer e recreação, além da subsistência de muitas famílias ribeirinhas (Agostinho *et al.*, 2007), como visto no bacia do São Francisco, que conta com mais de 6.500 pescadores profissionais (Godinho & Godinho, 2003). Autores como Welcomme (1996) e De Silva (2001), salientam que o futuro da pesca em águas continentais, está destinado a se tornar sinônimo de desenvolvimento sustentável da pesca em reservatório, com na base na evolução observada dos barramentos nos rios. Contudo, o conhecimento da composição das espécies e suas famílias que ocupam os reservatórios nacionais podem contribuir para melhorar os planos de conservação e manejo dos estoques destes ambientes artificiais.

Quando analisadas as variáveis abundância e biomassa, verifica-se diferença estatística significativa para os trechos amostrados (Fig. 7 A-B). Foi observado que as maiores capturas em abundância e biomassa ocorreram nos ambientes a montante dos reservatórios (trechos: 1 e 3) e a jusante de uma das barragens (trecho 6). A tendência de ocupação (abundância) da ictiofauna dos reservatórios brasileiros se destaca nos ambientes lacustres, devido à proliferação de espécies de pequeno porte com característica oportunista, e maior biomassa nos trechos a montante (fluvial) pela presença de espécies de médio a grande porte com hábitos migratórios (Britto & Carvalho, 2006; Agostinho *et al.*, 1997; Agostinho *et al.*, 2007). O ponto 6, a jusante da PCH Anhanguera, é uma região de remanso com águas calmas que eleva a produtividade desses habitats, assim sustentando grandes quantidades de indivíduos e maior biomassa, como já registrado para lagoas marginais (Agostinho *et al.*, 1997). No entanto, a disponibilidade de recursos, intensidade de predação, a taxa de tolerância das espécies e as condições físicas e químicas em geral, podem impor uma pressão seletiva

sobre o uso do meio pelos indivíduos, regulando assim a abundância de cada espécie no ambiente (Angermeier & Karr, 1983).

As pequenas dimensões dos reservatórios das PCH's, como observado no rio Sapucaí – Mirim, podem conferir peculiaridades aos compartimentos formados após o barramento, a semelhança dos grandes reservatórios, gerando assim uma nova tendência de ocupação longitudinal destes novos ambientes. O baixo tempo de residência da água em reservatórios do tipo fio d'água (Nogueira *et al.*, 2006; 2012; Pompeu *et al.*, 2011) pode alterar o ambiente conhecido como transição nos grandes reservatórios, e que é encontrado na parte superior dos pequenos reservatórios. Esta alteração apresenta elevação na produtividade das regiões superiores dos reservatórios do tipo fio d'água e como consequência a elevação também da abundância e biomassa da ictiofauna, de acordo com Kimmel *et al.* (1990) que salientam a alta produtividade destes ambientes de transição.

No trecho 7 houve baixa captura em abundância e biomassa, com diferença estatística significativa ($p < 0,05$), possivelmente pelo fato de que o aparato de captura (rede de espera) não é o mais indicado para amostragens em trechos de corredeiras, assim as populações ícticas para o trecho em questão estariam subestimadas. No entanto, não podemos descartar que a alta taxa de captura observada nos outros trechos (3 e 6 por exemplo) pode ter sido favorecida pelo surto trófico (“*trophic upsurge*”) dos reservatórios recém formados, fator determinante para altas capturas em certos reservatórios (Agostinho *et al.*, 2007).

A análise de dominância por trecho (Fig. 13 A – H) caracteriza as formas de ocupação das espécies no gradiente longitudinal das PCH's. As espécies do gênero *Hypostomus* foram características de ambientes como o ponto 1, que apresenta um

longo trecho de desaceleração da água, mantendo ainda baixa correnteza, com fundo de laje e gramíneas em suas margens; e ainda como o ponto 7, ambiente com característica lótica (Perez-Júnior & Garavello, 2007; Uieda, 1984). A redução das espécies deste gênero foi evidenciada por Agostinho *et al.* (2007) em cinco reservatórios nacionais. A diminuição de habitats (lóticos) ideais para as espécies da família Loricariidae reduz sua diversidade, já que as mesmas apresentam cuidado parental (Suzuki *et al.*, 2004). Outros representantes desse gênero, como *H. ancistroides* e *H. regani*, são amplamente distribuídos (Súarez *et al.*, 2011) e persistem em ambientes represados, como observado nos pontos 2, 3 e 5. A inundação desses microhabitats pelos barramentos, que anteriormente eram ocupados pelos Loricariidae no rio Sapucaí – Mirim, pode levar a uma redução na riqueza de espécies desta família. Deve-se destacar que as espécies *Hypostomus* sp. 1 e *Hypostomus* sp. 2 ainda não foram descritas pela comunidade científica (Zawadski, comum.pessoal). Uma vez que a distribuição biogeográfica destas espécies ainda é desconhecida, elas podem ser restritas a bacia do rio Sapucaí – Mirim.

As espécies com ampla plasticidade trófica e reprodutiva, aqui representadas por: *Astyanax fasciatus*, *A. altiparanae*, *A. bockmanni* e *Steindachnerina insculpta* são muito eficientes na colonização de reservatórios do alto Paraná (Agostinho *et al.*, 1999; Carvalho *et al.*, 1998). No presente estudo elas figuraram entre as dominantes nos ambientes de reservatórios (trechos: 2, 3, 4 e 5), aqueles alterados pela operação da barragem (trecho 6) e os alterados pelas obras de construção da barragem (trecho 8). A alteração desses habitats e a alta incidência de espécies de pequeno porte da ordem Characiformes, revelam a estratégia reprodutiva oportunista destas espécies, uma vez que apresentam maturação precoce e reprodução contínua (Winemiller & Rose, 1992), determinando alto potencial de ocupação em habitats alterados.

Espécies de médio e grande porte (k-estrategistas), como *Leporinus friderici*, *Schizodon nasutus* e *Prochilodus lineatus*, são recorrentes em reservatórios do Alto Paraná (Santos 1999; Carvalho *et al.*, 1998; Agostinho *et al.*, 2007) e estiveram entre as dominantes nos trechos amostrados, exceto no ponto 6. Quando em abundância nos reservatórios, estas espécies são muito utilizadas na pesca artesanal (Torloni *et al.*, 1993; Novaes & Carvalho, 2013). Nos períodos de coleta, também foram observados ranchos e pescadores nas margens dos reservatórios do rio Sapucaí - Mirim (Obs. Pessoal). A presença de peixes como o curimatá (*P. lineatus*) em reservatórios, é relatada desde os anos 1970 no Mogi-Guaçu/Grande, onde realizavam migração trófica descendente, portanto, em sentido aos reservatórios (Godoy, 1975).

A utilização dos tributários livres de barramentos para a migração reprodutiva é foco de muitos estudos em grandes reservatórios do Alto Paraná (Agostinho *et al.*, 1993; Orsi *et al.*, 2002; Baumgartner *et al.*, 2004; Hoffmann *et al.*, 2005; Vianna & Nogueira, 2008). Espécies como *Salminus brasiliensis*, *S. hilarii*, *Prochilodus lineatus*, *Pimelodus maculatus* e *Leporinus elongatus*, capturadas no presente estudo, e *Pinirampus pirinampus* registrada em estudos anteriores (Cezário, 2010), são consideradas grandes migradores (Agostinho *et al.*, 2003; Suzuki *et al.*, 2004). A captura dessas espécies no rio Sapucaí – Mirim remete a possibilidade de que o mesmo está sendo utilizado como rota alternativa para migração das espécies acima citadas, dado que o rio Grande encontra – se inteiramente barrado.

Espécies como *L. friderici*, *S. insculpta*, *A. altiparenae*, *A. fasciatus*, *H. acistroides* e *H. strigaticeps* foram comuns entre este estudo e o desenvolvido por Cezário (2010). Além destas, outras espécies foram constantes nos novos ambientes: *A. bockmanni*, *Galeocharax knerii*, *Hoplias malabaricus*, *H. margaritifera*, *H. regani*, *Proloricaria prolixa* e *S. nasutus*. Com exceção de *P. prolixa*, todas as demais espécies acima citadas

se tornaram dominantes em um ou mais trechos amostrais. A reestruturação das assembleias afetadas pelos barramentos hidroelétricos se dá por uma sucessão de processos e de interações bióticas e abióticas, que determinam o sucesso de ocupação das mesmas no novo ambiente formado (Agostinho *et al.*, 2007; Agostinho *et al.*, 2008). O gênero *Astyanax* apresenta alta plasticidade trófica e reprodutiva (Bennemann *et al.*, 2005), obtendo sucesso em quase todos os reservatórios do alto Paraná (Agostinho *et al.*, 2007). *S. nasutus*, com hábito alimentar herbívoro, e os *Hypostomus*, que são iliófagos, são favorecidos pelo florescimento de vegetais superiores, fitoplâncton e perifíton (*upsuger*) (Bennemann *et al.*, 2005). Já os piscívoros (*G. Knerii* e *H. malabaricus*) são atraídos pela abundância de recursos (Lima, 2012).

Outras espécies não foram constantes, mas apresentaram ampla distribuição espacial como *Iheringichthys labrosus*, *Leporinus amblyrhynchus*, *Pimelodus maculatus* e *Prochilodus lineatus*. Estes dados corroboram o estudo realizado por Cezário (2010), exceto pela espécie *P. maculatus* que ainda não havia sido capturada naquela região. Esta espécie apresenta um potencial de ocupação considerável, já que a mesma se estabelece com sucesso em rios livres de barramentos (Godoy, 1975), em reservatórios eutróficos (Torloni *et al.*, 1993), oligotróficos (Kurchevski, 2012) e junto a sistemas de produção em tanque – rede (Nobile, 2010; Ramos, 2013).

Cezário (2011) observou que a espécie *Parodon nasus* era constante em suas amostragens, já neste estudo ela foi restrita nos trechos 1, 7 e 8, e com baixa ocorrência. O trecho 1 é afetado pelo reservatório Palmeiras, mas ainda conta com águas correntes, o trecho 7 é o menos alterado provavelmente esta espécie teve sua distribuição espacial afetada pelos barramentos, não residindo em ambientes de represa, mas persistindo em trechos (1 e 7) com características próximas a condição original.

Espécies quase restritas a ambientes alterados e/ou de reservatórios também puderam ser observadas, como *Apareiodon affinis*, *Cyphocharax modestus*, *Hoplosternum littorale*, e *Serrasalmus maculatus*, bem como as introduzidas *Cichla kelberi* e *Oreochromis niloticus*. Representantes das famílias Parodontidae e Curimatidae são frequentes na ocupação de habitats artificiais do rio Grande (Gandini *et al.*, 2012). A espécie *Hoplosternum littorale* é característica de habitats anóxicos, apresentando adaptações morfológicas para ocupação de tal condição restrita (Kurchevski, 2012). Os piscívoros ampliam suas populações em reservatórios, se tornando altamente competitivos, como observado após a introdução de *Serrasalmus marginatus* no reservatório de Itaipu (inundação de sete quedas), que por competição reduziu muito a população de *Serrasalmus maculatus* (Alexandre *et al.*, 2004).

Outras duas espécies comumente observadas nos reservatórios do presente estudo são espécies introduzidas. *C. kelberi* é alóctone, da bacia amazônica, e *O. niloticus* é exótica, do continente africano, ambas difundidas em quase todos os grandes represamentos do alto Paraná (Agostinho *et al.*, 2007). Segundo Langeani (*et al.*, 2007) o tucunaré (*C. kelberi*) é introduzido para incremento da pesca esportiva, já a tilápia (*O. niloticus*) é oriunda da produção de piscicultura, tanto em tanque – rede como em tanque escavado. O tucunaré já havia sido registrado na bacia do rio Sapucaí – Mirim por Castro (*et al.*, 2004). Considerando todas as espécies introduzidas capturadas no presente estudo, *Megalechis thoracata*, *Metynnis maculatus* e *C. kelberi* são alóctones, já *O. niloticus* e *Tilapia rendali* são exóticas.

O perfil de introdução desta bacia é baseado nas espécies que ascenderam a barreira física de Sete Quedas (*Megalechis thoracatae* e *Metynnis maculatus*), introduzidas por pesca esportiva (*C. kelberi*) ou piscicultura (*O. niloticus* e *Tilapia rendali*) (Langeani *et al.*, 2007). Os motivos e os meios da dispersão das espécies que ascenderam Sete

Quedas até a bacia do Sapucaí – Mirim ainda não são compreendidos, uma vez que existem muitas barragens entre a antiga Sete Quedas e o rio Sapucaí - Mirim. Petesse & Petrere-Jr (2012) observaram na bacia do Tietê, que a sucessão de barramentos, juntamente com introdução de espécies, está homogeneizando a biota íctica da bacia. Britton & Orsi (2012) fizeram um balanço dos riscos e benefícios da introdução de espécies em águas continentais e chegaram à conclusão que a introdução de novas espécies nestes ambientes deveria ser uma decisão onde o interesse ecológico também pudesse ser avaliado, já que o interesse público e científico nem sempre convergem.

Diante do exposto, se torna necessária uma maior atenção à alta riqueza de espécies (32% de toda a ictiofauna do alto Paraná) que está concentrada nos diversos habitats ao longo da bacia do Sapucaí-Mirim e que se encontra vulnerável frente aos impactos antrópicos contundentes sobre esse ecossistema. A avaliação e o monitoramento ao longo de toda a bacia, e nos diferentes reservatórios, se faz necessária, uma vez que as sucessões de impactos antrópicos (barramentos e introduções) são de fato efetivas no rio Sapucaí – Mirim.

Segundo o livro de Odum & Barrett (2007) “5° ed. Fundamentos de Ecologia”:

“A ecologia da paisagem é um campo integrativo de estudos que une a teoria ecológica com a aplicação prática; trata da troca de materiais bióticos e abióticos entre os ecossistemas; e investiga as ações humanas como respostas aos processos ecológicos e influências recíprocas no que diz respeito a eles ”

Desta forma percebemos que as interferências antrópicas são visualmente pontuais, já que as dinâmicas da heterogeneidade espacial, as interações temporais e espaciais dos processos bióticos e abióticos são integrativas quando pensamos em paisagem. Assim a avaliação e o monitoramento apenas nas proximidades dos empreendimentos, podem

nos levar a inferências ou determinação de padrões errôneos sobre os impactos dos mesmos, visto que eles são parte integrante de continuo heterogêneo de habitats.

5. Considerações finais

A ictiofauna do Sapucaí-Mirim segue o padrão geral de composição da bacia do alto Paraná, com prevalência de aproximadamente 80% de Characiformes e Siluriformes. De modo geral as famílias mais abundantes são Characidae e Loricariidae, e a maior biomassa é registrada para espécies das famílias Anostomidae, Prochilodontidae e Loricariidae.

A composição nos trechos de reservatórios é similar aos grandes represamentos, com proliferação massiva de espécies de pequeno porte, com alto potencial reprodutivo e baixa longevidade, como os lambaris e saguirus. Também vale ressaltar a expressiva abundância dos cascudos, presente não apenas nos reservatórios. Já as distribuições espaciais dos peixes dentro dos reservatórios diferem dos grandes represamentos, devido às proporções de tamanho dos compartimentos formados em relação às grandes represas. Os trechos com maiores abundâncias encontram-se na região de montante dos reservatórios, e não próximos às barragens, como visto em grandes áreas alagadas, uma vez que nas PCH's o tempo de resiliência da água é baixo, não ocorrendo ambientes tipicamente lacustres.

A presença de espécies não nativas apresentou um aumento no decorrer dos estudos realizados no Sapucaí-Mirim. Os motivos desse aumento podem ser os mais diversos (pesca-esportiva, aquarofilismo, aquicultura e programas de estocagens).

A progressão de impactos antrópicos (represamento, intensa ocupação do entorno, dejetos urbanos e introduções de espécies não nativas) presente na área de estudo, representam uma ameaça as populações de peixes nativos do rio Sapucaí-Mirim.

Como exemplo, o rio Grande apresentando sucessão de barramentos e presença de espécies não nativas, teve sua riqueza específica diminuída, devido à redução ou extinção local de algumas espécies sensíveis a esses tipos de alterações, como por exemplo os grandes bagres: Jaú (*Paulicea luetkeni*) e Pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*); e peixes de escamas como: Piracanjuba (*Brycon orbignyanus*), Pirapitinga (*Brycon nattereri*), Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e o Dourado (*Salminus brasiliensis*) (PAN-ICMBio).

Muitas vezes essas espécies acima citadas são restritas a reservatórios com grandes tributários afluentes, como é o caso do sistema Mogi-Guaçu/Pardo que sustenta populações dos grandes bagres (Jaú e Pintado) e dos peixes de escamas (Piracanjuba, Pirapitinga, Pacu e Dourado), além do Sapucaí-Mirim que aparentemente conta com populações de Dourados (presente estudo), Pacu e Piracanjuba (Carvalho & Porto-Foresti, comunicação pessoal). Os rios tributários de médio porte, além de contribuir para a manutenção dos grandes peixes de água doce (acima citado), sustentam uma grande riqueza específica de um modo geral, incluindo espécies ameaçadas de extinção. No rio Sapucaí-Mirim algumas espécies presentes se encontram na lista vermelha (FAEESPV, 2009) como: *Brycon* sp., *P. mesopotamicus*, *M. tiete* e *P. mangurus*, além da espécie *Hypostomus* sp. 1, que não apresenta sua distribuição geográfica conhecida.

A bacia do rio Sapucaí-Mirim está sendo foco de múltiplos estudos de biologia aquática. A iniciativa privada (CELAN e DEB) juntamente com os centros de pesquisas (UNESP- IB - Botucatu, CAUNESP - Jaboticabal e UNESP-FC – Bauru), estão realizando estudos nas áreas de ictiofauna, frente as construções sucessivas das PCH's (presente estudo), ecologia da fauna parasitária dos peixes (Departamento de Parasitologia – IB - Botucatu), genética das populações dos peixes para reestocagem (Departamento de Ciências Biológicas- FC - Bauru), manejo e reprodução em cativeiro

das espécies para reestocagem (CAUNESP – Jaboticabal), além de interferências das PCH's na comunidade bentônica de pedrais inundados e não inundados e limnologia geral do sistema (Departamento de Zoologia IB – Botucatu).

Portanto, a continuidade dos monitoramentos, não só nas áreas sob influência dos barramentos, assim como estudos específicos da biologia e ecologia, não apenas das espécies ameaçadas, mas estendida para toda biota aquática do Sapucaí-Mirim, são de fundamental importância para a elaboração de propostas e no manejo da bacia. Todos estes estudos subsidiarão o Plano de Ação Nacional, ao qual o rio Sapucaí-Mirim foi incluído recentemente (PAN Mogi-Pardo-Grande do ICMBio, 2014), que tem com objetivo a manutenção e preservação das espécies (alvos) das bacias.

6. Referências bibliográficas

Aarts, B. G. W., F. W. B. Van Den Brink & P. H. Nienhuis. 2004. Habitat loss as the main cause of the slow recovery of fish faunas of regulated large rivers in Europe: the transversal floodplain gradient. *River Research and Applications*, 20: 3-23.

Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL- (Brasil). 2008. Atlas de energia elétrica do Brasil / Agência Nacional de Energia Elétrica. ed. – Brasília : Aneel 236 p.

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., A. E. A. de M. Vazzoler & S. M. Thomaz. 1995. The high river Paraná basin: limnological and ichthyological aspects. Pp. 419-446 In: Tundisi, J. G.; Bicudo, C. E. M. & T. Matsumura-Tundisi (Eds.). *Limnology in Brazil*. Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências e Sociedade Brasileira de Limnologia, 384p.

Agostinho, A. A., A. E. A. M. Vazzoler & L. C. Gomes. 1993. Estratificación espacial y compartimento de *Prochilodus scrofa* en distintas fases del ciclo de vida, em la planicie inundación del alto río Paraná y embalse de Itaipu, Paraná, Brasil. *Rev. Hydrobiol. Trop.* 26 (1): 79-90.

Agostinho, A. A., F. M. Pelicice & L. C., Gomes. 2008. Dams and the fish fauna of the Neotropical region: impacts and management related to diversity and fisheries. *Braz. J. Biol.*, 68(4, Suppl.): 1119-1132.

Agostinho, A. A., L.C. Gomes; H. I. Suzuki & H.F. Júlio-JR. 2003. Migratory fishes of the upper Paraná river basin, Brazil, Pp. 19-98. In: J. Carolsfeld; B. Harvey; C. Ross & A. Baer. (Eds.). Migratory fishes of South America: biology, fisheries and conservation status. Washington, DC: International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank, Ottawa; Victoria, BC. World Fisheries Trust. ch. 2.

Agostinho, A. A., L. C. Gomes & F. M. Pelicice. 2007. Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatório do Brasil. Maringá: Eduem, 501p.

Agostinho, A. A., H. F. Júlio-Jr., L. C. Gomes, L. M. Bini & C. S. Agostinho. 1997. Composição, abundância e distribuição espaço-temporal da ictiofauna. Pp. 179-208 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.

Agostinho, A. A., L.E. Miranda, L. M . Bini, L. C. Gomes, S. M. Thomaz & H. I. Suzuki. 1999. Patterns of colonization in neotropical reservoirs, and prognoses on aging. Pp. 227-265 In: Tundisi, J. G.; Straskraba, M. (Eds.). Theoretical reservoir ecology and its applications. São Carlos: International Institute of Ecology.

Agostinho, A. A. & L. C. Gomes. 2006. O manejo da pesca em reservatórios da bacia do alto Paraná: Avaliação e Perspectivas. Pp. 23-56 In: Nogueira, M. G., R. Henry and A. Jorcin (eds.). Ecologia de reservatórios: Imapctos potenciais, ações de manejo e sistema em cascata. Rima. São Carlos. 459 p.

Alexandre P. C., E. A. Luiz, P. A. Piana, L.C. Gomes & A. A. Agostinho. 2004. Relação estoque-recrutamento para as piranhas *Serrasalmus marginatus* (Valenciennes,

1847) e *S. maculatus* (Kner, 1860) no rio Baía, alto rio Paraná. *Acta Scientiarum. Biological Sciences Maringá*, v. 26, no. 3, p. 303-307.

Anderson, E., M. C. Freeman & C. M. Pringle. 2006. Ecological consequences of hydropower development in central américa: impacts of small dams and water diversion on neotropical stream fish assemblages. *River Research and Applications*. 22: 397-411.

Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. 2014. BIG: Banco de Informações de Geração. Acessado: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/GeracaoTipoFase.asp?tipo=5&fase=1> (09/01/2014).

Angermeier, P. L. & J. R. Karr. 1983. Fish communities along environmental gradients in a system of tropical streams. *Env. Biol. of Fishes*, 9(2): 117-135.

Baumgartner, G., K. Nakatanib, L. C. Gomes, A. Bialeztkic, P. V. Sanchesd & M. C. Makrakis. 2004. Identification of spawning sites and natural nurseries of fishes in the upper Paraná River, Brazil. *Environmental Biology of Fishes* 71: 115–125, 2004.

Baxter, R. M. 1977. Environmental effects of dams & impoundments. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 8: 255-283.

Beaumord, A.C. & M. Petreire-Jr. 1994. Comunidades de peces del rio Manso, Chapada dos Guimaraes, MT. *Acta Biológica Venezuelana*, v. 15 n. 2, p. 21-35.

Bennemann, S. T., A. M. Gealh, M. L. Orsi & L. M. Souza. 2005. Ocorrência e ecologia trófica de quatro espécies de *Astyanax* (Characidae) em diferentes rios da bacia do rio Tibagi, Paraná, Brasil. *Iheringia, Sér. Zool.*, Porto Alegre, 95(3):247-254.

- Bennemann, S. T., O. A. Shibatta & J. C. Garavello. 2000. Peixes do rio Tibagi: uma abordagem ecológica. Londrina. Eduel, 1+64 p.
- Bonetto, A. A. 1986. The Paraná River system. Pp. 541. In: Davies, B. R., K. F. Walker (Eds.). The ecology of river system. Dordrecht: Dr. W. Junk Publishers.
- Braga, F. M. S. & L. M. Gomiero. 1997. Análise da pesca experimental realizada no reservatório de Volta Grande, Rio Grande (MG-SP). B. Inst. Pesca. v.24, p. 131-138.
- Britski, H. A. 1972. Peixes de água doce do Estado de São Paulo: sistemática. Pp. 79-108 In Poluição e Piscicultura. Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguaí, São Paulo.
- Britski, H. A., Y. Sato & A. A. A. Rosa. 1988. Manual de identificação de peixes da região de Três Marias (com chaves de identificação para os peixes da bacia do São Francisco). 3 ed. Brasília: Câmara dos Deputados/CODEVASF, 143 p.
- Britto, S. G. & E. D. Carvalho. 2006. Ecological attributes of fish fauna in the Taquaruçu Reservoir, Paranapanema river (Upper Paraná, Brazil): composition and spatial distribution. *Acta Limnologica Brasiliensia*, n. 18, p. 1-7.
- Britton, J. R. & M. L. Orsi. 2012. Non-native fish in aquaculture and sport fishing in Brazil: economic benefits versus risks to fish diversity in the upper River Paraná Basin. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 22: 555–565.
- Carvalho, E. D., V. F. B. Silva, C. Y. Fujihara, R. Henry & F. Forest. 1998. Diversity of fish species in the river Paranapanema – Jurumirim Reservoir transition region (São Paulo, Brazil). *Italian Journal of Zoology*, n. 54, p. 325-330.

Casatti, L., H. F. Mendes & K. M. Ferreira. 2003. Aquatic macrophytes as feeding site for small fishes in the Rosana reservoir, Paranapanema river, southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology* v63 (n2).

Castro R. M. C., L. Casatti, H. F. Santos, A. L. A. Melo, L. S. F. Martins, K. M. Ferreira, F. Z. Gibran, R. C. Benine, M. Carvalho, A. C. Ribeiro, T. X. Abreu, F. A. Bockmann, G. Z. Pelição, R. Stopiglia & F. Langeani. 2004. Estrutura e composição da ictiofauna de riachos da bacia do rio Grande no Estado de São Paulo, sudeste do Brasil. *Biota Neotropica* v4 (n1).

Castro, R. M. C., L. Casatti, H. F. Santos, R. P. Vari, A. L. A. Melo, L. S. F. Martins, T. X. Abreu, R. C. Benine, F. Z. Gibran, A. C. Ribeiro, F. A. Bockmann, M. Carvalho, G. Z. Pelição, K. M. Ferreira, R. Stopiglia & A. Akama 2005. Structure and composition of the stream ichthyofauna of four tributary rivers of the upper Rio Paraná basin, Brazil. *Ichthyol. Explor. Freshwaters* 16(3):193-214.

Cezário 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.

Comitê de Bacia Hidrográfica Grande. 2014. Características Gerais da UGRHI – 08 – Sapucaí Mirim / Grande. Available from: <http://www.grande.cbh.gov.br/UGRHI8.aspx//08/01/2014/>.

Corbacho C. & J. M. Sanchez. 2001. Patterns of species richness and introduced species in native freshwater fish faunas of a mediterranean-type basin: the Guadiana River

(southwest Iberian Peninsula). *Regulated Rivers: Research and Management* 17: 699–707. DOI: 10.1002/rrr.631.

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

De Silva, S. S. 2000. Reservoir fisheries: broad strategies for enhancing yields. Pp. 7-15. In: De Silva, S.S. (Ed.). *Reservoir and culturedbased fisheries: biology and management*. Proceedings of an International Workshop held in Bangkok, Thailand, 15-18 Feb. Canberra: ACIAR, 2001.

Duke Energy International Geração Paranapanema. 2004. *Peixes do rio Paranapanema*. São Paulo: Horizonte Geográfico, 112p.

Esteves, F. A. 1998. *Fundamentos de Limnologia*. Rio de Janeiro: Interciência, 602p.

Fauna ameaçada de extinção do Estado de São Paulo: Vertebrados / coordenação geral: Paulo Magalhães Bressan, Maria Cecília Martins Kierulff, Angélica Midori Sugieda. -- São Paulo: Fundação Parque Zoológico de São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 2009.

Fernando, C. H. & J. Holčík. 1991. Fish in reservoir. *Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie*, 76 (2): 149-167.

Ferreira, A. G., J. R. Verani, A. C. Peret & P. F. Castro. 2000. Caracterização de comunidades ícticas de lagoas marginais do rio Mogi Guaçu: composição abundância e biomassa de peixes. Pp. 791-804. In: Santos, J. E. & J. S. R. Pires (Eds). *Estudos integrados em ecossistemas: Estação ecológica de Jataí*. São Carlos: RIMA p. 791-804.

Gandini C.V., I. A. Boratto, D. C. Fagundes & P. S. Pompeu. 2012. Estudo da alimentação dos peixes no rio Grande à jusante da usina hidrelétrica de Itutinga, Minas Gerais, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, Porto Alegre, 102(1):56-61.

Gauch-Jr., H. G. 1999. *Multivariate analysis in community ecology*. 3.ed. Cambridge: Cambridge University Press, 297p.

Godinho, H. P. & A. L. Godinho. 2003. *Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais*. Belo Horizonte: PUC Minas, 458 p.

Godoy, M. P. 1975. *Peixes do Brasil: Subordem Characoidei, bacia do rio Mogi Guassu*. Pirassununga. Vol. 1. 1-216 p.

Grinnell J. 1917. The niche-relationship of the California thrasher. *Auk*, 34, 427–433.

Habit, E., M. C. Belk & O. Parra. 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.

Hoffmann, A. C., M. L. Orsi & O. A. Shibatta. 2005. Diversidade de peixes do reservatório da UHE Escola Mackenzie (Capivara), rio Paranapanema, bacia do alto rio Paraná, Brasil, e a importância de grandes tributários na sua manutenção. *Iheringia Série Zoologica*, v. 95, p. 319-325.

Hutchinson, M. F. 1957. Concluding remarks. *Cold Spring Harbour Symposium on Quantitative Biology*, 22: 415-427.

ICMBio. 2014. 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. Acessado: <http://www.icmbio.gov.br/menu/manejo-para-conservacao/planos-de-acao-para-conservacao> (10/01/2014)

Kimmel, B. L., O. T. Lindo & L. J. Paulson. 1990. Reservoir primary production. Pp . 133-192 In: Thornton, K. W., B. L. Kimmel & E. F. Payne (Eds). Reservoir Limnology: ecological perspectives. New York: John Wiley and Sons, Inc.

Krebs, C. J. 1989. Ecological Methodology. New York: Harper Collins Publishers, 654p.

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

Langeani, F., R. M. C. Castro, O. T. Oyakawa, O. A. Shibatta, C. S. Pavanelli & L. Casatti. 2007. Diversidade da ictiofauna do alto rio Paraná: composição atual e perspectivas futuras. *Biota Neotropica*, v. 7, n. 3, p. 1-17.

Lima, F. P. 2012. Estrutura trófica das assembleias de peixes da represa de Jurumirim, alto rio Paranapanema – SP, Brasil. 76f. Dissertação (Mestrado), Instituto Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

Lowe-McConnell, R. H. 1975. Fish communities in tropical freshwater: their distribution, ecology and evolution. London and New York. Longman. 337 p.

Mascarenhas C. B. A., A. L. Godinho, H. P. Godinho & V. C. Torquato. 1998. A ictiofauna da represa de Itutinga, rio Grande (Minas Gerais – Brasil). *Rev. Brasil. Biol.*, 58 (1): 121-129.

- McCune, B. & M. J. Mefford. 2006. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 5.31 MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.
- Morita, K & S. Yamamoto. 2002. Effect of habitat fragmentation by damming on the persistence of stream-dwelling charr populations. *Conservation Biology* 16: 1318–1323.
- Nelson, J. S. 2006. *Fishes of the world*. New York, John Wiley and Sons. 4. ed, Pp. 600.
- Nobile, A. B. 2010. A ictiofauna agregada a um sistema de piscicultura em tanques-rede na represa oligotrófica de Chavantes (médio rio Paranapanema, SP/PR): composição de espécies e atributos ecológicos. 81p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biociências. Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, Brasil.
- Nogueira, M. G., A. Jorcin, N. C. Vianna & Y. C. T. Britto. 2006. Reservatórios em cascata e os efeitos na limnologia e organização das comunidades bióticas (fitoplâncton, Zooplâncton e Zoobentos) – Um estudo de caso no rio Paranapanema (SP/PR). Pp, 84-125. In: Nogueira, M. G., R. Henry & A. Jorcin (Eds.). *Ecologia de reservatórios: Impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascatas*. São Carlos. Rima. 459 p.
- Nogueira, M. G., G. Perbiche-Neves & D. A. O. Naliato. 2012. Limnology of Two Contrasting Hydroelectric Reservoirs (Storage and Run-of-River) in Southeast Brazil. In: Hossein Samadii Borougeni. (Org.). *Hydropower - Practice and Application*. 1ed. Rijeka: Intech, v. , p. 167-184.
- Nogueira, M. G., R. Henry & F. E. Maricatto. 1999. Spatial and temporal heterogeneity in the Jurumirim Reservoir, São Paulo, Brazil. *Lakes & Reservoir: Research and Management*, v. 4, p. 107-120.

- Norton, S. F., J. J. Luczkovich & P. J. Motta. 1995. The role of ecomorphological studies in the comparative biology of fishes. *Environmental biology of fishes*. 44:187-304.
- Novaes, J. L. C. & E. D. Carvalho. 2013. Analysis of artisanal fisheries in two reservoirs of the upper Paraná River basin (Southeastern Brazil). *Neotropical Ichthyology*, 11(2):403-412.
- Odum, E. P. & G. W. Barrett. 2007. *Fundamentos de ecologia*. São Paulo: Thomsom Learning. Pp 612.
- Oliveira, A. K. & J. C. Garavello. 2003. Fish assemblage composition in a tributary of the Mogi-Guaçu river basin, southern Brazil. *Inheringia Série Zoologia*, v. 93, n. 2, p. 127-138.
- Orsi, M. L. S., O. A. Shibatta & A. T. Silva-Souza, 2002. Caracterização biológica de populações de peixes do rio Tibagi, localidade de Sertanópolis. In: Medri, M. E.; Bianchini, E.; Shibatta, O. A. & Pimenta, J. A. eds. *A bacia do rio Tibagi*. Universidade Estadual Londrina-PR.
- Orsi, M.L., E. D. Carvalho & F. Foresti. 2004. Biologia populacional de *Astyanax altiparanae* Garutti & Britski, 2000 (Teleostei, Characidae) do médio rio Paranapanema, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 21 (2): 207-218.
- Pagioro, T. A., S. M. Thomaz & M. C. Roberto. 2005. Caracterização limnológica abiótica dos reservatórios. Pp. 17- 37 In: RODRIGUES, L.; THOMAZ, S. M.; AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. (Org.) *Biocenose em reservatórios: padrões espaciais e temporais*. São Carlos: RIMA.

- Paiva, M. P. 1982. *Grandes represas do Brasil*. Brasília: Editerra. Pp. 292.
- Penczak, T. & A. A. Agostinho. 1997. Aplicação do método de comparação de abundância e biomassa (ABC) na comunidade de peixes do reservatório de Segredo. Pp. 205-211 In: Agostinho, A. A. & L. C. Gomes (Eds.) *Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo*. Maringá: Eduem.
- Perez-Jr, O. R. & J. C. Garavello. 2007. Ictiofauna do ribeirão do Pântano, afluente do rio Mogi-Guaçu, Bacia do Alto Paraná, São Paulo Brasil. *Iheringia, Sér. Zool. Porto Alegre*, v. 97, n. 3, p. 328-335.
- Pettesse M. L. & M. Petrere-Jr. 2012. Tendency towards homogenization in fish assemblages in the cascade reservoir system of the Tietê river basin, Brazil. *Ecological Engineering* 48 109– 116.
- Petrere-Jr, M. & A. A. Agostinho. 1993. The fisheries in the Brazilian portion of the Paraná River. Document presented at the ONU/FAO/COPEscal meeting “Consulta de expertos sobre los recursos pesqueros de la cuenca del Plata”, Montevideo, Uruguay. Pp. 5-7.
- Petts, G. E. 1984. *Impounded rivers. Perspectives for ecological management*. Chichester: John Wiley & Sons, 326 p.
- Pompeu, P. S., L. B. Nogueira, H. P. Godinho & C. B. Martinez. 2011. Downstream passage of fish larvae and eggs through a small-sized reservoir, Mucuri River, Brazil. *Zoologia* 28 (6): 739–746, December, 2011
- Ramos, I. P., H. Brandão, A. S. Zanatta, E. O. P. Zica, R. J. Silva, D. M. M. Rezende-Ayroza & E. D. Carvalho. 2013. Interference of cage fish farm on diet, condition factor

and numeric abundance on wild fish in a Neotropical reservoir. *Aquaculture* (Amsterdam), v. 414-415, p. 56-62.

Reis, R. E. 2013. Conserving the freshwater fishes of South America. *International Zoo Yearbook*. 47: 65-70.

Reis, R. E., S. O. Kullander & J. C. J. Ferraris (Orgs.) 2003. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre, Edipucrs, 742p.

Sanches, B. O. 2008. Variações espaço temporais na comunidade de peixes de um reservatório do sudeste brasileiro. Monograph Pontificada Universidade Católica de Minas Gerais.

Santos, G.B. 1999. Estrutura das comunidades de peixes de reservatórios do Sudeste do Brasil, localizados nos rios Grande e Paranaíba, bacia do Alto Paraná. PPGERN, São Carlos, UFSCar, Tese (Doutorado), 166 p.

Schaefer, S.A. 1998. Conflict and resolution: impact of new taxa on phylogenetic studies of the neotropical cascudinhos (Siluroidei: Loricariidae). Pp. 375-400. In: (Malabarba, L. R., R. E. Reis, R. P. Vari, Z. M. S., Lucena & C. A. S. Lucena (Eds.). *Phylogeny and classification os Neotropical fishes*. Porto Alegre, Edipucrs.

Soares, A. B., F. M. Pelicice, P. H. F. Lucinda & C. S. Agostinho. 2009. Diversidade de peixes na área de influência da barragem de Peixe Angical, antes e após a formação do reservatório. Pp. 15-27 In: Agostinho, C. S., F. M. Pelicice & E. E. Marques. (ORGS.). *Reservatório de Peixe Angical: bases ecológicas para o manejo da ictiofauna*. São Carlos: Rima.

StatSoft. Inc. (2005). STATISTICA (data analysis software system). Version 7.1
www.statsoft.com

Suárez, Y. R., M. M. Souza & F. S. Ferreira. 2011. Patterns of species richness and composition of fish assemblages in streams of the Ivinhema River basin, Upper Paraná River. *Acta Limnologica Brasiliensia*, vol. 23, no. 2, p. 177-188.

Suzuki, H. I., F. M. Pelicice, E. A. Luiz, J. D. Latini & A. A. Agostinho. 2004. Reproductive strategies of the fish community of the upper Paraná river floodplain. Pp. 125-130. In: A. A. Agostinho, L. Rodrigues, L. C. Gomes, S. M. Thomaz & L. E. Miranda. (Orgs.). *Structure and functioning of the Paraná river and its floodplain*. Maringá: Eduem.

Thornton, K. W. 1990. Perspectives on reservoir limnology. Pp. 1-13 In: Thornton, K. W., B. L. Kimmel & F. E. Payne, (Eds.). *Reservoir limnology: ecological perspectives*. New York: John Wiley & Sons.

Torloni, C. E. C., A. R. A. Corrêa, A. A. Carvalho-Jr., J. J. Santos, J. L. Gonçalves, E. J. Gereto, J. A. Cruz, J. A. Moreira, D. C. Silva, E. F. Deus & A. S. Ferreira. 1993. Produção pesqueira e composição das capturas em reservatórios sob concessão da CESP nos rios Tietê, Paraná e Grande, no período de 1986 a 1991. São Paulo, *Série Pesquisa e Desenvolvimento*, 73 p.

Tundisi, J. G. & T. Matsumura-Tundisi. 2003. Integration of research and management in optimizing multiple uses of reservoirs: the experience in South America and Brazilian case studies. *Hydrobiologia*. 500: 231-242.

Uieda, V.S. 1984. Ocorrência e distribuição dos peixes em um riacho de água doce. *Rev. Brasil. Biol.* 44:203-213.

Vazzoler, A. E. A. M., A. A. Agostinho & N. S. Hahn. 1997. A planície de inundação do alto rio Paraná: Aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Maringá. Eduem. 460 p.

Vianna, N. C. & M. G. Nogueira. 2008. Ichthyoplankton and limnological factors in the Cinzas River – an alternative spawning site for fishes in the middle Paranapanema River basin, Brazil. *Acta Limnol. Bras.*, vol. 20, no. 2, p. 139-151.

Welcomme, R. L. 1996. Stocking as a technique for enhancement of fisheries. *FAO Aquaculture Newsletter*, Rome, no. 14, [p. 8-14.], Dec.

Winemiller, K.O. & Rose, K.A. 1992. Patterns of life-history diversification in North American fishes: implications for population regulation. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 49: 2196–2218.

Woynarovich, E. 1991. The hydroelectric power plants and the fish fauna. *Verhandlungen International Verein Limnology*, v. 24, p. 2531-2536.

Anexo I

Anexo I

Fotos dos pontos amostrais no Rio Sapucaí-Mirim

Obs: Fotos tiradas a favor da corrente (FC) e fotos tiradas contra corrente (CC).

Ponto 1: Região mais superior do reservatório da PCH Palmeiras



Figura 14: Vista do centro do rio (CC).



Figura 15: Vista da margem direita (CC).

Anexo I

Ponto 2: Região do trecho intermediário do reservatório da PCH Palmeiras



Figura 16: Vista da margem direita, ao fundo a barragem (FC).

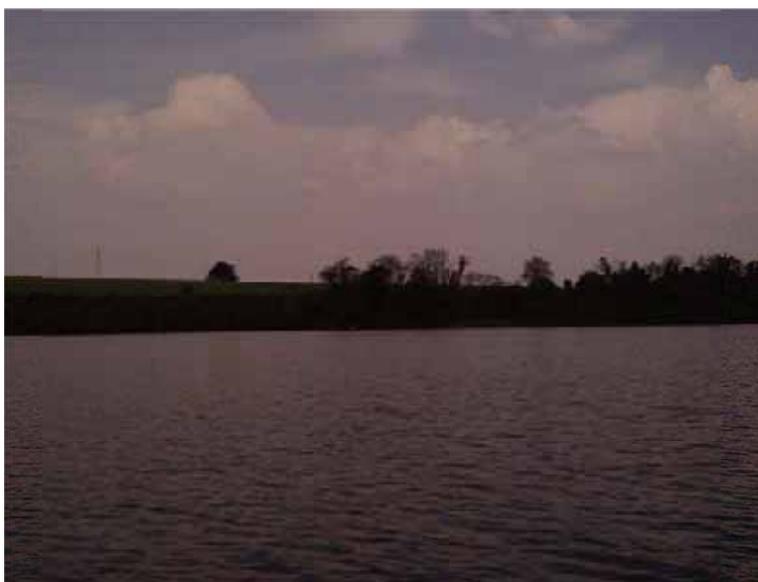


Figura 17: Vista da margem direita de dentro do reservatório (CC).

Anexo I

Ponto 3: Região a montante do reservatório da PCH Anhanguera;



Figura 18: Vista da entrada do rio Sapcauí-Mirim no reservatório da Anhanguera (CC).

Ponto 4: Região intermediária do reservatório da PCH Anhanguera



Figura 19: Vista da região central do reservatório (CC).

Anexo I

Figura 20: Vista do braço alagando na região central do reservatório (CC).

Ponto 5: Região próxima a barragem da PCH Anhanguera

Figura 21: Vista da montante acima barragem (CC).

Anexo I

Ponto 6: Região a jusante da PCH Anhanguera;



Figura 22: Vista da jusante abaixo da barragem (FC).

Ponto 7: Região intermediária do futuro reservatório da PCH Retiro



Figura 23: Vista da margem esquerda do rio, antes da supressão vegetal (FC).

Anexo I

Figura 24: Vista da margem direita depois da supressão parcial da vegetação (FC).

Ponto 8: Região a jusante da construção da barragem da PCH Retiro

Figura 25: Vista da margem direita (FC).

Anexo II

Anexo II

*Leporinus amblyrhynchus**Leporinus octofasciatus**Leporinus striatus**Characidium zebra**Steindachnerina insculpta**Piabina argentea**Bryconamericus stramineus**Astyanax fasciatus**Oligosarcus pintoii**Leporinus friderici**Leporinus elongatus**Schizodon nasutus**Cyphocharax modestus**Hyphessobrycon eques**Bryconamericus iheringii**Astyanax altiparanae**Astyanax bockmanni**Salminus brasiliensis*

Figura 26: Fotos dos exemplares capturados no rio Sapucaí-Mirim.

Anexo II: Continuação...

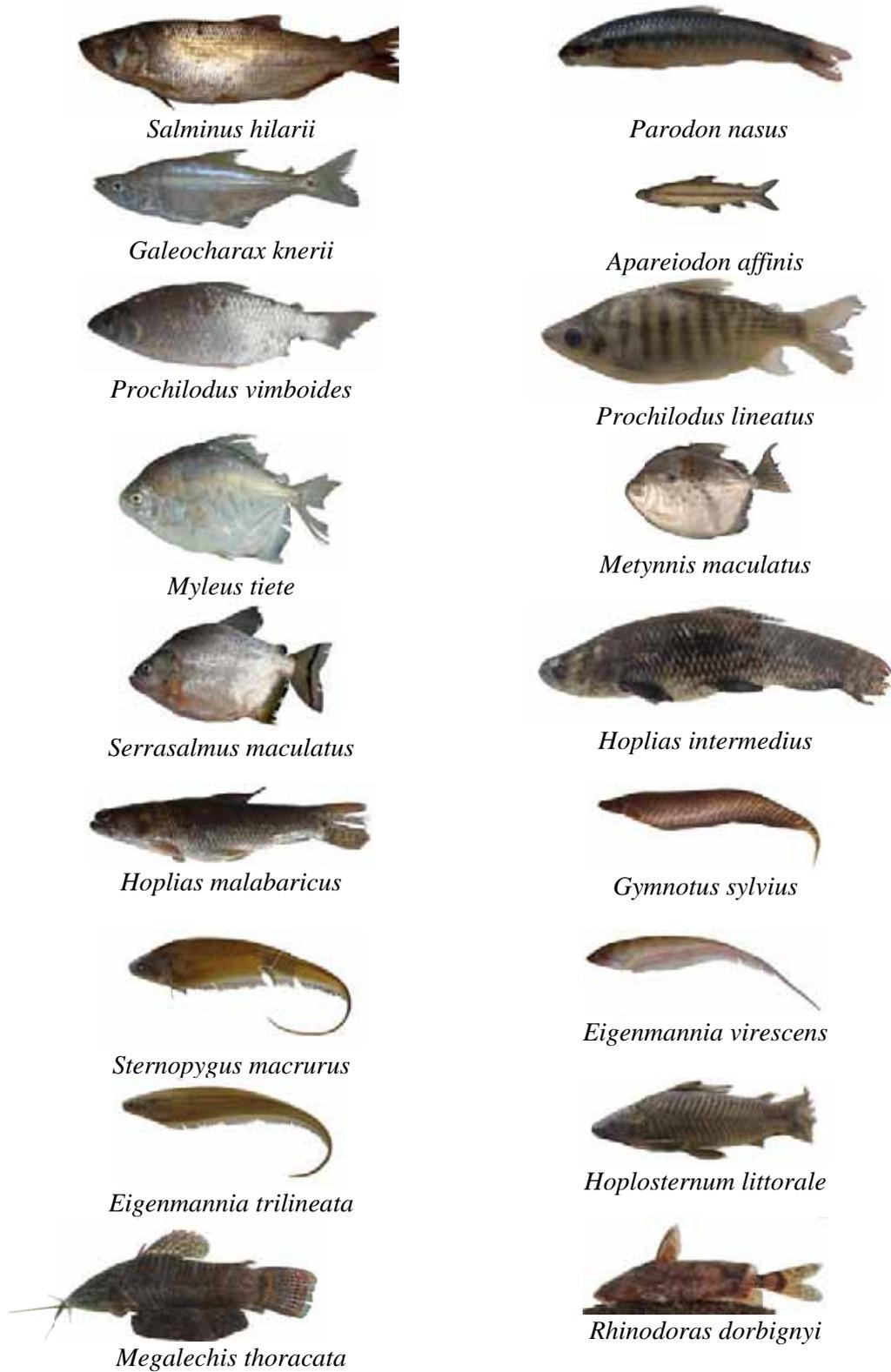


Figura 26: Fotos dos exemplares capturados no rio Sapucaí-Mirim.

Anexo II: Continuação...

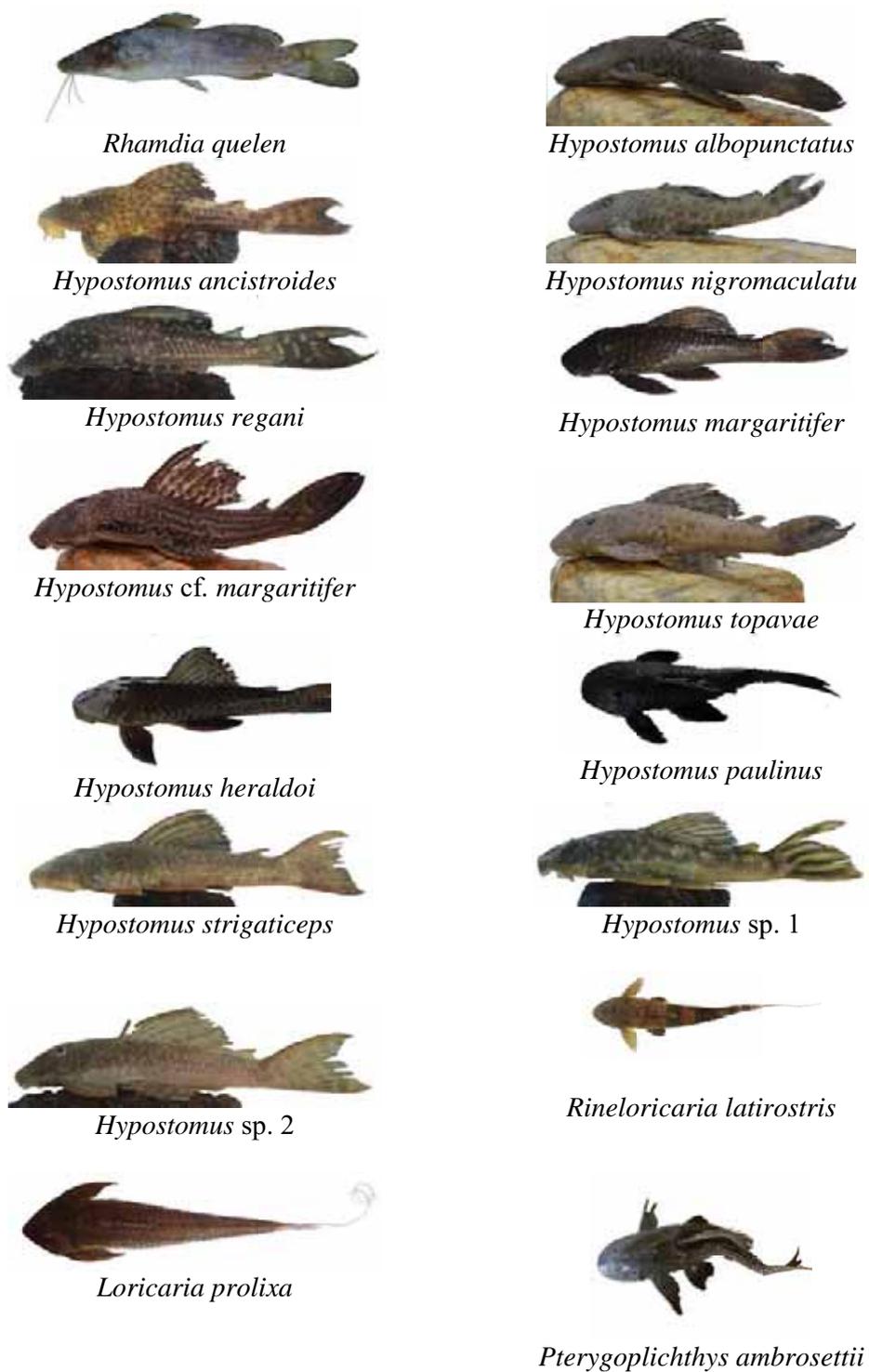


Figura 26: Fotos dos exemplares capturados no rio Sapucaí-Mirim.

Anexo II: Continuação...



Pimelodus maculatus



Pimelodus sp.



Iheringichthys labrosus



Phalloceros caudimaculatus



Cichla kelberi



Crenicichla haroldoi



Tilapia rendalli



Pimelodus microstoma



Pimelodella avanhandavae



Pseudopimelodus mangurus



Synbranchus marmoratus



Cichlasoma paranaense



Geophagus brasiliensis



Oreochromis niloticus

Figura 26: Fotos dos exemplares capturados no rio Sapucaí-Mirim.

Anexo - III

Anexo – III

Tabela 3: Tabela da riqueza de espécies (R) e suas respectivas frequências relativas (%) ao longo do Rio Sapucaí-mirim.

	Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3		Ponto 4		Ponto 5		Ponto 6		Ponto 7		Ponto 8	
	R	FR%														
Anostomidae	5	18,5	5	14,7	5	13,2	5	12,8	5	13,5	5	12,2	5	23,8	5	12,2
Callichthyidae	0	0,0	2	5,9	1	2,6	2	5,1	1	2,7	2	4,9	0	0,0	1	2,4
Characidae	3	11,1	5	14,7	4	10,5	6	15,4	6	16,2	4	9,8	5	23,8	5	12,2
Cichlidae	0	0,0	3	8,8	3	7,9	3	7,7	3	8,1	5	12,2	0	0,0	4	9,8
Curimatidae	1	3,7	2	5,9	2	5,3	2	5,1	2	5,4	2	4,9	1	4,8	2	4,9
Doradidae	1	3,7	1	2,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	2,4
Erythrinidae	1	3,7	1	2,9	1	2,6	1	2,6	1	2,7	2	4,9	0	0,0	2	4,9
Gymnotidae	1	3,7	1	2,9	1	2,6	0	0,0	0	0,0	1	2,4	0	0,0	1	2,4
Heptapteridae	1	3,7	1	2,9	1	2,6	1	2,6	1	2,7	1	2,4	1	4,8	1	2,4
Loricariidae	10	37,0	7	20,6	11	28,9	10	25,6	10	27,0	9	22,0	7	33,3	11	26,8
Parodontidae	1	3,7	0	0,0	1	2,6	1	2,6	0	0,0	1	2,4	1	4,8	2	4,9
Pimelodidae	1	3,7	3	8,8	5	13,2	4	10,3	4	10,8	4	9,8	1	4,8	4	9,8
Prochilodontidae	1	3,7	1	2,9	1	2,6	1	2,6	1	2,7	2	4,9	0	0,0	1	2,4
Pseudopimelodidae	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	2,7	0	0,0	0	0,0	1	2,4
Serrasalminidae	0	0,0	1	2,9	1	2,6	2	5,1	1	2,7	2	4,9	0	0,0	0	0,0

Anexo – III

Tabela 4: Tabela das abundâncias (A) em CPUJE e de suas respectivas frequências relativas (FR %) das famílias ao longo do Rio Sapucaí-mirim.

	Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3		Ponto 4		Ponto 5		Ponto 6		Ponto 7		Ponto 8	
	A	FR%														
Anostomidae	121,6	11,9	178,4	11,7	347,6	10,1	327,0	19,3	356,5	15,3	121,9	3,3	122,8	18,7	154,0	6,5
Callichthyidae	0,0	0,0	43,6	2,9	29,2	0,8	8,9	0,5	2,4	0,1	78,4	2,1	0,0	0,0	6,4	0,3
Characidae	122,9	12,1	582,6	38,2	1888,3	54,8	629,1	37,1	957,3	41,1	963,5	26,3	262,6	40,0	1040,3	43,8
Cichlidae	0,0	0,0	37,3	2,4	168,8	4,9	11,1	0,7	64,4	2,8	249,3	6,8	0,0	0,0	18,5	0,8
Curimatidae	12,7	1,2	104,9	6,9	239,0	6,9	49,1	2,9	158,1	6,8	737,6	20,1	2,9	0,4	168,4	7,1
Doradidae	18,7	1,8	8,1	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	226,9	9,6
Erythrinidae	7,2	0,7	20,8	1,4	20,6	0,6	4,4	0,3	6,9	0,3	132,6	3,6	0,0	0,0	36,4	1,5
Gymnotidae	11,0	1,1	7,5	0,5	18,4	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	0,2	0,0	0,0	2,2	0,1
Heptapteridae	7,3	0,7	2,9	0,2	33,8	1,0	21,2	1,3	30,1	1,3	13,9	0,4	7,2	1,1	12,5	0,5
Loricariidae	681,1	66,9	452,0	29,6	490,8	14,2	538,1	31,7	627,4	26,9	1075,5	29,3	237,4	36,1	539,0	22,7
Parodontidae	10,2	1,0	0,0	0,0	2,4	0,1	4,7	0,3	0,0	0,0	53,5	1,5	21,5	3,3	34,0	1,4
Pimelodidae	10,7	1,0	7,5	0,5	50,6	1,5	52,6	3,1	31,5	1,4	149,9	4,1	2,9	0,4	65,7	2,8
Prochilodontidae	9,8	1,0	30,7	2,0	96,7	2,8	15,6	0,9	63,1	2,7	40,5	1,1	0,0	0,0	63,5	2,7
Pseudopimelodidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,1	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1	0,2
Serrasalminidae	0,0	0,0	36,0	2,4	44,6	1,3	31,6	1,9	17,4	0,7	17,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0

Anexo – III

Tabela 5: Tabela das biomassas (B) em CPUE (g) e de suas respectivas frequências relativas (%) das famílias ao longo do Rio Sapucaí-mirim.

	Ponto 1		Ponto 2		Ponto 3		Ponto 4		Ponto 5		Ponto 6		Ponto 7		Ponto 8	
	B	FR%	B	FR%	B	FR%	B	FR%								
Anostomidae	29508,5	22,9	51016,3	29,5	80075,2	27,5	70699,5	44,8	65711,6	31,4	22055,9	8,1	17092,9	34,7	26126,1	9,5
Callichthyidae	0,0	0,0	7365,4	4,3	4832,9	1,7	1566,7	1,0	219,5	0,1	13099,9	4,8	0,0	0,0	1338,9	0,5
Characidae	5339,7	4,2	12595,1	7,3	32462,5	11,1	13978,1	8,9	23011,0	11,0	27624,3	10,2	10091,0	20,5	32462,7	11,8
Cichlidae	0,0	0,0	3949,3	2,3	15556,4	5,3	400,0	0,3	3900,4	1,9	19438,9	7,2	0,0	0,0	2995,3	1,1
Curimatidae	390,9	0,3	2646,7	1,5	10734,8	3,7	2105,4	1,3	6816,7	3,3	16870,8	6,2	71,4	0,1	8536,2	3,1
Doradidae	304,4	0,2	135,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12229,4	4,4
Erythrinidae	2754,0	2,1	9225,2	5,3	14312,2	4,9	1411,1	0,9	2398,7	1,1	40230,4	14,8	0,0	0,0	12509,5	4,5
Gymnotidae	1922,9	1,5	1031,9	0,6	1251,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	1120,9	0,4	0,0	0,0	66,7	0,0
Heptapteridae	3035,4	2,4	571,4	0,3	8489,9	2,9	6293,5	4,0	4500,4	2,2	1352,9	0,5	855,3	1,7	1750,0	0,6
Loricariidae	71036,0	55,2	53859,5	31,2	41829,1	14,4	34217,9	21,7	40918,2	19,6	103907,4	38,2	19051,1	38,6	112914,5	40,9
Parodontidae	243,9	0,2	0,0	0,0	48,8	0,0	126,6	0,1	0,0	0,0	628,6	0,2	862,7	1,7	1023,8	0,4
Pimelodidae	6016,0	4,7	3983,4	2,3	13822,9	4,7	21747,7	13,8	5345,5	2,6	14516,8	5,3	1285,7	2,6	7490,4	2,7
Prochilodontidae	7984,0	6,2	25021,4	14,5	63244,1	21,7	2660,0	1,7	41711,4	19,9	8973,5	3,3	0,0	0,0	55063,4	20,0
Pseudopimelodidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13877,8	6,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1401,6	0,5
Serrasalminidae	0,0	0,0	724,4	0,4	4108,7	1,4	2367,4	1,5	646,0	0,3	1257,1	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0

Anexo - IV

Anexo IV

Tabela 6: Lista dos acrônimos e suas respectivos status de constância de captura de Dajoz. constantes $c > 50\%$ (cc); acessórias $25\% \leq c \leq 50\%$ (ac); acidental ou rara $0 < c < 25$ (rr) e ausente = 0 (-) (continua).

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Aaff	-	-	rr	ac	-	ac	-	ac
Aboc	-	rr	cc	cc	cc	cc	ac	cc
Aalt	cc							
Afas	cc	cc	cc	cc	cc	cc	ac	ac
Ckel	-	rr	ac	rr	cc	ac	-	rr
Cpar	-	-	-	-	-	rr	-	-
Csp.	-	rr	-	rr	rr	ac	-	rr
Cmod	-	ac	ac	rr	rr	ac	-	rr
Esp.	ac	ac	cc	ac	rr	cc	-	-
Gkne	cc	cc	cc	cc	cc	cc	ac	cc
Gbra	-	cc	cc	ac	cc	cc	-	ac
Gsp.	ac	ac	cc	-	-	ac	-	rr
Hlac	-	-	-	-	-	rr	-	rr
Hmal	ac	cc	cc	ac	ac	cc	-	ac
Hlitt	-	cc	cc	ac	rr	cc	-	ac
Hsp.1	ac	cc	ac	ac	ac	cc	ac	ac
Hsp.2	cc	cc	ac	ac	ac	cc	-	cc
Hsp.3	ac	ac	ac	rr	rr	cc	ac	ac
Hsp.4	ac	-	cc	ac	cc	cc	ac	ac
Halb	-	-	rr	-	-	-	-	rr
Hanc	cc	cc	cc	cc	cc	cc	ac	ac
Hmar	cc	ac	cc	cc	ac	cc	cc	cc
Hnigr	ac	-	ac	cc	ac	cc	-	ac
Hreg	ac	cc						
Ilab	rr	rr	ac	ac	ac	cc	-	ac
Lamb	rr	rr	ac	ac	rr	ac	ac	ac
Lelo	ac	ac	ac	cc	ac	rr	-	-
Lfri	cc	cc	cc	cc	cc	ac	ac	cc
Loct	ac	rr	rr	cc	cc	ac	-	rr
Lstr	-	-	-	-	-	-	ac	ac
Mtho	-	rr	-	rr	-	rr	-	-
Mmac	-	rr	-	rr	-	-	-	-
Mtie	-	-	-	-	-	rr	-	-
Opin	-	-	-	rr	-	-	-	rr
Onil	-	-	ac	-	-	ac	-	rr
Pnas	ac	-	-	-	-	-	ac	rr
Pava	-	-	rr	-	-	-	-	-
Pmcr	-	rr	rr	rr	rr	rr	-	rr
Pmac	rr	rr	ac	cc	rr	ac	rr	cc
Ppar	-	-	rr	rr	ac	ac	-	ac
Plin	ac	cc	cc	ac	cc	ac	-	ac

Anexo IV

(Continuação Tabela 4)

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Pvim	-	-	-	-	-	rr	-	-
Ppro	cc	rr	ac	cc	cc	cc	ac	cc
Pman	-	-	-	-	ac	-	-	ac
Pani	-	-	rr	-	-	-	-	-
Rque	ac	rr	cc	cc	cc	ac	ac	rr
Rdor	ac	ac	-	-	-	-	-	cc
Rpent	rr	-	-	rr	ac	-	-	rr
Sbra	-	-	-	-	rr	-	-	-
Shil	-	ac	-	rr	ac	-	rr	-
Snas	cc							
Smac	-	ac	cc	cc	ac	ac	-	-
Sins	ac	rr	cc	cc	cc	cc	rr	ac

Anexo V

Anexo V

Tabela 7: Dados retirados do Programa “Statistica 7” demonstrando a não normalidade dos dados de Abundância ($\text{Log } x + 1$).

Frequency table: Ablo1 (Spreadsheet1) K-S d=,10832, p> .20; Lilliefors p<,10 Shapiro-Wilk W=,92727, p=,00101						
Category	Count	Cumulative	Percent	Cumul %	% of all	Cumulative %
0,000000<x<=,500000	0	0	0,00000	0,0000	0,00000	0,0000
,500000<x<=1,000000	2	2	3,12500	3,1250	3,12500	3,1250
1,000000<x<=1,500000	4	6	6,25000	9,3750	6,25000	9,3750
1,500000<x<=2,000000	15	21	23,43750	32,8125	23,43750	32,8125
2,000000<x<=2,500000	22	43	34,37500	67,1875	34,37500	67,1875
2,500000<x<=3,000000	21	64	32,81250	100,0000	32,81250	100,0000
Missing	0	64	0,00000		0,00000	100,0000

Anexo V

Tabela 8: Dados retirados do Programa “Statistica 7” demonstrando a não normalidade dos dados de Biomassa (Log x + 1).

Frequency table: Bilo1 (Spreadsheet1) K-S d=,10035, p> .20; Lilliefors p<,15 Shapiro-Wilk W=,95020, p=,01171						
Category	Count	Cumulative	Percent	Cumul %	% of all	Cumulative %
2,500000<x<=3,000000	0	0	0,00000	0,0000	0,00000	0,0000
3,000000<x<=3,500000	6	6	9,37500	9,3750	9,37500	9,3750
3,500000<x<=4,000000	14	20	21,87500	31,2500	21,87500	31,2500
4,000000<x<=4,500000	26	46	40,62500	71,8750	40,62500	71,8750
4,500000<x<=5,000000	18	64	28,12500	100,0000	28,12500	100,0000
Missing	0	64	0,00000		0,00000	100,0000

Anexo V

Tabela 9: Dados retirados do programa “Statistica 7” demonstrando o resultado do teste de significância (Kruskal-Wallis) para a abundância ($\text{Log } x + 1$).

Depend.: Ablo1	Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; Ablo1 (Spreadsheet1) Independent (grouping) variable: Ponto Kruskal-Wallis test: H (7, N= 64) =23,16346 p =,0016		
	Code	Valid N	Sum of Ranks
1	1	8	154,0000
2	2	8	210,0000
3	3	8	377,0000
4	4	8	256,0000
5	5	8	301,0000
6	6	8	394,0000
7	7	8	129,0000
8	8	8	259,0000

Anexo V

Tabela 10: Dados retirados do programa “Statistica 7” demonstrando o resultado do teste de significância (Kruskal-Wallis) para a biomassa (Log x + 1).

Depend.: Bilo1	Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; Bilo1 (Spreadsheet1) Independent (grouping) variable: Ponto Kruskal-Wallis test: H (7, N= 64) =17,36611 p =,0152		
	Code	Valid N	Sum of Ranks
1	1	8	182,0000
2	2	8	255,0000
3	3	8	360,0000
4	4	8	251,0000
5	5	8	287,0000
6	6	8	357,0000
7	7	8	113,0000
8	8	8	275,0000

Anexo V

Tabela 11: Dados retirados do Programa “Statistica 7” demonstrando o teste a *posteriori* de múltiplas comparações do teste de significância da abundância.

Depend: Ablo1	Multiple Comparisons & values; Ablo1 (Spreadsheet1) Independent (grouping) variable: Ponto Kruskal-Wallis test: H (7, N= 64) =23,16346 p =,0016							
	1 R:19,250	2 R:26,250	3 R:47,125	4 R:32,000	5 R:37,625	6 R:49,250	7 R:16,125	8 R:32,375
1		0,751921	2,994255	1,369570	1,973792	3,222517	0,335679	1,409851
2	0,751921		2,242335	0,617649	1,221871	2,470596	1,087599	0,657931
3	2,994255	2,242335		1,624686	1,020464	0,228262	3,329934	1,584404
4	1,369570	0,617649	1,624686		0,604222	1,852947	1,705249	0,040281
5	1,973792	1,221871	1,020464	0,604222		1,248725	2,309470	0,563940
6	3,222517	2,470596	0,228262	1,852947	1,248725		3,558196	1,812666
7	0,335679	1,087599	3,329934	1,705249	2,309470	3,558196		1,745530
8	1,409851	0,657931	1,584404	0,040281	0,563940	1,812666	1,745530	

Anexo V

Tabela 12: Dados retirados do Programa “Statistica 7” demonstrando o teste a *posteriori* de múltiplas comparações do teste de significância da biomassa.

Depend: Bilo1	Multiple Comparisons z' values; Bilo1 (Spreadsheet1) Independent (grouping) variable: Ponto Kruskal-Wallis test: H (7, N= 64) =17,36611 p =,0152							
	1 R: 22,750	2 R:31,875	3 R:45,000	4 R:31,375	5 R:35,875	6 R:44,625	7 R:14,125	8 R:34,375
1		0,980182	2,390033	0,926474	1,409851	2,349752	0,926474	1,248725
2	0,980182		1,409851	0,053709	0,429669	1,369570	1,906656	0,268543
3	2,390033	1,409851		1,463560	0,980182	0,040281	3,316507	1,141308
4	0,926474	0,053709	1,463560		0,483378	1,423278	1,852947	0,322252
5	1,409851	0,429669	0,980182	0,483378		0,939901	2,336325	0,161126
6	2,349752	1,369570	0,040281	1,423278	0,939901		3,276226	1,101027
7	0,926474	1,906656	3,316507	1,852947	2,336325	4		2,175199
8	1,248725	0,268543	1,141308	0,322252	0,161126	1,101027	2,175199	

Anexo V

Tabela 13: Dados retirados do programa estatístico PC – ORD 5, para realização do cálculo de porcentagem de explicação da Análise de Correspondência Destendenciada (DCA).

Detrended Correspondence Analysis (DCA)		
	eigenvalue	Porcentagem de Explicação
inertia	0.7956	
Axis 1	0.3275184631	41,16%
Axis 2	0.1058187112	13,30%