

VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL NA COMPOSIÇÃO DA COMUNIDADE DE PEIXES DO RIO PASSA CINCO (SP)

ALBERTO LUCIANO CARMASSI

Orientador: Prof. Dr. Francisco Manoel de Souza Braga

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (Zoologia).

Rio Claro
Estado de São Paulo – Brasil
Março de 2008

*Dedico essa dissertação
as minhas queridas avós
Elvira e Renata (in memoriam),
aos meus padrinhos, Dodô e Julieta,
e a minha família
Reinaldo, Leda, Máira e Giulianna.*

*Vocês são tudo o que eu tenho,
ser feliz é estar junto de vocês.*

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Francisco Manoel de Souza Braga, pela formação acadêmica e profissional, que não ficou restrita aos conhecimentos, mas também a grandes lições de ética e moral.

Ao Professor Maurício Cetra, pela iniciação na carreira científica, pelas oportunidades e, principalmente, pela verdadeira amizade.

Ao Professor Fabio Cop Ferreira, que participou desde o reconhecimento do local de estudo, passando pelo desenho amostral, análise dos dados e revisão final. Além das discussões que muitas vezes passaram do plano real.

Ao Professor Leandro Muller Gomiero, pelos ensinamentos desde a escolha do primeiro projeto e abertura do primeiro peixe, até possíveis sugestões para o doutorado.

Ao Professor Pedro de Moraes Andrade, pela introdução do método de pesca elétrica em nosso grupo de trabalho e pelas breves, porém consistentes conversas.

À Professora Ursulla Pereira Souza, pela grande ajuda na coleta dos dados de campo e por manter a ordem física e moral do grupo.

À equipe de campo formada por: Fofa, Moorcego, Ursulla, Bozo e Henrique, que participaram de todas as coletas, e também pela participação de Débora, Ganso, Cris, Pedrão, Cristine, Chico, Ângela, Manu e Jeferson.

Aos Professores Miguel, Cláudio, Maria José, Sulene, Francisco e Marcos, pelas disciplinas cursadas durante o mestrado.

Ao Professor Roberto Goiten, pelos ensinamentos e conversas desde a graduação.

Aos funcionários do Departamento de Zoologia, Cinara, Fernando, Jaime, Cristina e Nice, pela disponibilidade em sempre ajudar.

Às funcionárias da Pós-Graduação, Rute e Heloísa, pelos imensos favores.

Aos professores Julio César Garavelo, Heraldo Antônio Bristski e Francisco Langeani Neto, pela disponibilidade em nos ajudar na identificação das espécies.

Ao CNPq pela bolsa concedida e ao Ibama pela licença para as coletas de campo.

Agradecimentos especiais

À Giulianna, por tudo que ela representa na minha vida, sendo ao mesmo tempo amiga, companheira, namorada, professora, patroa e esposa. Fofa, nesses oito anos que convivemos juntos eu aprendo a te amar mais a cada minuto que passa. Obrigado por tudo que você fez por mim durante todos esses anos!

Ao Professor, Médico e Empresário Reinaldo Carmassi, pelo exemplo de sabedoria, luta e dedicação aos filhos. É isso aí “Patrão”!!!

À Leda Maria Luciano Carmassi, pelo exemplo de humildade e dedicação ao próximo. “Mama” igual a você só existe na Bíblia!!!

À Maíra Luciano Carmassi, pelas brigas e baladas destes 28 anos de convivência. Afinal, “Fiotão”, irmã é pra isso!!!

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS.....	i
LISTA DE TABELAS.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
1. Introdução.....	1
2. Objetivo.....	3
3. Material e métodos.....	4
3.1. Área de estudo.....	4
3.1.1. Caracterização dos pontos de coleta.....	7
3.2. Coleta de dados.....	10
3.2.1. Variáveis ambientais.....	10
3.2.1.1. Dados climatológicos.....	10
3.2.1.2. Estrutura de hábitat.....	10
3.2.1.3. Variáveis físicas e químicas da água.....	10
3.2.2. Coleta da ictiofauna.....	10
3.3. Análise de dados.....	11
3.3.1. Caracterização ambiental.....	11
3.3.2. Riqueza.....	12
3.3.3. Curvas de Rarefação.....	12
3.3.4. Diversidade, riqueza e equitabilidade.....	12
3.3.5. Análise de variância.....	12
3.3.6. Constância.....	13
3.3.7. Raridade.....	13
3.3.8. Curvas ABC.....	13
3.3.9. Similaridade.....	14
3.3.10. Análise de correspondência canônica.....	14
4. Resultados.....	15
4.1. Caracterização da área.....	15
4.1.1. Dados climatológicos.....	15
4.1.2. Estrutura de hábitat.....	16
4.1.3. Variáveis físicas e químicas da água.....	18
4.2. Ictiofauna.....	21
4.3. Riqueza.....	25
4.4. Curvas de rarefação.....	27

4.5. Diversidade.....	28
4.6. Análise de variância.....	30
4.7. Similaridade.....	33
4.8. Ocorrência.....	35
4.8.1. Constância.....	35
4.8.2. Raridade.....	37
4.9. Curvas ABC.....	41
4.10. Análise de correspondência canônica.....	43
5. Discussão.....	44
6. Considerações finais.....	53
7. Referências.....	55

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Bacia do rio Piracicaba, com destaque para a sub-bacia do rio Corumbataí.....	4
Figura 2: Sub-bacia do rio Corumbataí.....	6
Figura 3: Mapa hidrográfico da sub-bacia do rio Corumbataí com a localização dos pontos de coleta.....	8
Figura 4: Vista dos pontos amostrais no rio Passa Cinco.....	9
Figura 5: Distribuição dos valores médios mensais de temperatura do ar e valores medianos da pluviosidade mensal no período de amostragem.....	15
Figura 6: Freqüência numérica das características de hábitat encontradas nos diferentes pontos de coleta.....	17
Figura 7: Valores médios de pH, erro e desvio padrão para cada ponto amostral, considerando-se todas as amostragens.....	19
Figura 8: Valores médios de condutividade, erro e desvio padrão para cada ponto amostral, considerando-se todas as amostragens.....	19
Figura 9: Valores médios de temperatura da água, erro e desvio padrão para cada ponto amostral, considerando-se todas as amostragens.....	20
Figura 10: Valores médios da temperatura da água por amostra.....	20
Figura 11: Distribuição dos valores de oxigênio dissolvido para cada ponto amostral.....	20
Figura 12: Freqüência de ocorrência (%) das ordens de peixes amostradas no rio Passa Cinco, considerando todos os indivíduos capturados.....	24
Figura 13: Freqüência de ocorrência (%) das famílias de peixes amostradas no rio Passa Cinco, considerando todos os indivíduos capturados e épocas de amostragem.....	25
Figura 14: Curvas de rarefação para cada ponto amostral.....	27
Figura 15: Valores dos índices de Shannon (H), Pielou (J) e Margalef (DMg) para os cinco pontos amostrados no rio Passa Cinco com seus respectivos intervalos de confiança a 95%.....	29
Figura 16: Curvas de espécie-abundância para os cinco pontos amostrais no rio Passa Cinco, utilizando os dados de número de indivíduos.....	30
Figura 17A: Valores médios e erro padrão para os índices de diversidade, riqueza e equitabilidade por pontos amostrais 1, 2 e 3 no rio Passa Cinco.....	31
Figura 17B: Valores médios e erro padrão para os índices de diversidade, riqueza e equitabilidade por época (c = cheia e s = seca).....	31
Figura 18A: Valores médios e erro padrão para os índices de diversidade, riqueza e equitabilidade por pontos amostrais 3, 4 e 5 no rio Passa Cinco.....	33

Figura 18B: Valores médios e erro padrão para os índices de diversidade, riqueza e equitabilidade por época (c = cheia e s = seca).....	33
Figura 19: Dendrograma com as relações de similaridade entre pontos amostrais.....	34
Figura 20: Relação entre a representatividade em: peso (P'i) e número (N'i), número (N'i) e frequência (F'oi) e peso (P'i) e frequência (F'oi) para os indivíduos capturados com pesca elétrica nos pontos 1, 2 e 3.....	38
Figura 21: Relação entre a representatividade em: peso (P'i) e número (N'i), número (N'i) e frequência (F'oi) e peso (P'i) e frequência (F'oi) para os indivíduos capturados com pesca elétrica nos pontos 3, 4 e 5.....	40
Figura 22: Representação das relações entre a abundância e a biomassa das espécies capturadas com pesca elétrica nos pontos 1, 2 e 3.....	41
Figura 23: Representação das relações entre a abundância e a biomassa das espécies capturadas com redes-de-espera, redinha e covos nos pontos 3, 4 e 5.....	42
Figura 24: Resultado gráfico da análise de correspondência com a projeção dos “scores” dos pontos amostrais e dos vetores das variáveis ambientais para os eixos 1 e 2.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Valores do índice de Shannon para cada ponto amostral, calculados a partir dos dados de largura, profundidade, velocidade da corrente e tipo de fundo.....	18
Tabela 2: Número de indivíduos, peso total e médio, comprimento padrão mínimo, médio e máximo para as espécies capturadas no rio Passa Cinco (em ordem decrescente de abundância).....	22
Tabela 3: Lista taxonômica das espécies capturadas no rio Passa Cinco.....	23
Tabela 4: Número de indivíduos coletados no rio Passa Cinco por espécie para cada ponto amostral.....	26
Tabela 5: Valores dos estimadores de riqueza Chao2 e “bootstrap” para o rio Passa Cinco e pontos amostrais.....	27
Tabela 6: Valores da riqueza e dos índices de Shannon (H), Margalef (DMg) e Pielou (J) para os cinco pontos amostrados no rio Passa Cinco e seus respectivos intervalos de confiança 95% (mínimo e máximo).....	28
Tabela 7: Análise de variância para o índice de diversidade de espécies, considerando ponto amostral e época do ano (FV = fonte de variação; SQ = soma de quadrados; GL = graus de liberdade; QM = quadrado médio; F = teste F).....	30
Tabela 8: Análise de variância para o índice de riqueza de espécies, considerando ponto amostral e época do ano (FV = fonte de variação; SQ = soma de quadrados; GL = graus de liberdade; QM = quadrado médio; F = teste F).....	31
Tabela 9: Análise de variância para o índice de equitabilidade de espécies, considerando ponto amostral e época do ano (FV = fonte de variação; SQ = soma de quadrados; GL = graus de liberdade; QM = quadrado médio; F = teste F).....	31
Tabela 10: Análise de variância para o índice de diversidade de espécies, considerando ponto amostral e época do ano (FV = fonte de variação; SQ = soma de quadrados; GL = graus de liberdade; QM = quadrado médio; F = teste F).....	32
Tabela 11: Análise de variância para o índice de riqueza de espécies, considerando ponto amostral e época do ano (FV = fonte de variação; SQ = soma de quadrados; GL = graus de liberdade; QM = quadrado médio; F = teste F).....	32
Tabela 12: Análise de variância para o índice de equitabilidade de espécies, considerando ponto amostral e época do ano (FV = fonte de variação; SQ = soma de quadrados; GL = graus de liberdade; QM = quadrado médio; F = teste F).....	32
Tabela 13: Relação das espécies capturadas no rio Passa Cinco e diferentes pontos amostrais e sua classificação baseada na persistência das espécies nas coletas: constante (C), acessória (A) e ocasional (O).....	35

Tabela 14: Frequência de ocorrência das espécies constantes, acessórias e ocasionais para o rio Passa Cinco e pontos amostrais.....	36
---	----

Resumo

O presente estudo foi realizado no rio Passa Cinco, um dos principais rios da sub-bacia do rio Corumbataí, e teve como objetivo caracterizar a comunidade de peixes desse riacho e verificar padrões de distribuição espaço-temporal. Para isso foram avaliados dados da comunidade (riqueza, diversidade e abundância) e dados abióticos. Seis amostragens foram realizadas no rio Passa Cinco em cinco pontos de diferentes ordens, desde a área de cabeceira, com ordem 2, até sua foz, com ordem 6. Peneira, aparelho de pesca elétrica, redes-de-espera e covos foram os apetrechos de pesca utilizados. Foram capturados 5.082 indivíduos, distribuídos em 61 espécies, 18 famílias e 6 ordens. Os estimadores de riqueza apresentaram valores relativamente próximos aos observados, indicando que as amostras foram representativas. O uso do equipamento de pesca elétrica mostrou-se bastante eficiente, visto que as curvas de rarefação referentes aos pontos em que este foi utilizado encontraram-se próximas à assíntota, já nos pontos em que foram utilizados apetrechos de pesca mais seletivos, as curvas apresentaram uma tendência crescente, indicando que, com o aumento do esforço, novas espécies poderiam ser adicionadas. Os índices de diversidade, riqueza e equitabilidade foram avaliados em relação ao tempo e ao espaço. Houve diferença significativa nos valores desses índices em função dos pontos amostrais e da época somente para os trechos de menor ordem, considerando os indivíduos capturados com o uso da pesca elétrica. O aumento desses valores ocorreu em função da ordem do riacho e época de cheia. A análise de similaridade evidenciou a separação dos pontos de maior ordem, característicos de trechos de médio e baixo curso, dos pontos de menor ordem, típicos de região de cabeceira. A análise de correspondência canônica salientou o gradiente longitudinal indo do ponto de menor ordem em direção ao ponto de maior ordem. Os vetores de velocidade da corrente e oxigênio dissolvido foram associados aos pontos mais altos, sendo os altos valores desses componentes típicos de ambientes de cabeceiras. O reflexo das condições ambientais impostas aos organismos pode ser percebido nas variações das relações de abundância e biomassa da comunidade nas diferentes ordens do rio. Considerando a ocorrência das espécies para o rio Passa Cinco, constatou-se que a grande maioria delas foi ocasional, no entanto, quando os pontos amostrais foram considerados separadamente, notou-se que espécies constantes prevaleceram, indicando uma diferença na composição de espécies ao longo do gradiente. Quando o peso, a frequência e o número de indivíduos foram relacionados, foi possível compreender, através das principais espécies, como a comunidade de peixes do rio Passa Cinco está estruturada. Fenômenos de adição e substituição de espécies ocorreram, prevalecendo a adição em trechos mais próximos e a substituição em trechos mais distantes.

Abstract

This study was performed in Passa Cinco stream, a main river of Corumbataí River sub-basin, and its objective was to characterize the fish community of this stream and to determine patterns of distribution in space and time. For that, data related to the community (richness, diversity and abundance) and to abiotic environment were evaluated. Six samplings were performed in Passa Cinco stream in five sites of different orders, since the headwater, at order 2, until its mouth, at order 6. The following fishery equipment was used: a sieve used on bank vegetation, electric fishery equipment, waiting nets and fish-traps. It was captured 5082 individuals, distributed into 62 species, 18 families and 6 orders. The estimate procedures of richness presented values relatively similar to those found in this research, what indicates that the samples were representative. The use of electric fishery equipment revealed efficiency, because the rarefaction curves regarding the sites where this equipment was used turned out to be close to the asymptote. Meanwhile, at sites where more selective fishery equipment was used, curves presented a growing tendency, indicating that, with an increase of the effort, new species could be found. The diversity, richness and equality indexes were evaluated according to time and space. There was significant difference in the values of those indexes, due to sample sites and time, only for the smaller order sites, considering the individuals captured with electric fishery equipment. An increase of the values happened due to the increase of stream order and rainy season. Similarity analysis presented a separation of larger order sites, as a characteristic of sites of medium and low courses, as well as concerning to the sites of smaller order, typical of headwater area. The analysis of canonical correspondence pointed out the longitudinal gradient, starting from the smaller order sites towards the larger order site. The vectors of current speed and dissolved oxygen were associated to the highest order sites, considering their high values as typical of headwater components. The consequences of environmental conditions, and their reflex on the organisms could be noticed through the community relationships of abundance and biomass and their variation in different orders of the stream. Considering the occurrence of species in Passa Cinco stream, it was verified that the great majority was occasional, however, when sample sites were analyzed separately, it was noticed that usual species prevailed, indicating a difference in composition of species along the gradient. When weight, frequency and number of individuals were related, it was possible to understand, through the main species, how the fish community of Passa Cinco stream is structured. Addition phenomena and substitution of species were noticed, considering that addition prevailed in closer sites and substitution in more distant sites.

1. Introdução

A distribuição de peixes em um dado ambiente raramente é causada por um único fator. Alterações na composição das espécies de peixes das cabeceiras aos trechos mais baixos é um fenômeno comum e modelos conceituais baseados em rios temperados procuram explicar os mecanismos responsáveis por esses processos (MATTHEWS, 1998).

A geomorfologia é um dos fatores importantes que afeta a estrutura das comunidades de peixes em ambientes lóticos (ALLAN, 1997), pois o leito do rio segue por diferentes feições do terreno, ocasionando mudanças nas características limnológicas do ambiente, desde as cabeceiras até a foz.

Variações sazonais causadas principalmente por flutuações pluviométricas também podem afetar a estrutura da comunidade (LOWE-McCONNELL, 1999), pois mudanças nas características físicas e químicas da água podem ocorrer como pH, condutividade, oxigênio dissolvido, fluxo e temperatura, o que é determinante para a ictiofauna (TEJERINA-GARRO *et al.*, 1998). Além disso, essas flutuações podem expandir e contrair sazonalmente a disponibilidade de ambientes, regulando as comunidades aquáticas (JUNK *et al.*, 1989), ou mudar drasticamente a fisionomia do leito e das margens após um período de chuvas torrenciais.

De acordo com o conceito do rio contínuo (VANNOTE *et al.*, 1980), espera-se um aumento gradual na riqueza de espécies ao longo do gradiente, sendo que a riqueza de espécies tende a aumentar em direção à foz e isso geralmente é associado a mudanças no hábitat ao longo do gradiente (GORMAN & KARR, 1978). Matthews & Styron (1981) acrescentam ainda que as condições físicas e químicas nas cabeceiras são bem mais estressantes do que nos demais trechos, sendo poucas as espécies de peixes que apresentam adaptações para sobreviverem nessas condições.

Padrões espaciais e/ou temporais de distribuição de espécies foram abordados em diversos estudos (UIEDA, 1984; GARUTTI, 1988; UIEDA & BARRETO, 1999; SILVANO *et al.*, 2000; MAZZONI & LOBÓN-CERVIÁ, 2000; UIEDA & UIEDA, 2001; PAVANELLI & CARAMASCHI, 2003; CASTRO *et al.*, 2003; SUARÉZ & PETRERE 2003, 2005; CASTRO *et al.*, 2004; CASATTI, 2005 e CETRA & PETRERE, 2006) que, de modo geral, relataram um aumento de diversidade de espécies no sentido da cabeceira para a foz.

A relação entre hábitat e composição das comunidades foi apresentada por Montag *et al.* (1997), Benedito-Cecílio *et al.* (2004) e Gomiero & Braga (2006), que relacionaram a diversidade com a quantidade de habitats disponíveis e as condições gerais do ambiente.

Gerhard *et al.* (2004) ao conduzirem um estudo em riachos na serra de Paranapiacaba (SP), chamaram a atenção para as características locais do ambiente como grau de sombreamento, vegetação marginal e turbidez da água, e as regionais como a latitude, a posição na área de drenagem e a ordem do rio, como fatores controladores da composição das comunidades.

Dentre os principais processos encontrados para a sucessão longitudinal de peixes em riachos encontram-se a adição e a substituição de espécies ao longo do gradiente (GILLIAM *et al.*, 1993; PETRY & SCHULTZ, 2006).

Jackson *et al.* (2001) comentam que a adição de espécies geralmente está relacionada a gradientes ambientais que apresentam alterações menos severas dos fatores abióticos ao longo do gradiente, enquanto que a substituição de espécies corresponde à alterações abruptas no riacho com relação à geomorfologia e às condições abióticas.

A bacia do rio Piracicaba abrange 55 municípios do estado de São Paulo, com população aproximada de 3.000.000 habitantes. Recentemente, tem recebido atenção especial, pois apresenta grandes problemas de aproveitamento e controle de seus recursos hídricos (BALLESTER, 1997).

Ainda assim, a sub-bacia do rio Corumbataí, pertencente à bacia do rio Piracicaba, é uma das últimas do estado a apresentar águas de boa qualidade, sendo alternativa para o abastecimento de vários municípios da região. Situada junto a importantes centros urbanos, agrícolas, tecnológicos e científicos do sudeste do Brasil, vem sendo degradada há mais de um século, seja pelo uso e ocupação inadequados do solo, seja pela retirada excessiva da água para o consumo humano e agrícola (PROJETO CORUMBATAI, 2001).

O rio Passa Cinco é um dos principais rios da sub-bacia do rio Corumbataí e também um dos mais preservados. Possui esse nome pelo fato dos tropeiros, no passado, passarem por cinco riachos ao irem de Rio Claro para Ipeúna: Ribeirão Claro, córrego da Servidão, Rio Corumbataí, Rio Cabeça e, finalmente, o rio Passa Cinco.

Embora situada em uma região importante do estado de São Paulo, só recentemente estudos biológicos vêm sendo realizados na sub-bacia do rio Corumbataí.

Rondineli (2007), com o mesmo material do presente trabalho, estudou a biologia alimentar e reprodutiva de várias espécies do rio Passa Cinco. Dentre as principais conclusões, destacam-se aspectos da alimentação, onde os recursos autóctones de origem animal compuseram a maior parte das dietas, havendo um predomínio de espécies insetívoras. A variação sazonal e espacial esteve presente na dieta de algumas espécies e houve uma grande sobreposição alimentar. Quanto aos aspectos reprodutivos, a relação da fecundidade e do tipo de desova, indicou que as espécies apresentaram estratégias características para ambientes de riacho. Para *Characidium* aff. *zebra* alterações na condição corporal foram discutidas em função de alterações fisiológicas associadas ao ciclo reprodutivo e à variação longitudinal.

Fragoso (2005), no córrego da Lapa, um dos principais afluentes do rio Passa Cinco, estudou a ictiofauna quanto à composição e distribuição longitudinal. O levantamento revelou a presença de 52 espécies, sendo que a sucessão de espécies ocorreu pelo processo de adição, desde as nascentes até a desembocadura, com um aumento da riqueza e da diversidade de espécies neste gradiente. A autora também destacou que as características abióticas avaliadas discriminaram bem as estações de coleta,

evidenciando o gradiente desde as cabeceiras, nas *cuestas*, até a foz no rio Passa Cinco, que por sua vez deságua no rio Corumbataí.

Gerhard (2005) estudou a comunidade de peixes de riachos da bacia do rio Corumbataí em função da paisagem e uso do solo e concluiu que a maior diversidade de espécies ocorreu em trechos com predomínio de pastagens, e a menor, em trechos com mata nativa. O autor observou também que em microbacias de pastagens houve o domínio do grupo de espécies detritívoras-iliófagas e, em menor grau, das insetívoras, e atribui a isso o aumento da produtividade devido à ausência de mata ripária.

Santos (2005) estudou a comunidade de peixes do Ribeirão Claro, pertencente também à sub-bacia do Corumbataí. O autor amostrou trechos de cabeceira, médio e baixo curso, verificando o acréscimo de espécies ao longo do gradiente. Constatou também uma alta similaridade entre os locais de coleta e entre as estações do ano. Quanto às variáveis temperatura e turbidez, não verificou alterações entre as estações, mas sim entre os locais de coleta, juntamente com as características fisiográficas.

Ferreira (2004) estudou os efeitos da poluição sobre a comunidade de peixes nas fases larval e adulta do Ribeirão Claro. O autor capturou 31 espécies de peixe. Os locais de cabeceira foram os mais preservados e a foz o mais impactado por poluição orgânica, o que provocou o declínio da riqueza.

Gomiero (2003) estudou a comunidade de peixes de riachos das bacias do Corumbataí e Jacaré- Pepira, encontrando 48 espécies, sendo a maior parte delas de pequeno porte. O autor também observou variação ambiental ao longo do tempo, ressaltando a adaptação das espécies em relação à alimentação e reprodução para esse ambiente.

Cetra (2003) caracterizou as assembléias de peixes da bacia do rio Corumbataí encontrando correlação entre a riqueza e a paisagem do entorno, revelando que existem mais espécies em locais com maior cobertura vegetal e mata ciliar preservada. O estudo também revelou espécies de peixes que se mostram como bons indicadores ambientais, como *Hypostomus strigaticeps*, *Hoplosternum litorale* e *Salminus hilarii*.

2. Objetivo

O objetivo deste trabalho foi caracterizar a comunidade de peixes do rio Passa Cinco e verificar padrões de distribuição espaço-temporal. Para isso, foram avaliados dados da estrutura da comunidade, tais como riqueza, equitabilidade, diversidade e abundância (em peso, frequência e número de indivíduos). Dados abióticos também foram considerados de modo a avaliar mudanças no gradiente espacial e ao longo do tempo.

3. Material e Métodos

3.1. Área de estudo

O presente estudo foi realizado no rio Passa Cinco, que é um dos principais rios da sub-bacia do rio Corumbataí, localizada conforme o zoneamento hidrográfico do estado de São Paulo na primeira zona hidrográfica, que abrange a parte superior do rio Tietê, desde suas cabeceiras até a barragem de Barra Bonita, num percurso de 592 km. Esta zona é responsável pela drenagem de 32.710 km², compreendendo dez bacias hidrográficas, dentre elas a bacia do rio Piracicaba, que pertence ao sistema Tietê-Paraná e é composta pelas sub-bacias do rio Jaguari com 4.339 km², do rio Corumbataí com 1710 km² e do rio Atibaia com 1030 km² (CETESB, 1984) (Figura 1).

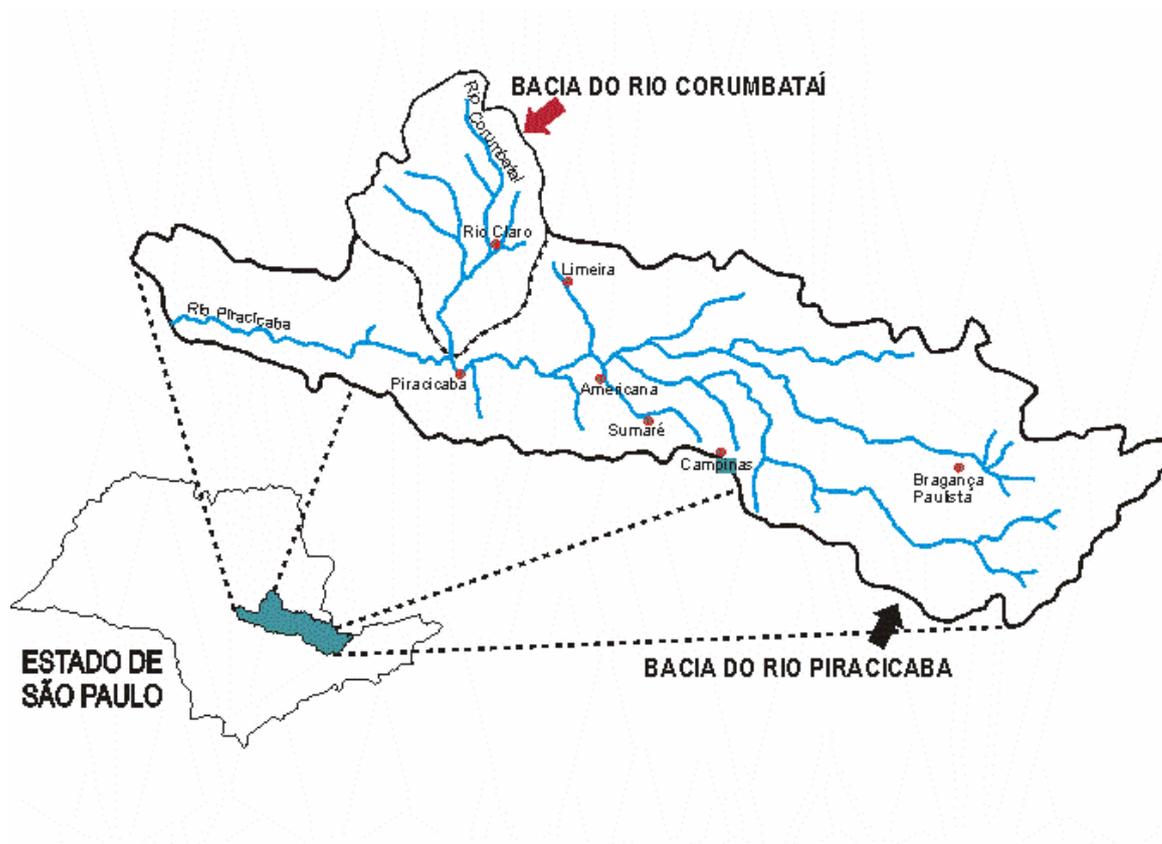


Figura 1: Bacia do rio Piracicaba, com destaque para a sub-bacia do rio Corumbataí. Fonte: CEAPLA, Base de dados digital.

A sub-bacia do rio Corumbataí é um exemplo de bacia hidrográfica desenvolvida a partir do Cenozóico, com cabeceiras nas *cuestas* da Serra Geral, em litologias típicas da bacia sedimentar do Paraná. A topografia é colinosa, com vegetação original de cerrados e matas. Ocupa uma área posicionada na Depressão Periférica Paulista, aproximadamente entre as coordenadas geográficas 22°05'S a 22°30'S e os meridianos 47°30'W a 47°50'W. A altimetria varia entre 470 m na desembocadura do rio Piracicaba, no bairro de Santa Terezinha, no município de Piracicaba, e 1.058 m na Serra do Cuscuzeiro, próximo à cidade de Analândia (KOFFLER, 1994).

Toda a sub-bacia do rio Corumbataí e seus afluentes, Ribeirão Claro, Passa Cinco, Cabeça e outros rios menores, abrangem uma área aproximada de 1.200 km², onde se localizam as cidades de Rio Claro, Corumbataí, Analândia, Santa Gertrudes e Ipeúna (TROPPEMAIR, 1992).

O clima na região da sub-bacia do rio Corumbataí, na classificação de Koppen é do tipo Cwa, ou seja, subtropical, seco no inverno e chuvoso no verão, com temperatura média do mês mais quente superior a 22°C (PALMA-SILVA, 1999).

Segundo Troppmair (1975) o regime de chuvas, quanto à distribuição anual, é tropical, com duas estações definidas, sendo o período seco e período chuvoso. O período seco se estende pelos meses de março a setembro, com menos de 20% das precipitações totais, correspondendo às médias próximas de 250 mm em 20 dias. O período chuvoso se prolonga de outubro a fevereiro, sofrendo influência da massa tropical, com mais de 80% das precipitações anuais, que atingem a média de 1.100 mm de 60 a 70 dias.

Zaine & Perinotto (1996) argumentam que áreas de mata da sub-bacia do rio Corumbataí se concentram nas *cuestas* e nos morros testemunhos. Manchas de cerrado ainda ocorrem nas proximidades de Corumbataí, Analândia e Itirapina. Alguns remanescentes de mata ciliar podem ser encontrados ao longo do rio Cabeça, rio Passa Cinco e no alto curso do rio Corumbataí e Ribeirão Claro.

O rio Passa Cinco apresenta uma área de drenagem com 525 km² e percorre cerca de 60 km desde suas nascentes, com altitude de 1.000 m, até sua foz no rio Corumbataí, com altitude de 480 m (Figura 2). De acordo com Valente (2001) possui atualmente 51,72% de sua superfície ocupada por áreas de pastagem, 14,3% por cana-de-açúcar, 15,67% por floresta nativa e 0,74% por cerrado.

3.1.1. Caracterização dos pontos de coleta

Foram selecionados cinco pontos de coleta de acordo com a ordem do rio, utilizando um mapa hidrográfico com escala 1:50.000 (Figuras 3 e 4). A presença de mata ciliar e acessibilidade ao local também foram consideradas. Uma escala arbitrária com quatro classes referentes à cobertura vegetal da mata ciliar foi utilizada: 0-25%, 26-50%, 51-75%, e acima de 76%.

Foram amostradas cinco ordens existentes no rio Passa Cinco, desde a área de cabeceira, com ordem 2, até sua foz, com ordem 6.

Ponto 1 – Localização geográfica: 22°23'58,3''S, 47°32'44,6''W. Trecho de ordem dois, estreito e pouco profundo com leito composto principalmente por seixos. Apresenta predomínio de trechos de rio corrente e corredeiras. Presença de mata ciliar. Próximo às margens, a mata é fechada, proporcionando um sombreamento de mais de 76%.

Ponto 2 – Localização geográfica: 22°23'25,4''S, 47°50'47,8''W. Trecho de ordem três com fundo composto basicamente por seixo, é estreito e pouco profundo com vegetação marginal presente. Apresenta trechos de rio corrente e poças. A cobertura vegetal é responsável por um sombreamento de 51 a 75%.

Ponto 3 – Localização geográfica: 22°21'38,6''S, 47°48'29,0''W. Trecho de ordem quatro com leito composto por areia, cascalho e seixo. Possui alguns trechos largos e profundos. A velocidade da corrente é bem alta em alguns trechos, moderada em outros e há ainda trechos onde poças são formadas. A vegetação marginal está presente. O sombreamento proporcionado pela cobertura vegetal é de 26 a 50%.

Ponto 4 – Localização geográfica: 24°10'46,0''S, 46°47'42,7''W. Trecho de ordem cinco com leito de areia, cascalho e rocha. Possui trechos onde a correnteza varia de lenta a rápida. A cobertura vegetal propicia um sombreamento de 26 a 50%. A vegetação marginal também está presente.

Ponto 5 – Localização geográfica: 22°30'58,0''S, 47°39'32,6''W. Trecho de ordem seis, com leito composto por areia, cascalho e seixo. Predomínio de trechos com correnteza forte. Presença de vegetação marginal. O sombreamento do local está entre 0 e 25%.

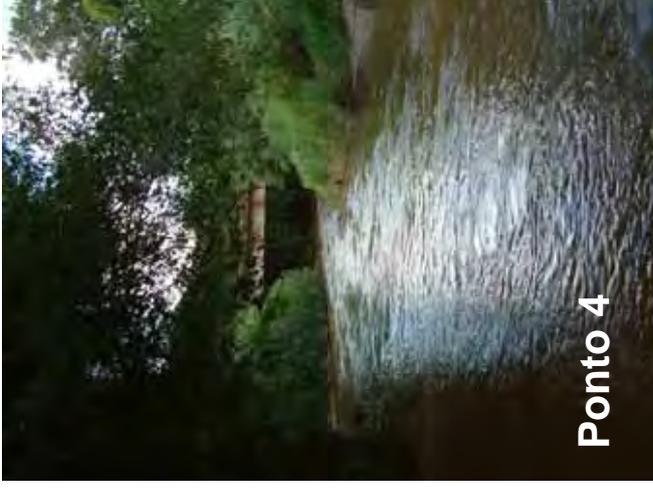


Figura 4: Vista dos pontos amostrados no rio Passa Cinco (Ponto 1 = ordem 2; Ponto 2 = ordem 2; Ponto 3 = ordem 3; Ponto 4 = ordem 4; Ponto 5 = ordem 5; Ponto 6 = ordem 6).

3.2. Coleta de dados

Foram realizadas seis amostragens em cada um dos pontos nos meses de: maio, julho, setembro e novembro de 2005, janeiro e março de 2006. As três primeiras amostras pertenceram à estação de seca (outono/inverno) e as três últimas à estação de cheia (primavera/verão). Desta forma, o ciclo anual pode ser analisado quanto a sua influência sazonal (inverno-seca e verão-cheia) sobre a comunidade de peixes. Foram amostradas, portanto, cinco ordens por seis vezes, perfazendo um total de 30 amostras.

3.2.1. Variáveis ambientais

3.2.1.1. Dados climatológicos

Os dados climatológicos de pluviosidade e temperatura do ar foram obtidos junto ao CEAPLA (Centro de Análise e Planejamento Ambiental), Universidade Estadual Paulista, campus de Rio Claro.

3.2.1.2. Estrutura de hábitat

Em cada ponto de coleta foram tomados dados sobre a estrutura do hábitat. O esquema de amostragem foi similar ao proposto por Gorman & Karr (1978) e modificado por Angermeier & Karr (1983). Foram amostradas as seguintes variáveis ambientais: largura do riacho (m), profundidade (cm), tipo de fundo e velocidade da corrente (m/s).

3.2.1.3. Variáveis físicas e químicas da água

Em cada ponto de coleta foram determinados o pH, condutividade, oxigênio dissolvido e temperatura em todas as amostragens. O oxigênio dissolvido foi determinado através do método de Winkler (MORAES, 2001) e os demais parâmetros foram medidos com um analisador de água eletrônico.

3.2.2. Coleta da ictiofauna

Foram realizadas amostras com peneira na vegetação marginal, aparelho de pesca elétrica, redes-de-espera com malhagens variando de 3 a 9 cm entre nós opostos e covos.

A peneira foi passada na vegetação marginal por dez vezes em cada um dos pontos (exceto no ponto 1 devido às características do local: ausência de vegetação e pequeno volume de água).

O aparelho de pesca elétrica foi utilizado nos pontos de menor ordem (pontos 1, 2 e 3). Nesses locais foram selecionados trechos de 50 m, onde o aparelho foi passado por uma única vez sem o uso de rede de contenção. O aparelho consiste em um gerador que fornece energia a um retificador de corrente que se conecta a dois pulcás, que foram manuseados por duas pessoas, que caminharam no riacho em sentido contrário à corrente, usando botas isolantes. À medida que os coletores avançavam, os peixes, sujeitos ao campo elétrico, eram atraídos por galvanotaxia anódica e capturados pelos pulcás. A voltagem utilizada foi 500 V com corrente direta.

As redes de espera foram utilizadas nos pontos de maior ordem (pontos 3, 4 e 5). A seqüência de redes em cada local foi determinada ao acaso, sendo colocadas no período da tarde (entre 15 e 18 horas) permanecendo até a manhã do dia seguinte.

Dois covos de tamanho médio (50 cm de comprimento por 20 cm de diâmetro) com isca (ração) foram utilizados em todos os pontos.

Após cada uma das coletas, os peixes foram colocados em sacos plásticos, separados por ponto e arte de pesca e, então, fixados em formalina 10% durante 2 dias e posteriormente transferidos para álcool 70% até a realização das análises.

No laboratório, os peixes foram identificados até o menor nível taxonômico possível e tomados os dados referentes ao comprimento total e padrão em centímetros e peso total em gramas.

Os espécimes foram depositados no Laboratório de Ictiologia, do Departamento de Zoologia da Unesp, campus de Rio Claro.

3.3. Análise de dados

3.3.1. Caracterização ambiental

Foi feita uma análise gráfica dos valores médios mensais de temperatura do ar e valores medianos da pluviosidade mensal para todo o período de amostragem, de modo a caracterizar o clima da região estudada.

As características do hábitat (largura do riacho, profundidade, velocidade da corrente e tipo de fundo) também foram graficadas para visualização da heterogeneidade ambiental. Com esses dados, a heterogeneidade dos diferentes pontos de coleta foi estimada utilizando-se o índice de diversidade de Shannon, como realizado por Gorman & Karr (1978), e os respectivos intervalos de confiança estimados pelo método de “bootstrap” utilizando o programa PAST (QUINN & KEPUGH, 2002).

As variáveis físicas e químicas da água tiveram seus valores médios, erros e desvios padrão calculados para cada ponto amostral. Os valores de oxigênio dissolvido não tiveram suas médias calculadas por possuírem apenas uma única medida para cada ponto.

3.3.2. Riqueza

As estimativas de riqueza para o rio Passa Cinco e para cada ponto amostral foram calculada pelos estimadores Chao2 (COLWELL, 2006) e “bootstrap” através do programa PAST (QUINN & KEPUGH, 2002).

3.3.3. Curvas de Rarefação

Curvas de rarefação foram realizadas a fim de comparar a riqueza nos diferentes pontos amostrais para diferentes capturas (N), pois o número de espécies encontrado em uma dada amostra depende de seu tamanho, sendo as espécies mais comuns encontradas nas primeiras amostras e as espécies raras adicionadas à lista à medida que novas amostras são realizadas (CETRA, 2003). Com essa curva foi possível prever quantas espécies seriam capturadas dado determinado esforço amostral.

3.3.4. Diversidade, riqueza e equitabilidade

O índice de diversidade de Shannon, equitabilidade de Pielou e riqueza de Margalef e os respectivos intervalos de confiança foram estimados através do programa PAST para cada ponto amostral (QUINN & KEPUGH, 2002). Os valores encontrados para os índices foram também apresentados de forma gráfica de modo a facilitar a comparação entre os pontos amostrais.

3.3.5. Análise de Variância

Uma Two-way ANOVA foi aplicada com o objetivo de verificar diferenças nos índices de diversidade, equitabilidade e riqueza ao longo do tempo (períodos seco e chuvoso) e do espaço (ordens do riacho).

Para testar a diferença significativa desses índices analisou-se separadamente os indivíduos capturados com pesca elétrica nos pontos 1, 2 e 3 e os indivíduos capturados com redes-de-espera, covos e redinha nos pontos 3, 4 e 5. Essa medida tornou-se necessária para a comparação ao longo do gradiente, pois a diferença no esforço amostral poderia influenciar os resultados.

3.3.6. Constância

Para identificar qualitativamente as espécies residentes, o método de constância de ocorrência (DAJOZ, 1978) foi aplicado:

$$c = \frac{c_i}{C} * 100$$

Sendo: c o valor de constância da espécie, c_i o número de coletas com a espécie i e C o número total de coletas. As espécies com $c \geq 50$ foram consideradas constantes, com $25 \leq c < 50$ acessórias e com $c < 25$ ocasionais.

3.3.7. Raridade

A frequência de ocorrência de cada espécie F'_{oi} foi definida como o número de coletas com a espécie i , sua representatividade local em peso como $P'_i = P_i / F_{oi}$ e o número como $N'_i = N_i / F_{oi}$, como apresentado por Ferreira (2007).

Para visualizar a importância das espécies em função das relações apresentadas, as seguintes plotagens foram feitas $F'_{oi} \times P'_i$, $F'_{oi} \times N'_i$ e $N'_i \times P'_i$. A partir delas, destacou-se as espécies que simultaneamente apresentaram as maiores e menores importâncias. Uma escala arbitrária definiu as espécies que apresentaram os dez menores e os dez maiores valores de importância em relação à frequência, biomassa e número de indivíduos.

A frequência reflete a amplitude de distribuição regional da espécie i ou sua persistência ao longo do tempo, enquanto o peso e o número de indivíduos equivalem à abundância média ou densidade, considerando somente as amostras em que foi capturada (FERREIRA, 2007).

Para esta análise foram considerados separadamente os dados dos indivíduos capturados com pesca elétrica nos pontos 1, 2 e 3, e os indivíduos capturados com redes-de-espera, redinha e covos nos pontos 3, 4 e 5, pois a utilização de diferentes esforços amostrais poderia causar interpretações errôneas.

3.3.8. Curvas ABC

As curvas ABC (curvas de comparação abundância/biomassa) são uma das formas de representar graficamente dados de abundância de espécies. A abundância cumulativa das espécies (como proporção ou porcentagem) foi plotada contra o rank do ln do número de indivíduos. Duas curvas foram construídas para cada assembléia: uma baseada no número de indivíduos e a outra nos dados de biomassa. A localização das curvas em relação uma da outra é usada para fazer inferências sobre o grau de distúrbio na assembléia (MAGURRAN, 2004).

Para essa análise foram considerados os dados de pesca elétrica separadamente dos dados de redes-de-espera, redinha e covos.

3.3.9. Similaridade

A similaridade da ictiofauna foi avaliada em termos qualitativos utilizando-se o índice de similaridade de Jaccard (J), que faz uso de dados de presença e ausência das espécies, sendo calculado pela fórmula:

$$J = \frac{a}{(a + b + c)}$$

Sendo: *a* o número de espécies comuns aos pontos de coleta *j* e *k*, *b* o número de espécies exclusivas no ponto de coleta *j* e *c* o número de espécies exclusivas do ponto de coleta *k*.

Utilizando os valores do índice foi realizada uma análise de agrupamento com o método de ligação UPGMA (Unweighted Pair Group Method Average). Para esta análise foram consideradas as trinta amostras (seis amostragens em cada um dos cinco pontos). Para testar a hipótese de que pontos mais próximos eram mais semelhantes, foi criada uma matriz de distância entre os pontos com “ranqueamento” de 1 a 5 (conforme a distância entre cada par de pontos) e aplicado o teste de Mantel.

3.3.10. Análise de correspondência canônica (CCA)

Os dados de abundância das espécies e os valores médios de oxigênio dissolvido, velocidade da água, condutividade e temperatura da água de cada ponto amostral foram submetidos a uma análise de correspondência canônica (CCA, *canonical correspondence analysis*). Este método multivariado permite a ordenação simultânea de espécies e pontos amostrais em relação às variáveis ambientais.

Esta análise é conhecida como análise direta de gradiente, pois as espécies e locais de amostragem são situados em relação a eixos que representam gradientes das variáveis ambientais amostradas.

O teste de Monte Carlo foi utilizado para testar a correlação entre as matrizes de espécies e variáveis ambientais.

4. Resultados

4.1. Caracterização da área

4.1.1. Dados climatológicos

Quanto à pluviosidade, foram reconhecidos dois períodos: um período caracteristicamente mais seco, que foi de maio a outubro de 2005, com ligeira oscilação em junho e agosto, e outro período mais úmido, indo de novembro de 2005 a março de 2006. A temperatura oscilou de 18,8 °C em julho de 2005 a 25,9 °C em janeiro de 2006, sendo mais baixas nos meses mais secos e elevando-se nos meses mais úmidos, o que caracterizou um clima do tipo Cwa, segundo a classificação de Kopen para a região (Figura 5).

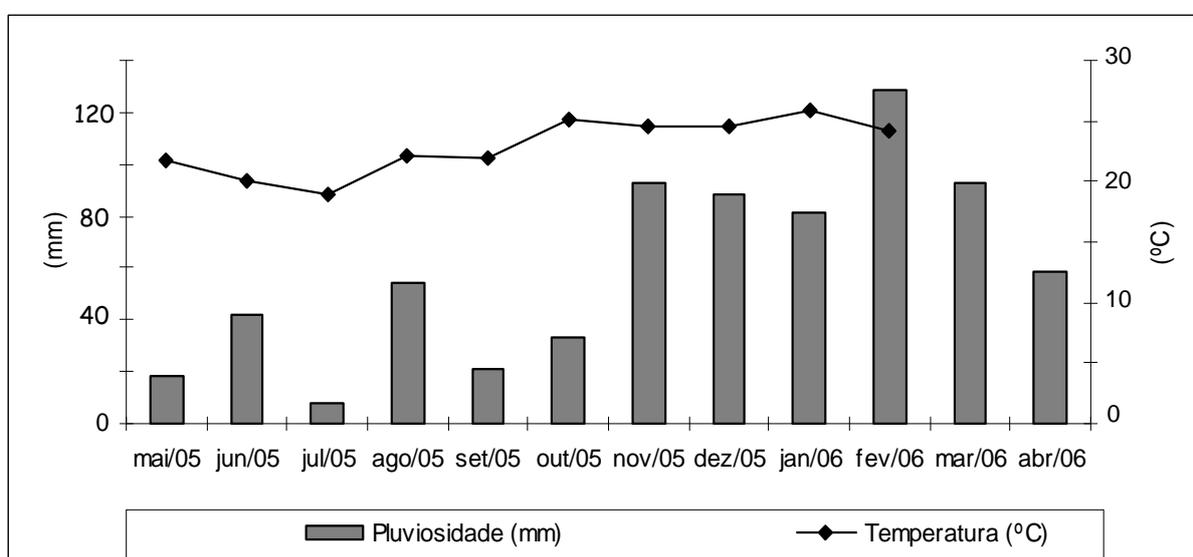


Figura 5: Distribuição dos valores médios mensais de temperatura do ar e valores médios da pluviosidade mensal no período de amostragem (maio de 2005 a abril de 2006).

4.1.2. Estrutura de hábitat

A Figura 6 apresenta as frequências numéricas das características do hábitat encontrados nos diferentes pontos amostrais. Com relação à largura, os pontos 1, 2 e 3 apresentaram maior frequência de trechos estreitos, que variaram de 0 a 9 metros e os pontos 4 e 5 maior frequência de trechos mais largos, que variaram de 9 a 18 metros. Trechos pouco profundos foram mais frequentes nos pontos 1, 2 e 3; os pontos 4 e 5 apresentaram maior frequência de trechos com profundidade que variaram de 30 a 100 centímetros. A velocidade da corrente variou bastante entre os pontos amostrais: os pontos mais próximos à nascente (1, 2 e 3) apresentaram velocidade variando de muito lenta à torrente e os pontos mais próximos à foz tiveram maior frequência de trechos com velocidade rápida. Com relação ao tipo de fundo, os pontos 1 e 2 apresentaram predomínio de seixo, seguido de cascalho em seus trechos analisados; o ponto 3 apresentou fundo composto por seixo, areia e cascalho; o ponto 4 apresentou maior frequência de areia, sendo que leito de rocha, cascalho e seixo também foram encontrados; e o ponto 5 apresentou predomínio de seixo em seus trechos analisados, seguido de areia, cascalho, argila e vegetação.

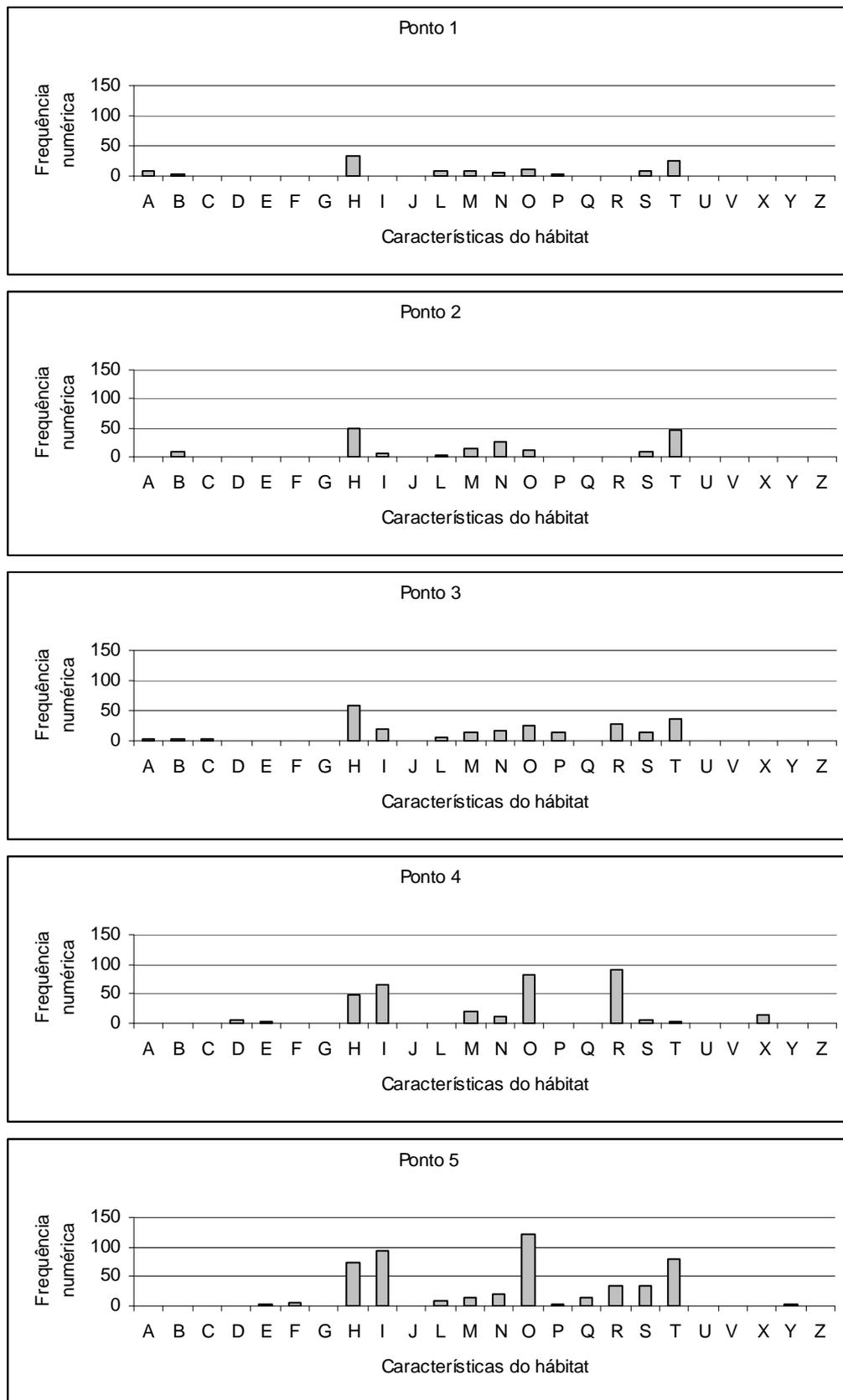


Figura 6: Frequência numérica das características do hábitat encontradas nos diferentes pontos de coleta. Largura do riacho em metros: A – 0 a 3; B – 3 a 6; C – 6 a 9; D – 9 a 12; E – 12 a 15; F – 15 a 18; G – 18 a 21. Profundidade do riacho em centímetros: H – 0 a 30; I – 30 a 100; J – maior que 100. Velocidade da corrente em metros por segundo: L – muito lento (<0,05); M – lento (0,05 a 0,2); N – moderado (0,2 a 0,4); O – rápido (0,4 a 1,0); P – torrente (>1,0). Tipo de fundo em milímetros: Q – argila (<0,05); R – areia (0,05 a 2); S – cascalho (2 a 10); T – seixo (10 a 100); U – pedra (100 a 300); V – matacão (>300); X – leito de rocha; Y – vegetação; Z – lodo.

Os valores do índice de Shannon calculados para cada ponto amostral estão apresentados na Tabela 1. O ponto 3 apresentou o maior valor do índice, seguido dos pontos 5 e 4.

Tabela 1: Valores do índice de Shannon para cada ponto amostral, calculados a partir dos dados de largura, profundidade, velocidade da corrente e tipo de fundo.

Índice de Shannon	
Ponto 1	2,047
Ponto 2	2,113
Ponto 3	2,286
Ponto 4	2,197
Ponto 5	2,219

4.1.3. Variáveis físicas e químicas da água

Os valores médios de pH encontrados para os diferentes pontos de coleta variaram de levemente ácido a próximos da neutralidade. Os pontos mais altos (1, 2 e 3) apresentaram valores médios de pH menores que aqueles encontrados nos pontos mais próximos à foz (4 e 5) (Figura 7). A condutividade elétrica aumentou no sentido nascente-foz. O ponto 1 apresentou o menor valor médio de condutividade e o ponto 5 o maior valor (Figura 8). A temperatura da água também apresentou um nítido gradiente nascente-foz. Os valores médios desse parâmetro aumentaram do ponto 1 para o ponto 5, e variaram entre as amostras caracterizando o ciclo anual de temperatura (Figuras 9 e 10). O oxigênio dissolvido apresentou-se bastante abundante em todos os pontos amostrais, com uma ligeira queda do ponto 1 para o ponto 5 (Figura 11).

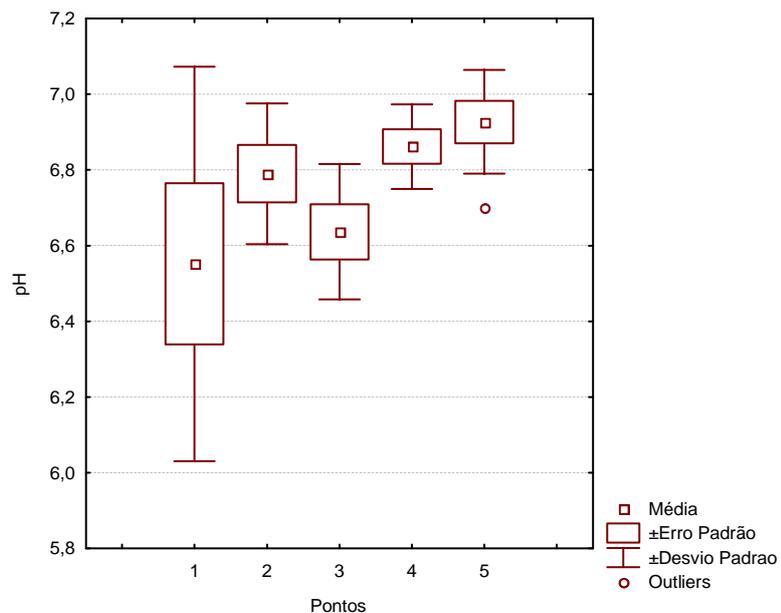


Figura 7: Valores médios de pH, erro e desvio padrão para cada ponto amostral, considerando-se todas as amostragens.

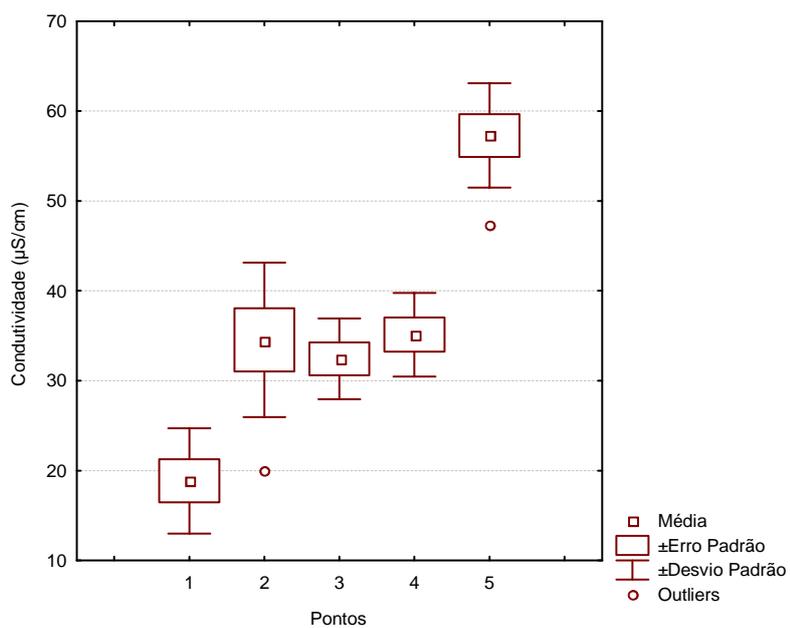


Figura 8: Valores médios de condutividade, erro e desvio padrão para cada ponto amostral, considerando-se todas as amostragens.

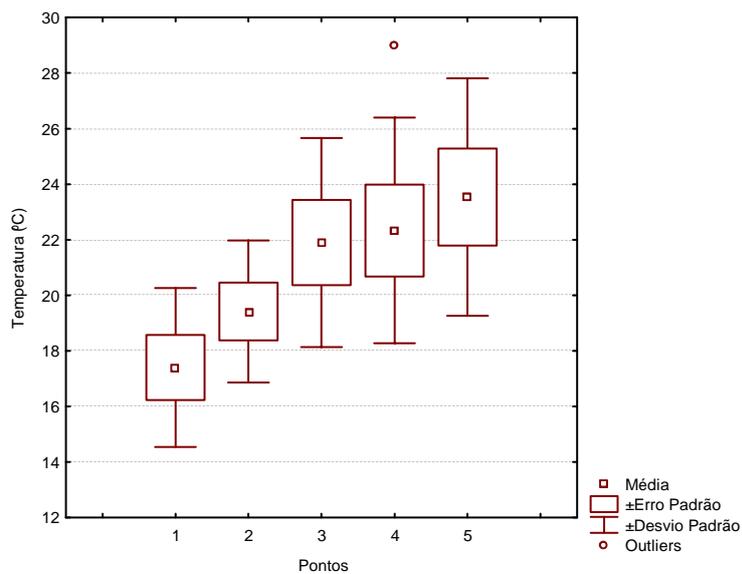


Figura 9: Valores médios de temperatura da água, erro e desvio padrão para cada ponto amostral, considerando-se todas as amostragens.

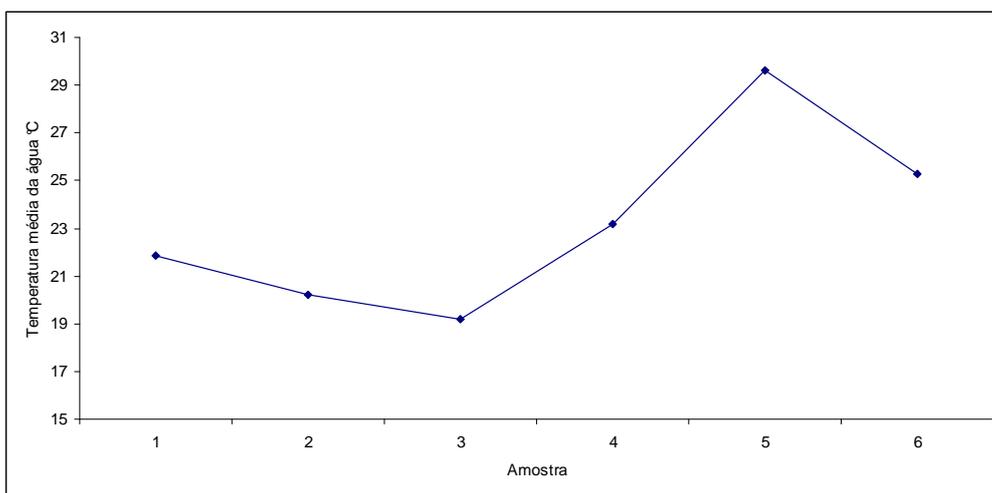


Figura 10: Valores médios da temperatura da água por amostra.

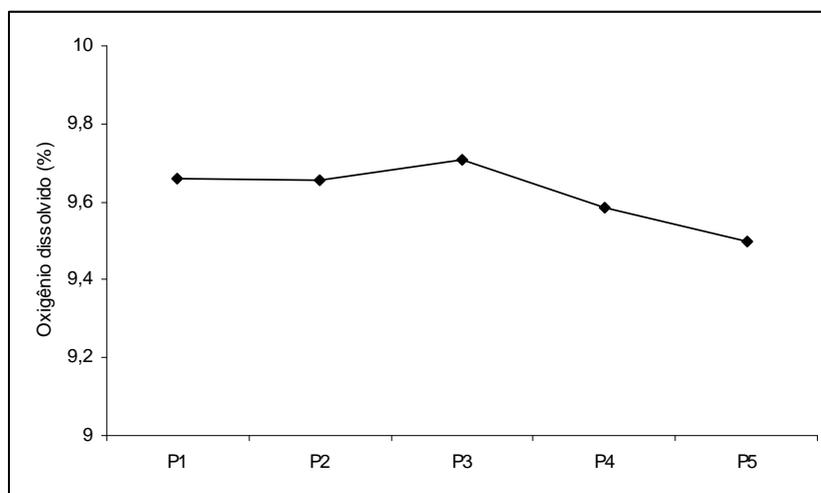


Figura 11: Distribuição dos valores de oxigênio dissolvido para cada ponto amostral.

4.2. Ictiofauna

Foram capturados 5082 indivíduos, distribuídos em 61 espécies, 18 famílias e 6 ordens que contribuíram com uma biomassa total de aproximadamente 37 kg. Dentre as espécies capturadas, 50 delas (82%) foram espécies de pequeno porte, apresentando comprimento padrão menor que 15cm (Tabela 2).

Tabela 2: Número de indivíduos, peso total e médio (g), comprimento padrão mínimo, médio e máximo (mm) para as espécies capturadas no rio Passa Cinco (em ordem decrescente de abundância).

Espécie	Total	PT	PT (médio)	CP (mín)	CP (máx)	CP (médio)
<i>Characidium aff. zebra</i>	933	1538,00	1,64	28	62	45,67
<i>Phallocerus caudimaculatus</i>	579	371,03	0,64	8	41	25,45
<i>Astyanax</i> sp1	373	1124,89	3,01	18	84	46,56
<i>Hypostomus strigaticeps</i>	360	15168,45	42,25	28	260	101,01
<i>Trichomycterus</i> sp1	343	809,08	2,36	28	95	55,79
<i>Bryconamericus stramineus</i>	268	412,69	1,54	22	57	41,16
<i>Odontostilbe aff. microcephala</i>	248	311,11	1,26	22	49	39,79
<i>Imparfinis mirini</i>	231	441,42	1,91	22	78	51,76
<i>Bryconamericus turiuba</i>	191	320,15	1,68	23	51	42,81
<i>Astyanax scabripinnis paranae</i>	186	604,47	3,25	20	75	47,33
<i>Cetopsorhamdia iheringi</i>	174	357,65	2,07	21	72	49,92
<i>Corumbataia cuestae</i>	158	109,38	0,69	8	38	27,28
<i>Astyanax altiparanae</i>	158	2789,69	17,66	34	133	88,18
<i>Apareiodon ibitiensis</i>	110	652,05	5,93	40	101	68,33
<i>Parodon nasus</i>	98	1448,58	14,78	59	114	87,86
<i>Astyanax bockmanni</i>	85	106,86	1,26	18	64	37,18
<i>Corydoras flaveolus</i>	73	90,58	1,24	19	40	31,01
<i>Imparfinis borodini</i>	69	482,76	7,00	32	158	93,84
<i>Piabina argentea</i>	56	88,01	1,57	25	55	42,79
<i>Rhamdia quelen</i>	54	1961,68	36,33	21	223	116,15
<i>Hypostomus ancistroides</i>	49	1009,48	20,60	115	152	87,07
<i>Hypostomus</i> sp1	47	648,49	13,80	30	125	75,06
<i>Geophagus brasiliensis</i>	32	349,80	10,93	21	117	75,06
<i>Astyanax fasciatus</i>	24	301,67	12,57	46	77	81,67
<i>Apareiodon affinis</i>	20	304,91	15,25	71	105	92,40
<i>Rineloricaria latirostris</i>	18	153,50	8,53	13	126	87,67
<i>Hisonotus</i> sp	17	23,82	1,40	9	37	23,88
<i>Pimelodella</i> sp1	13	208,99	16,08	78	150	101,38
<i>Steidachnerina insculpta</i>	12	379,98	31,67	85	125	103,75
<i>Hypostomus cf. hermanni</i>	10	65,57	6,56	38	75	57,80
<i>Neoplecostomus</i> sp	10	66,19	6,62	31	87	63,90
<i>Microglanis</i> sp	7	33,88	4,84	45	63	51,86
<i>Leporinus friderici</i>	6	786,18	131,03	165	263	206,33
<i>Gymnotus cf. carapo</i>	6	50,58	8,43	59	191	126,00
<i>Hisonotus insperatus</i>	5	1,45	0,29	19	22	20,80
<i>Poecilia reticulata</i>	5	0,59	0,12	13	20	16,20
<i>Eigenmannia virescens</i>	5	43,09	8,62	45	229	135,00
<i>Imparfinis schubarti</i>	4	40,76	10,19	79	103	89,75
<i>Leporinus striatus</i>	4	104,55	26,14	107	109	108,00
<i>Characidium gomesi</i>	4	8,46	2,12	41	50	45,75
<i>Cyphocarax modestus</i>	3	55,50	18,50	83	99	91,67
<i>Prochilodus lineatus</i>	3	2466,51	822,17	325	340	330,33
<i>Hyphessobrycon eques</i>	3	2,10	0,70	25	35	31,00
<i>Hypostomus</i> sp2	3	49,42	16,47	81	95	86,67
<i>Bryconamericus</i> sp	2	3,63	1,82	40	44	42,00
<i>Hoplias cf. malabaricus</i>	2	83,20	41,60	86	150	118,00
<i>Cetopsis gobioides</i>	2	45,33	22,67	87	106	96,50
<i>Hypostomus</i> sp3	2	20,09	10,05	68	77	72,50
<i>Corydoras aeneus</i>	2	6,74	3,37	35	44	39,50
<i>Serrasalmus maculatus</i>	2	135,74	67,87	86	141	112,00
<i>Planaltina britski</i>	2	1,17	0,59	36	37	36,50
<i>Leporinus octofasciatus</i>	2	255,07	127,53	224	224	224
<i>Loricaria cf. piracicabae</i>	1	14,87	14,87	138	138	13,8
<i>Cyphocarax vanderi</i>	1	13,80	13,8	68	68	68
<i>Leporellus vittatus</i>	1	106,83	106,83	182	182	182
<i>Trichomycterus</i> sp2	1	0,87	0,87	30	30	30
<i>Crenicichla jaguarensis</i>	1	41,5	41,5	115	115	115
<i>Hyphessobrycon</i> sp	1	1,13	1,13	34	34	34
<i>Synbranchus marmoratus</i>	1	37,28	37,28	370	370	370
<i>Hoplosternum litoralle</i>	1	87,63	87,63	144	144	144
<i>Aphyocarax dentatus</i>	1	3,21	3,21	60	60	60
Total	5082	37202,09				

A Tabela 3 apresenta a lista taxonômica das espécies capturadas no rio Passa Cinco.

Tabela 3: Lista taxonômica das espécies capturadas no rio Passa Cinco.

Ordem Characiformes

Família Characidae

- Aphyocara dentatus* Eigenmann & Kennedy 1903
Piabina argentea Reinhardt, 1867
Planaltina britski Menezes, Weitzman & Burns, 2003
Hyphessobrycon eques (Steindachner, 1882)
Hyphessobrycon sp.
 Sub-família Tetragonopterinae
Astyanax altiparanae Garutti & Britskii, 2000
Astyanax fasciatus (Cuvier, 1819)
Astyanax scabripinnis paranae Eigenmann, 1914
Astyanax bockmanni Vari & Castro 2007
Astyanax sp1
Bryconamericus stramineus Eigenmann, 1908
Bryconamericus turiuba Langeani, de Lucena, Pedrini & Tarelho-Pereira, 2005
Bryconamericus sp.
 Sub-família Cheirodontinae
Odontostilbe aff. *microcephala* Eigenmann, 1907
 Sub-família Serrassalminae
Serrassalmus maculatus Kner, 1858

Família Crenuchidae

- Sub-família Characidiinae
Characidium aff. *zebra* (Eigenmann, 1909)
Characidium gomesi Travassos, 1956

Família Parodontidae

- Apareiodon affinis* (Steindachner, 1879)
Apareiodon ibitiensis Campos, 1944
Parodon nasus Kner, 1859

Família Curimatidae

- Steindachnerina insculpta* (Fernández-Yépez, 1948)
Cyphocarax modestus (Fernández-Yépez, 1948)
Cyphocarax vanderi (Britski, 1980)

Família Anostomidae

- Leporinus friderici* (Bloch, 1794)
Leporinus octofasciatus Steindachner, 1915
Leporinus striatus Kner, 1858
Leporellus vittatus (Valenciennes, 1850)

Família Erythrinidae

- Hoplias* cf. *malabaricus* (Bloch, 1794)

Família Prochilodontidae

- Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836)

Ordem Gymnotiformes

Família Gymnotidae

- Gymnotus* cf. *carapo* Linnaeus, 1758
Eigenmannia virescens (Valenciennes, 1836)

Ordem Siluriformes

Família Pimelodidae

- Pimelodella* sp1

Família Pseudopimelodidae

- Microglanis* sp.

Família Heptapteridae

- Imparfinis borodini* Mees & Cala, 1989
Imparfinis mirini Hasemann, 1911
Imparfinis schubarti (Gomes, 1956)
Cetopsorhamdia iheringi Schubart & Gomes, 1959
Rhamdia quelen (Quoy & Gaimard, 1824)

Família Trichomycteridae

- Trichomycterus* sp1
Trichomycterus sp2

Família Cetopsidae

- Cetopsis gobioides* Kner, 1858

Família Callichthyidae

- Corydoras flaveolus* Ihering, 1911
Corydoras aeneus (Gill, 1858)
 Sub-família Callichthyinae
Hoplosternum littorale (Hancock, 1828)

Tabela 3: Continuação

Família Loricariidae
Sub-família Loricariinae
<i>Rineloricaria latirostis</i> (Boulenger, 1900)
<i>Loricaria cf. piracicabae</i> Ihering, 1907
Sub-família Hypostominae
<i>Hypostomus strigaticeps</i> (Regan, 1908)
<i>Hypostomus ancistroides</i> (Ihering, 1911)
<i>Hypostomus cf. hermanni</i> (Ihering, 1905)
<i>Hypostomus</i> sp1
<i>Hypostomus</i> sp2
<i>Hypostomus</i> sp3
Sub-família Hypoptopomatinae
<i>Hisonotus insperatus</i> Britski & Garavello, 2003
<i>Hisonotus</i> sp.
<i>Corumbataia cuestasae</i> Britski, 1997
Sub-família Neoplecostominae
<i>Neoplecostomus</i> sp.
Ordem Cyprinodontiformes
Família Poeciliidae
<i>Phalloceros caudimaculatus</i> Hensel, 1868
<i>Poecilia reticulata</i> Peters, 1859
Ordem Perciformes
Família Cichlidae
<i>Geophagus brasiliensis</i> Kner, 1865
<i>Crenicichla jaguarensis</i> Haseman, 1911
Ordem Synbranchiformes
Família Synbranchidae
<i>Synbranchus marmoratus</i> Bloch, 1795

As ordens Characiformes e Siluriformes foram as mais representativas, correspondendo a 48% e 41% das espécies, respectivamente. Cyprinodontiformes, Gymnotiformes e Perciformes contribuíram cada uma com 3% das espécies e Synbranchiformes com 2% (Figura 12).

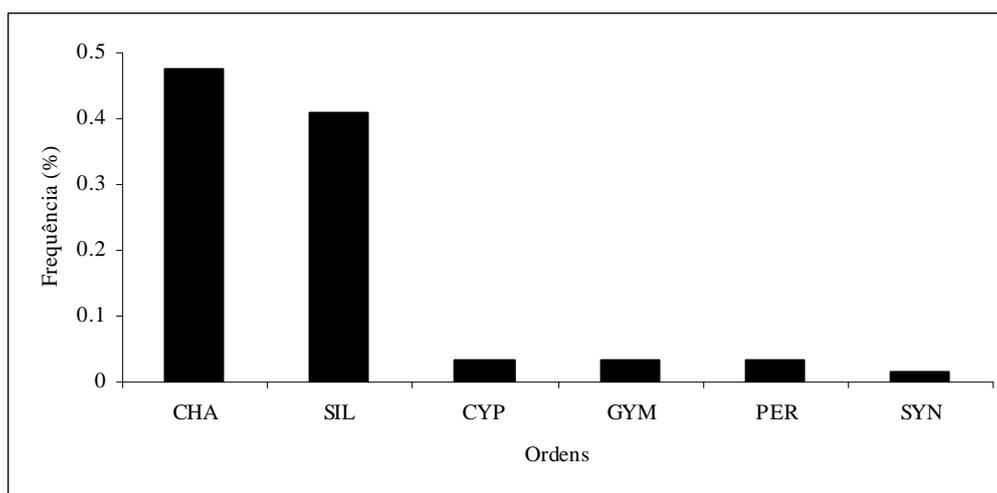


Figura 12: Frequência de ocorrência (%) das ordens de peixes amostradas no rio Passa Cinco, considerando todos os indivíduos capturados (CHA = Characiformes, SIL = Siluriformes, CYP = Cyprinodontiformes, GYM = Gymnotiformes, PER = Perciformes e SYN = Synbranchiformes).

As famílias Characidae e Loricariidae apresentaram o maior número de espécies, correspondendo, juntas, a cerca de 44% das espécies capturadas (Figura 13).

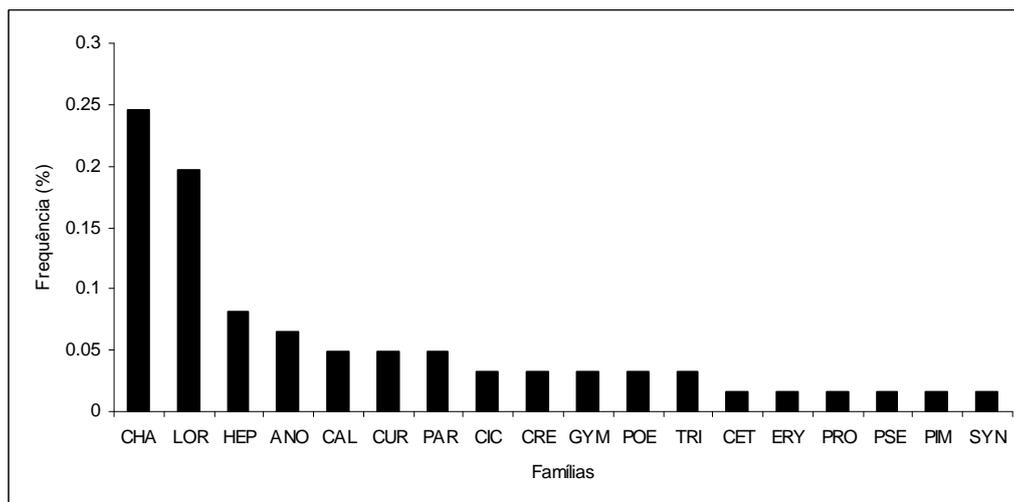


Figura 13: Frequência de ocorrência (%) das famílias de peixes amostradas no rio Passa Cinco, considerando todos os indivíduos capturados e épocas de amostragem (CHA = Characidae, LOR = Loricariidae, HEP = Heptapteridae, ANO = Anostomidae, CAL = Callichthyidae, CUR = Curimatidae, PAR = Parodontidae, PIM = Pimelodidae, CIC = Cichlidae, CRE = Crenuchidae, GYM = Gymnotidae, POE = Poeciliidae, TRI = Trichomycteridae, CET = Cetopsidae, ERY = Erytrinae, PRO = Prochilodontidae, PSE = Pseudopimelodidae e SYN = Synbranchidae).

4.3. Riqueza

A Tabela 4 apresenta o número de indivíduos coletados por espécie para cada ponto amostral. Das 61 espécies amostradas, 22 ocorreram no ponto 1, 26 no ponto 2, 44 no ponto 3, 28 no ponto 4 e 35 no ponto 5.

Tabela 4: Número de indivíduos coletados no rio Passa Cinco por espécie para cada ponto amostral.

Espécie	P1	P2	P3	P4	P5	Totais
<i>Characidium aff. zebra</i>	212	408	282	21	10	933
<i>Phallocerus caudimaculatus</i>	202	275	99	0	3	579
<i>Astyanax</i> sp1	118	104	44	61	46	373
<i>Hypostomus strigaticeps</i>	9	36	181	19	115	360
<i>Trichomycterus</i> sp1	199	93	51	0	0	343
<i>Bryconamericus stramineus</i>	4	129	44	90	1	268
<i>Odontostilbe aff. microcephala</i>	1	2	58	82	105	248
<i>Imparfinis mirini</i>	110	69	47	1	4	231
<i>Bryconamericus turiuba</i>	5	119	67	0	0	191
<i>Astyanax scabripinnis paranae</i>	83	97	6	0	0	186
<i>Cetopsorhamdia iheringi</i>	57	41	70	6	0	174
<i>Corumbataia cuestae</i>	2	112	39	5	0	158
<i>Astyanax altiparanae</i>	7	13	42	25	71	158
<i>Apareiodon ibitiensis</i>	1	38	71	0	0	110
<i>Parodon nasus</i>	0	9	86	1	2	98
<i>Astyanax bockmanni</i>	3	26	46	8	2	85
<i>Corydoras flaveolus</i>	0	24	32	5	12	73
<i>Imparfinis borodini</i>	14	25	30	0	0	69
<i>Piabina argentea</i>	0	31	25	0	0	56
<i>Rhamdia quelen</i>	15	15	15	3	6	54
<i>Hypostomus ancistroides</i>	6	4	12	7	20	49
<i>Hypostomus</i> sp1	4	1	25	5	12	47
<i>Geophagus brasiliensis</i>	0	3	21	6	2	32
<i>Astyanax fasciatus</i>	0	0	11	0	13	24
<i>Apareiodon affinis</i>	0	0	10	1	9	20
<i>Rineloricaria latirostris</i>	1	3	7	2	5	18
<i>Hisonotus</i> sp	0	0	14	3	0	17
<i>Pimelodella</i> sp1	0	0	1	0	12	13
<i>Steidachmerina insculpta</i>	0	0	1	1	10	12
<i>Hypostomus cf. hermanni</i>	0	0	10	0	0	10
<i>Neoplecostomus</i> sp	7	0	3	0	0	10
<i>Microglanis</i> sp	0	0	7	0	0	7
<i>Leporinus friderici</i>	0	0	1	0	5	6
<i>Gymnotus cf. carapo</i>	0	0	6	0	0	6
<i>Hisonotus insperatus</i>	0	0	0	5	0	5
<i>Poecilia reticulata</i>	0	0	2	3	0	5
<i>Eigenmannia virescens</i>	0	2	0	3	0	5
<i>Imparfinis schubarti</i>	0	0	3	1	0	4
<i>Leporinus striatus</i>	0	0	0	0	4	4
<i>Characidium gomesi</i>	0	0	4	0	0	4
<i>Cyphocarax modestus</i>	0	0	0	0	3	3
<i>Prochilodus lineatus</i>	0	0	3	0	0	3
<i>Hyphessobrycon eques</i>	0	0	3	0	0	3
<i>Hypostomus</i> sp2	0	0	0	1	2	3
<i>Bryconamericus</i> sp	0	0	1	1	0	2
<i>Hoplias cf. malabaricus</i>	0	0	0	1	1	2
<i>Cetopsis gobioides</i>	0	1	1	0	0	2
<i>Hypostomus</i> sp3	0	0	2	0	0	2
<i>Corydoras aeneus</i>	0	0	1	0	1	2
<i>Serrasalmus maculatus</i>	0	0	0	0	2	2
<i>Planaltina britski</i>	0	0	0	0	2	2
<i>Leporinus octofasciatus</i>	0	0	0	0	2	2
<i>Loricaria cf. piracicabae</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Cyphocarax vanderi</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Leporellus vittatus</i>	0	0	1	0	0	1
<i>Trichomycterus</i> sp2	0	0	0	0	1	1
<i>Crenicichla jaguarensis</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Hyphessobrycon</i> sp	0	0	0	0	1	1
<i>Synbranchus marmoratus</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Hoplosternum litoralle</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Aphyocorax dentatus</i>	0	0	0	1	0	1

1061 1680 1485 368 488 5082

Os valores dos estimadores de riqueza para o rio Passa Cinco e para os pontos amostrais estão apresentados na Tabela 5. Os valores estimados não variaram muito entre os estimadores, com exceção do ponto 1 onde a diferença foi de aproximadamente 9 espécies.

Tabela 5: Valores dos estimadores de riqueza Chao2 e “bootstrap” para o rio Passa Cinco e pontos amostrais.

	rio Passa Cinco	P1	P2	P3	P4	P5
Chao2	68,8	35,5	27,62	56,22	33,53	40,04
Bootstrap	67,09	26,23	27,68	49,12	30,94	38,94

4.4. Curvas de Rarefação

As curvas de rarefação para cada ponto amostral estão apresentadas na Figura 14. Para os pontos 1, 2 e 3 as curvas encontram-se próximas da assíntota, o que significa que o número de espécies capturadas está bem próximo do número de espécies existentes. Para os pontos 4 e 5, as curvas apresentam-se em ascendência, indicando que novas espécies poderiam ser adicionadas com o aumento do esforço amostral.

Considerando o tamanho amostral do local onde a captura foi menor, (ponto 4 com 368 indivíduos), a maior riqueza foi encontrada no ponto 3, seguida dos pontos 5, 4, 2 e 1.

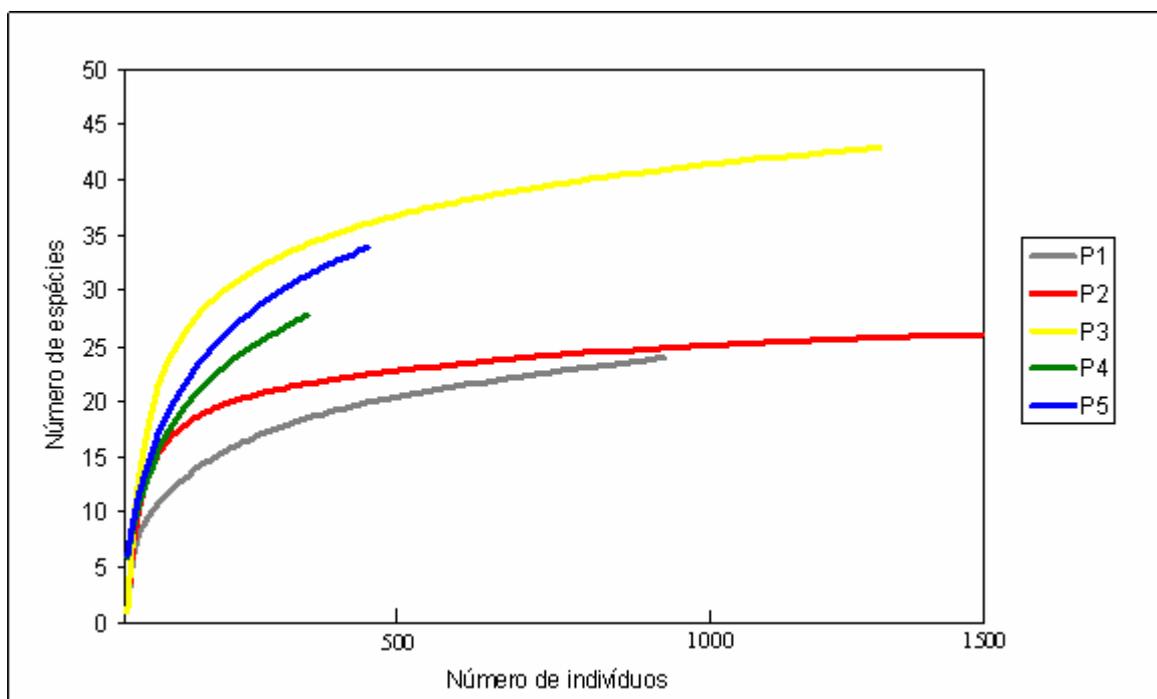


Figura 14: Curvas de rarefação para cada ponto amostral.

4.5. Diversidade

Para o rio Passa Cinco os valores dos índices de diversidade de Shannon, equitabilidade de Pielou e riqueza de Margalef foram 2,963, 0,721 e 7,031, respectivamente. Para os pontos amostrais os valores desses índices bem como os valores mínimos e máximos para os mesmos, estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6: Valores da riqueza (S) e dos índices de Shannon (H), Margalef (DMg) e Pielou (J) para os cinco pontos amostrados no rio Passa Cinco e seus respectivos intervalos de confiança 95% (mínimo e máximo).

	Riqueza (S)	Índice de Shannon (H)	Índice de Margalef (DMg)	Índice de Pielou (J)
P1	22	2,162	3,014	0,6996
Mín	18	2,095	2,44	0,693
Máx	22	2,211	3,014	0,7424
P2	26	2,523	3,366	0,7744
Mín	23	2,463	2,962	0,7647
Máx	26	2,561	3,366	0,8029
P3	44	3,017	5,888	0,7972
Mín	38	2,95	5,066	0,7922
Máx	44	3,052	5,888	0,8265
P4	28	2,332	4,57	0,6999
mín	21	2,173	3,385	0,684
máx	27	2,405	4,401	0,7529
P5	35	2,469	5,492	0,6945
mín	27	2,325	4,2	0,6802
máx	34	2,551	5,331	0,7421

Para os três índices considerados, tem-se um aumento dos valores do ponto 1 para o ponto 3, e uma diminuição desses valores nos pontos 4 e 5. O ponto 3 apresentou os maiores valores para os índices de diversidade, equitabilidade e riqueza (Figura 15).

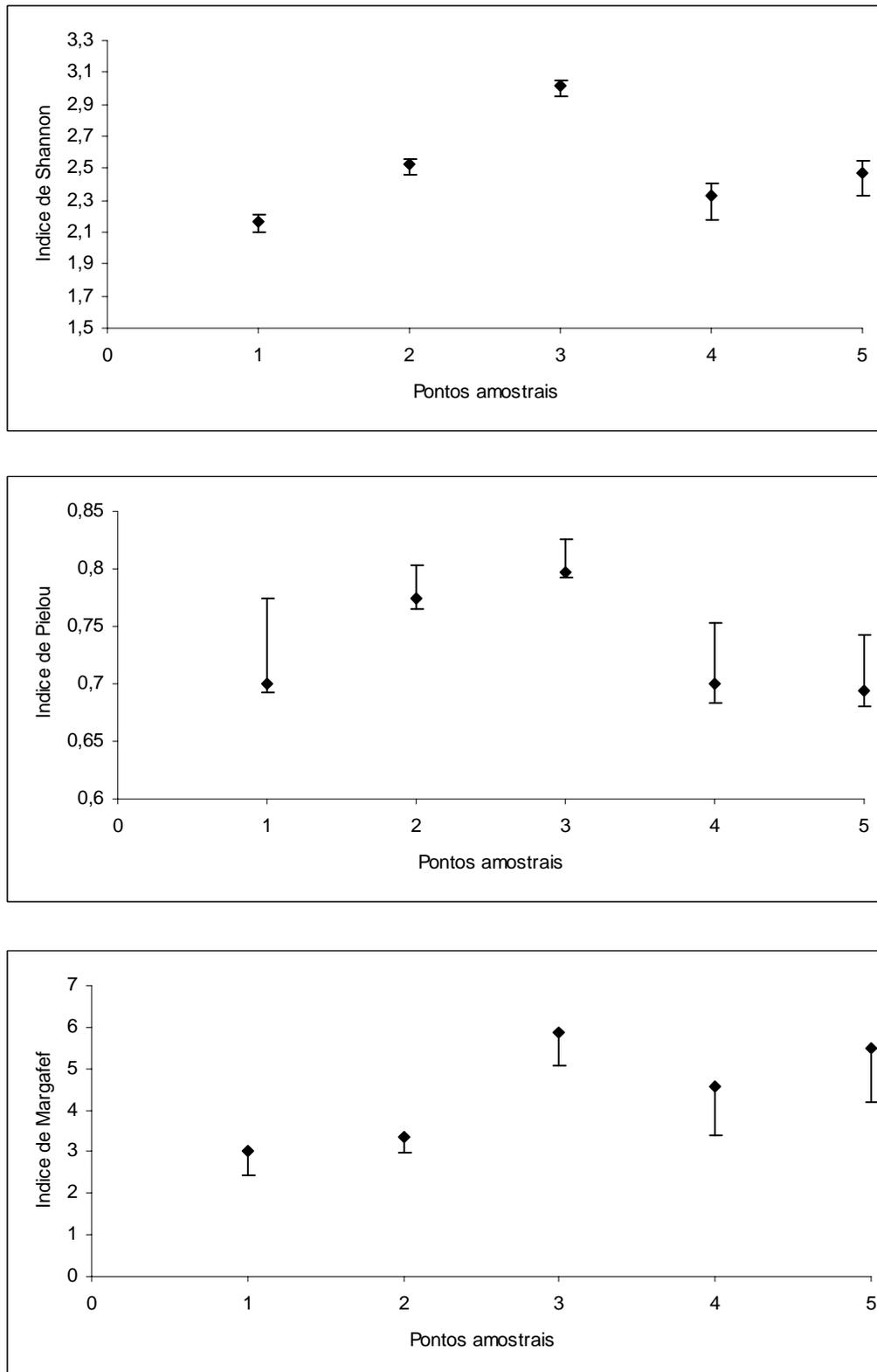


Figura 15: Valores dos índices de Shannon (H), Pielou (J) e Margalef (DMg) para os cinco pontos amostrados no rio Passa Cinco com seus respectivos intervalos de confiança a 95%.

A Figura 16 apresenta, de forma resumida, os dados de riqueza e equitabilidade por ponto amostral. O ponto 3 destaca-se por apresentar baixa dominância e alta riqueza. O ponto 2 apesar da baixa dominância não apresentou alto valor de riqueza.

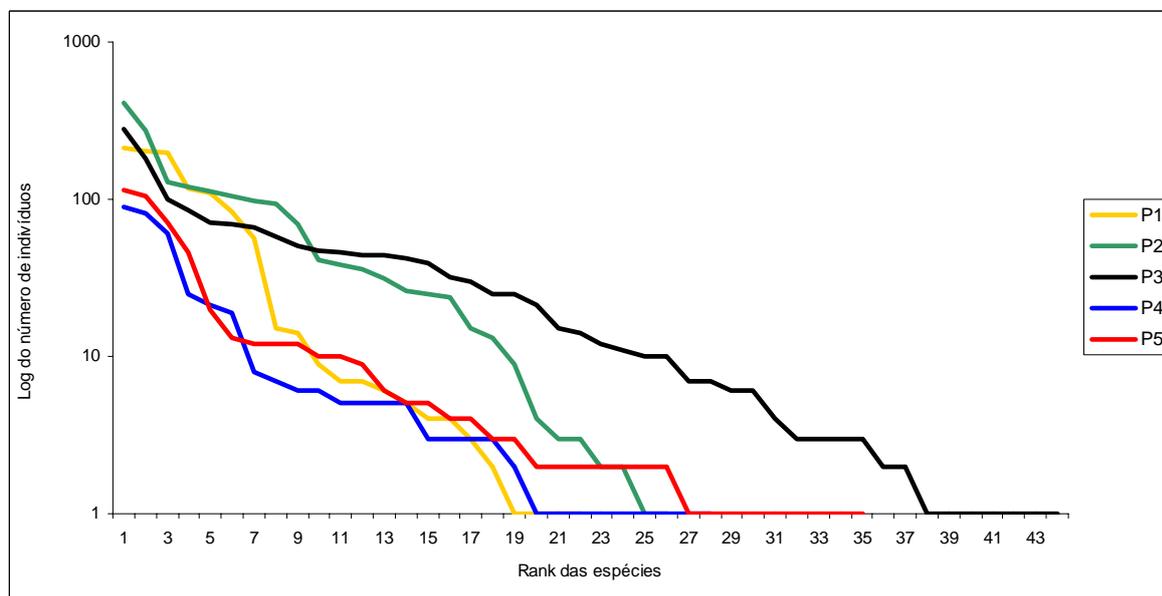


Figura 16: Curvas de espécie-abundância para os cinco pontos amostrais no rio Passa Cinco, utilizando os dados de número de indivíduos.

4.6. Análise de variância (Two-way ANOVA)

Nas Tabelas 7, 8 e 9, estão apresentados os resultados da Two-way ANOVA considerando os indivíduos capturados com pesca elétrica. Houve diferença significativa ($p < 0,05$) para os índices de diversidade, equitabilidade e riqueza, em relação aos pontos amostrais. Somente os índices de diversidade e riqueza apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) em relação época. Os três índices apresentaram aumento em função do aumento da ordem do riacho, sendo a diversidade e a riqueza maior na época chuvosa. Os fatores época e pontos não apresentaram interação significativa. (Figuras 17 A e B)

Tabela 7: Análise de variância para o índice de diversidade de espécies, considerando ponto amostral e época do ano (cheia e seca). (FV = fonte de variação; SQ = soma de quadrados; GL = graus de liberdade; QM = quadrado médio; F = teste F).

FV	SQ	GL	QM	F	P
Ponto	2,152	2	1,076	52,500	0,014
Época	0,170	1	0,170	8,274	<0,001
Ponto*Época	0,034	2	0,017	0,825	0,461
Erro	0,246	12	0,020		

Tabela 8: Análise de variância para o índice de riqueza de espécies, considerando ponto amostral e época do ano (cheia e seca). (FV = fonte de variação; SQ = soma de quadrados; GL = graus de liberdade; QM = quadrado médio; F = teste F).

FV	SQ	GL	QM	F	P
Ponto	12,582	2	6,291	28,891	<0,001
Época	1,136	1	1,136	5,217	0,041
Ponto*Época	0,288	2	0,144	0,661	0,534
Erro	2,613	12	0,218		

Tabela 9: Análise de variância para o índice de equitabilidade de espécies, considerando ponto amostral e época do ano (cheia e seca). (FV = fonte de variação; SQ = soma de quadrados; GL = graus de liberdade; QM = quadrado médio; F = teste F).

FV	SQ	GL	QM	F	P
Ponto	0,032	2	0,016	14,591	0,001
Época	0,003	1	0,003	3,215	0,098
Ponto*Época	0,006	2	0,003	2,965	0,090
Erro	0,013	12	0,001		

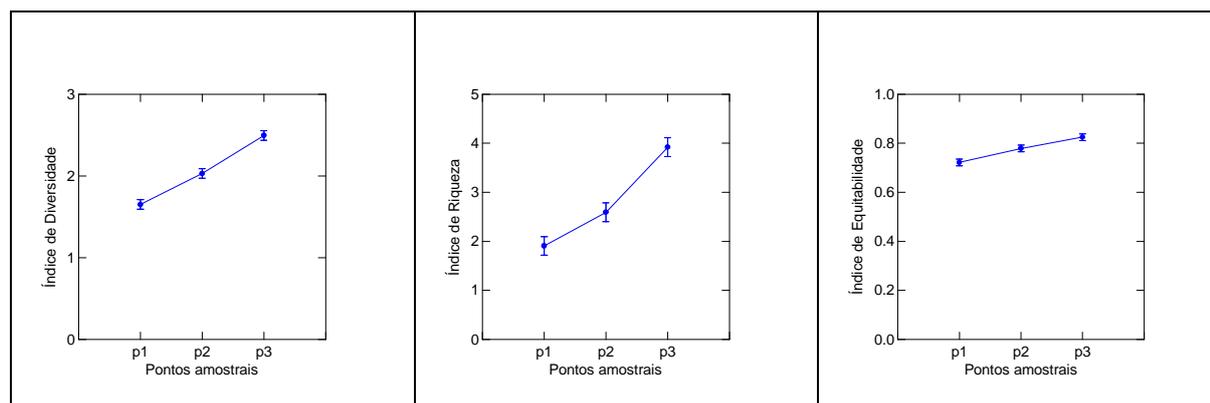


Figura 17A: Valores médios e erro padrão para os índices de diversidade, riqueza e equitabilidade por pontos amostrais 1, 2 e 3 no rio Passa Cinco.

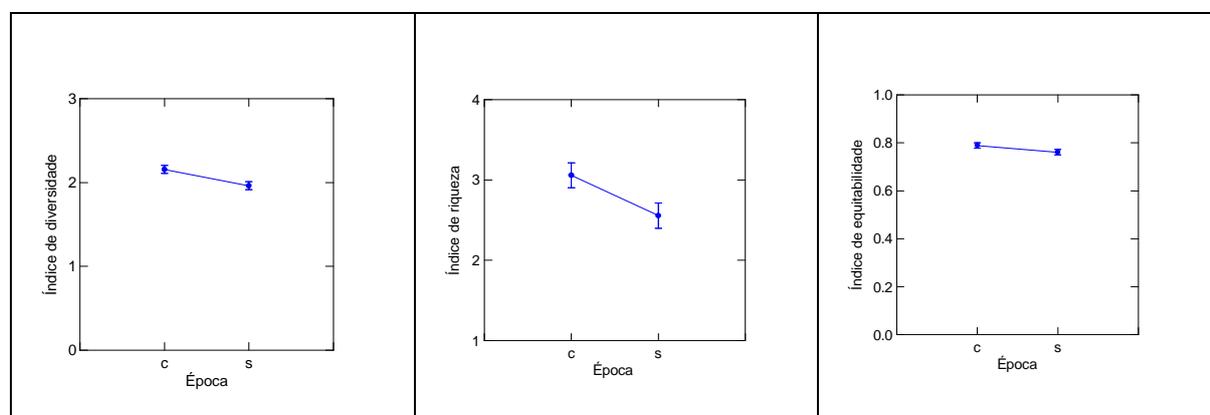


Figura 17B: Valores médios e erro padrão para os índices de diversidade, riqueza e equitabilidade por época (c = cheia e s = seca).

Nas Tabelas 10, 11 e 12, estão apresentados os resultados da Two-way ANOVA considerando os indivíduos capturados com redes de espera. Não foram detectadas diferenças significativas ($p < 0,05$) para os índices de diversidade, equitabilidade e riqueza, em relação aos pontos amostrais e a época (Figuras 18 A e B). A interação entre os fatores não foi significativa.

Tabela 10: Análise de variância para o índice de diversidade de espécies, considerando ponto amostral e época do ano (cheia e seca). (FV = fonte de variação; SQ = soma de quadrados; GL = graus de liberdade; QM = quadrado médio; F = teste F).

FV	SQ	GL	QM	F	P
Ponto	0,528	2	0,264	2,536	0,121
Época	0,052	1	0,052	0,505	0,491
Ponto*Época	0,304	2	0,152	1,461	0,271
Erro	1,248	12	0,104		

Tabela 11: Análise de variância para o índice de riqueza de espécies, considerando ponto amostral e época do ano (seca e cheia). (FV = fonte de variação; SQ = soma de quadrados; GL = graus de liberdade; QM = quadrado médio; F = teste F).

FV	SQ	GL	QM	F	P
Ponto	2,558	2	1,279	2,950	0,091
Época	0,339	1	0,339	0,783	0,394
Ponto*Época	0,356	2	0,178	0,410	0,672
Erro	5,202	12	0,434		

Tabela 12: Análise de variância para o índice de equitabilidade de espécies, considerando ponto amostral e época do ano (seca e cheia). (FV = fonte de variação; SQ = soma de quadrados; GL = graus de liberdade; QM = quadrado médio; F = teste F).

FV	SQ	GL	QM	F	P
Ponto	0,011	2	0,006	0,452	0,647
Época	0,001	1	0,001	0,065	0,803
Ponto*Época	0,029	2	0,015	1,202	0,334
Erro	0,147	12	0,012		

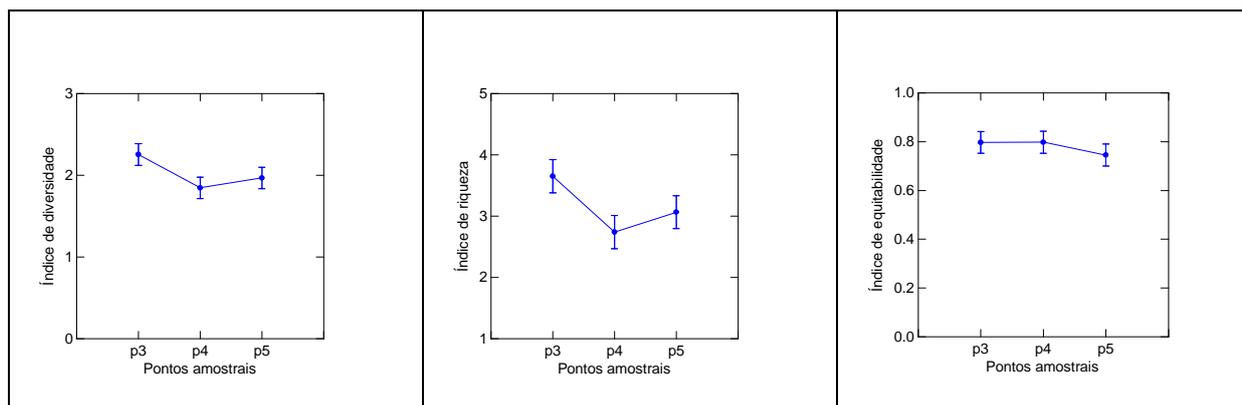


Figura 18A: Valores médios e erro padrão para os índices de diversidade, riqueza e equitabilidade por pontos amostrais 3, 4 e 5 no rio Passa Cinco.

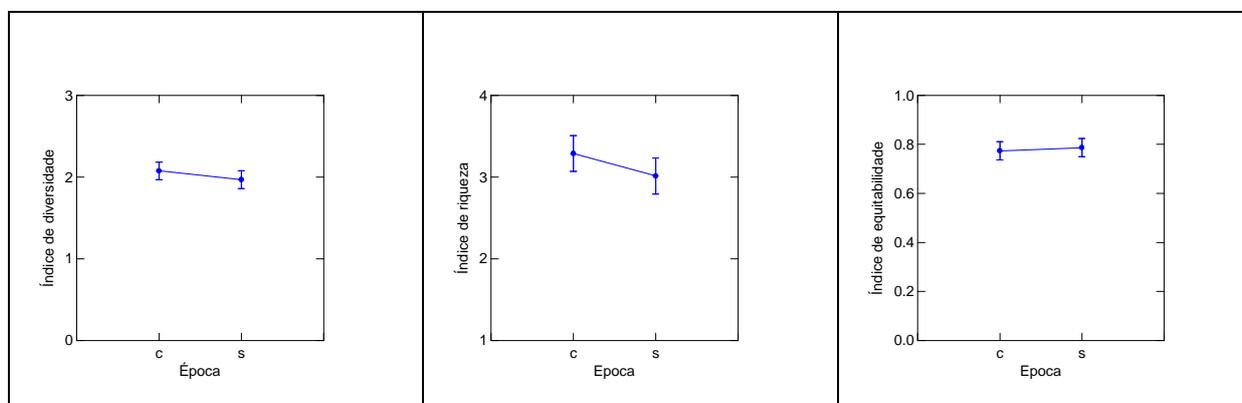


Figura 18B: Valores médios e erro padrão para os índices de diversidade, riqueza e equitabilidade, por época (c = cheia e s = seca).

4.7. Similaridade

Os resultados da análise de similaridade mostraram a formação de dois grupos: um formado pelos pontos 1, 2 e 3 e o outro pelos pontos 4 e 5 (Figura 19). O teste de Mantel apresentou resultado significativo ($p < 0,001$ e $r = 0,636$). Portanto, a hipótese nula, de que as diferenças se dão ao acaso, foi rejeitada, indicando que pontos mais próximos são mais semelhantes. Além disso, as seis amostras realizadas em cada um dos pontos foram agrupadas, com exceção da amostra 3 no ponto 4, demonstrando a semelhança das amostras independente do período amostral.

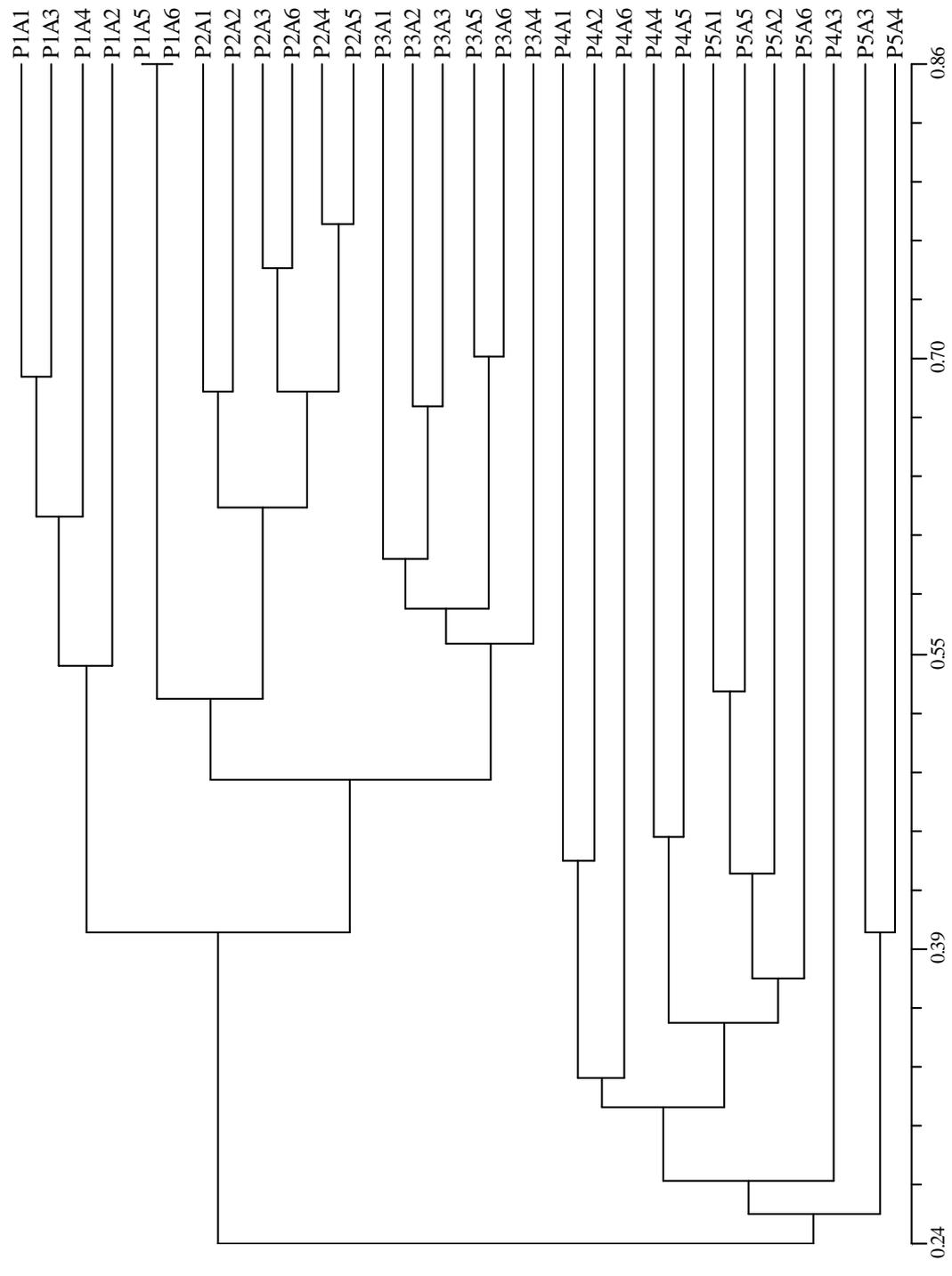


Figura 19: Dendrograma com as relações de similaridade entre pontos amostrais utilizando o índice de Jaccard e método de ligação UPGMA.

4.8. Ocorrência

4.8.1. Constância

A Tabela 13 apresenta a constância das espécies capturadas no rio Passa Cinco. Das 61 espécies capturadas, 15 delas foram constantes, 8 acessórias e 38 ocasionais. Com relação aos pontos amostrais, *Characidium aff. zebra*, *Astyanax sp1*, *Hypostomus strigaticeps* e *H. ancistroides* foram espécies constantes para todos os pontos amostrais; *Bryconamericus stramineus*, *Odontostilbe microcephala*, *Imparfinis mirini*, *Astyanax altiparanae*, *A. bockmanni*, *Rhamdia quelen*, *Hypostomus sp1* e *Rineloricaria latirostis* foram espécies que ocorreram em todos pontos amostrais de forma constante, acessória ou ocasional. Vinte e duas espécies ocorreram apenas em um dos pontos de forma acessória ou ocasional.

A frequência de ocorrência de espécies constantes, acessórias e ocasionais para o rio Passa Cinco e pontos amostrais apresenta-se na Tabela 14.

As espécies do gênero *Astyanax* apresentaram particularidades em relação as suas distribuições. *Astyanax sp1* ocorreu de forma constante em todo o riacho, *Astyanax scabripinnis paranae* ocorreu somente nos três primeiros pontos de forma constante, *Astyanax altiparanae* ocorreu de forma constante nos três pontos mais baixos e nos pontos de cabeceira somente no período chuvoso, *Astyanax fasciatus* ocorreu somente nos dois pontos mais baixos de forma constante e *Astyanax bockmanni* ocorreu nos três primeiros pontos sendo constante apenas nos pontos dois e três (Tabela 13).

Tabela 13: Relação das espécies capturadas no rio Passa Cinco e diferentes pontos amostrais e sua classificação baseada na persistência das espécies nas coletas: constante (C), acessória (A) e ocasional (O).

Espécie	rio Passa Cinco	P1	P2	P3	P4	P5
<i>Characidium aff. zebra</i>	C	C	C	C	C	C
<i>Phallocerus caudimaculatus</i>	C	C	C	C		A
<i>Astyanax sp1</i>	C	C	C	C	C	C
<i>Hypostomus strigaticeps</i>	C	C	C	C	C	C
<i>Trichomycterus sp1</i>	C	C	C	C		
<i>Bryconamericus stramineus</i>	C	O	C	C	C	O
<i>Odontostilbe aff. microcephala</i>	C	O	O	C	C	C
<i>Imparfinis mirini</i>	C	C	C	C	A	O
<i>Bryconamericus turiuba</i>	A	O	C	C		
<i>Astyanax scabripinnis paranae</i>	O	C	C	O		
<i>Cetopsorhamdia iheringi</i>	C	C	C	C	O	
<i>Corumbataia cuestae</i>	C	A	C	C	A	
<i>Astyanax altiparanae</i>	C	A	A	C	C	C
<i>Apareiodon ibitiensis</i>	A	O	C	C		
<i>Parodon nasus</i>	A		C	C	O	A
<i>Astyanax bockmanni</i>	A	O	C	C	A	A
<i>Corydoras flaveolus</i>	C		C	C	C	C
<i>Imparfinis borodini</i>	C	C	C	C		
<i>Piabina argentea</i>	O		O	A		
<i>Rhamdia quelen</i>	C	C	C	C	A	C
<i>Hypostomus ancistroides</i>	C	C	C	C	C	C
<i>Hypostomus sp1</i>	A	O	O	C	C	C
<i>Geophagus brasiliensis</i>	A		C	C	A	O
<i>Astyanax fasciatus</i>	O			C		C
<i>Apareiodon affinis</i>	O			C	O	A
<i>Rineloricaria latirostis</i>	A	O	A	C	A	A
<i>Hisonotus sp</i>	A			C	C	
<i>Pimelodella sp1</i>	O			O		C
<i>Steidachnerina insculpta</i>	O			O	O	A
<i>Hypostomus cf. hermanni</i>	O			A		
<i>Neoplecostomus sp</i>	O	C		A		
<i>Microglanis sp</i>	O			C		
<i>Leporinus friderici</i>	O			O		C
<i>Gymnotus cf. carapo</i>	O			C		
<i>Hisonotus insperatus</i>	O				C	
<i>Poecilia reticulata</i>	O			A	O	
<i>Eigenmannia virescens</i>	O		A		A	
<i>Imparfinis schubarti</i>	O			C		O
<i>Leporinus striatus</i>	O					O
<i>Characidium gomesi</i>	O			C		
<i>Cyphocarax modestus</i>	O					A
<i>Prochilodus lineatus</i>	O			C		
<i>Hyphessobrycon eques</i>	O					A
<i>Hypostomus sp2</i>	O			O	O	
<i>Bryconamericus sp</i>	O			O	O	
<i>Hoplias cf. malabaricus</i>	O				O	O
<i>Cetopsis gobioides</i>	O		O	O		
<i>Hypostomus sp3</i>	O			O		
<i>Corydoras aeneus</i>	O			O		O
<i>Serrasalmus maculatus</i>	O					A
<i>Planaltina britski</i>	O					O
<i>Leporinus octofasciatus</i>	O					O
<i>Loricaria cf. piracicabae</i>	O					O
<i>Cyphocarax vanderi</i>	O	O				
<i>Leporellus vittatus</i>	O			O		
<i>Trichomycterus sp2</i>	O	O				
<i>Crenicichla jaguarensis</i>	O					O
<i>Hyphessobrycon sp</i>	O					O
<i>Synbranchus marmoratus</i>	O			O		
<i>Hoplosternum litoralle</i>	O					O
<i>Aphyocara dentatus</i>	O				O	

Tabela 14: Frequência de ocorrência das espécies constantes, acessórias e ocasionais para o rio Passa Cinco e pontos amostrais.

	Passa Cinco	P1	P2	P3	P4	P5
Constante	24,59	54,55	73,08	68,18	39,29	34,29
Acessória	13,11	9,09	11,54	9,09	25,00	25,71
Ocasional	62,30	36,36	15,38	22,73	35,71	40,00

4.8.2. Raridade

Considerando as espécies capturadas com pesca elétrica nos pontos 1, 2 e 3, para a relação peso e número de indivíduos, *Hypostomus strigaticeps*, *Characidium* aff. *zebra*, *Apareiodon ibitiensis* e *Trichomycterus* sp1 apresentaram-se como espécies com alta importância em número de indivíduos e biomassa. Já *Eigenmannia virescens*, *Trichomycterus* sp2, *Corydoras aeneus*, *Characidium gomesi*, *Gymnotus* cf. *carapo* e *Imparfinis schubart* apresentaram-se como espécies com baixa importância nessa relação.

Para a relação número de indivíduos e frequência, as espécies que apresentaram alta importância em número e frequência foram *Characidium* aff. *zebra*, *Trichomycterus* sp1, *Hypostomus strigaticeps*, *Apareiodon ibitiensis* e *Corumbataia cuestae*. Os representantes da baixa relação do número de indivíduos x frequência foram *Eigenmannia virescens*, *Corydoras aeneus*, *Trichomycterus* sp2 e *Synbranchus marmoratus*.

Hypostomus strigaticeps, *Characidium* aff. *zebra*, *Parodon nasus*, *Trichomycterus* sp1, *Apareiodon ibitiensis* e *Imparfinis borodini* apresentaram alta importância para a relação peso e frequência. *Eigenmannia virescens*, *Trichomycterus* sp2 e *Corydoras aeneus* foram as espécies que apresentaram baixa importância para essa relação (Figura 20).

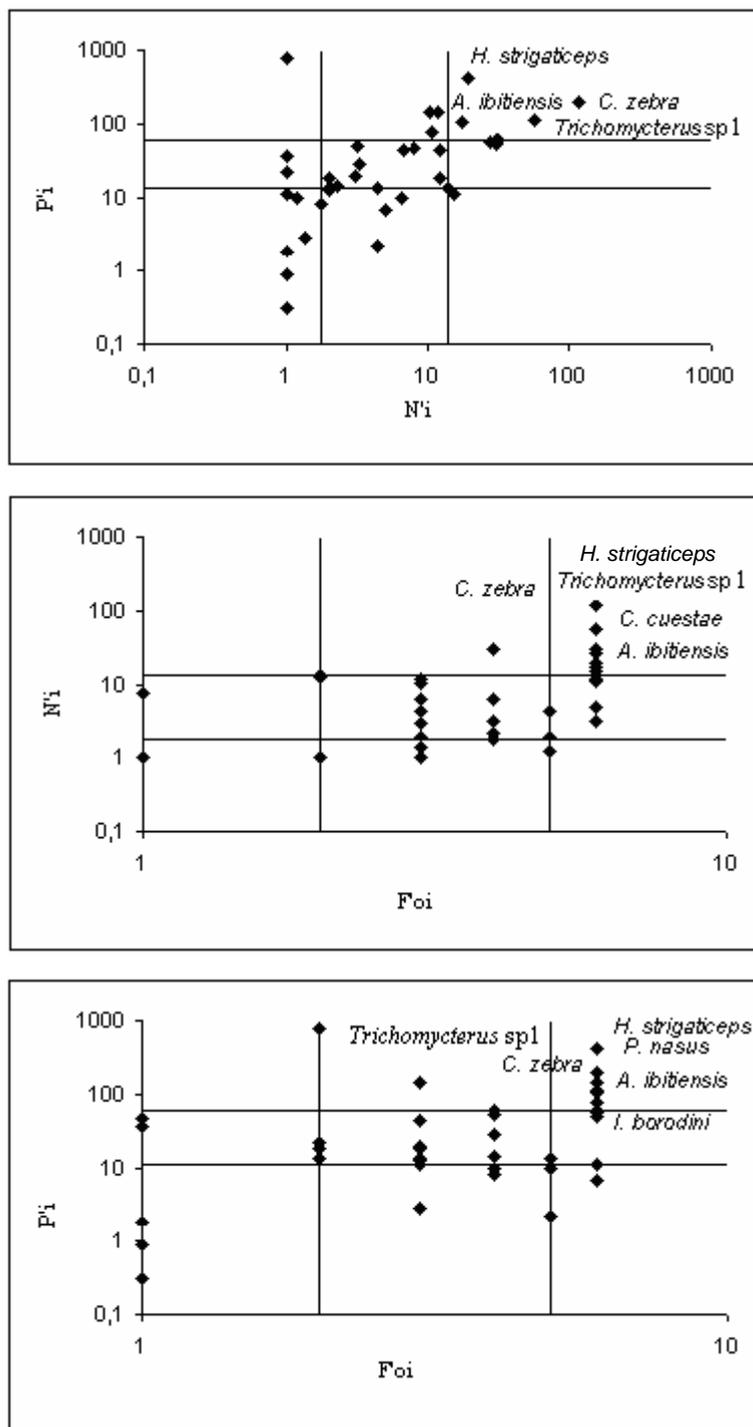


Figura 20: Relação entre a representatividade em: peso (P'_i) e número (N'_i), número (N'_i) e frequência (F'_{oi}) e peso (P'_i) e frequência (F'_{oi}) para os indivíduos capturados com pesca elétrica nos pontos 1, 2 e 3.

Com relação às espécies capturadas com redes de emalhar, redinha e covos nos pontos 3, 4 e 5, *Hypostomus strigaticeps*, *Astyanax altiparanae* e *H. ancistroides* apresentaram alta importância para a relação peso e número de indivíduos *Hyphessobrycon* sp., *Bryconamericus* sp., *Serrasalmus maculatus* e *Hisonotus insperatus* apresentaram baixa importância para essa relação.

Para a relação número de indivíduos e frequência, *Hypostomus strigaticeps*, *Odontostilbe* aff. *microcephala*, *Astyanax* sp1, *Astyanax altiparanae*, *Phallocerus caudimaculatus*, *Characidium* aff. *zebra* e *Hypostomus ancistroides* apresentaram alta importância para essa relação e *Imparfinis schubart*, *Prochilodus lineatus*, *Corydoras aeneus*, *Loricaria* cf. *piracicabae*, *Leporellus vittatus*, *Crenicichla jaguarensis*, *Hyphessobrycon* sp., *Hoplosternum litoralle* e *Aphyocarax dentatus* baixa importância para essa relação.

Considerando a relação peso e frequência *Hypostomus strigaticeps*, *Astyanax altiparanae*, *Rhamdia quelen* e *Hypostomus ancistroides* apresentaram alta importância. Já *Hyphessobrycon* sp. e *Piabina argentea* apresentaram baixa importância para essa relação (Figura 21).

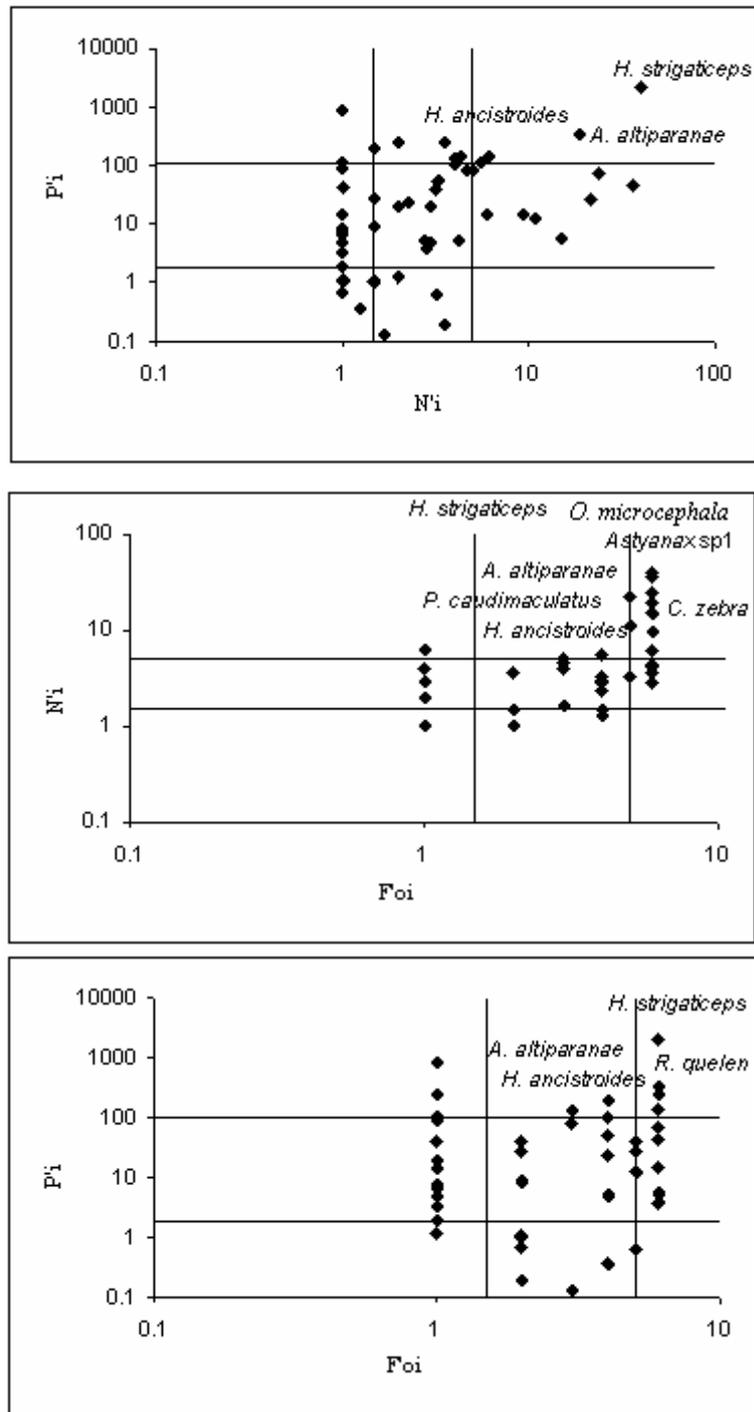


Figura 21: Relação entre a representatividade em: peso (P'_i) e número (N'_i), número (N'_i) e frequência (F'_{oi}) e peso (P'_i) e frequência (F'_{oi}) para os indivíduos capturados com redes-de-espera, redinha e covos nos pontos 3, 4 e 5.

4.9. Curvas de abundância e biomassa (ABC)

Considerando somente as espécies capturadas com pesca elétrica, no ponto 1 a abundância foi mais importante do que a biomassa, no ponto 2, tanto a abundância quanto a biomassa apresentaram importâncias similares e no ponto 3, a biomassa passou a ter maior importância do que a abundância (Figura 22).

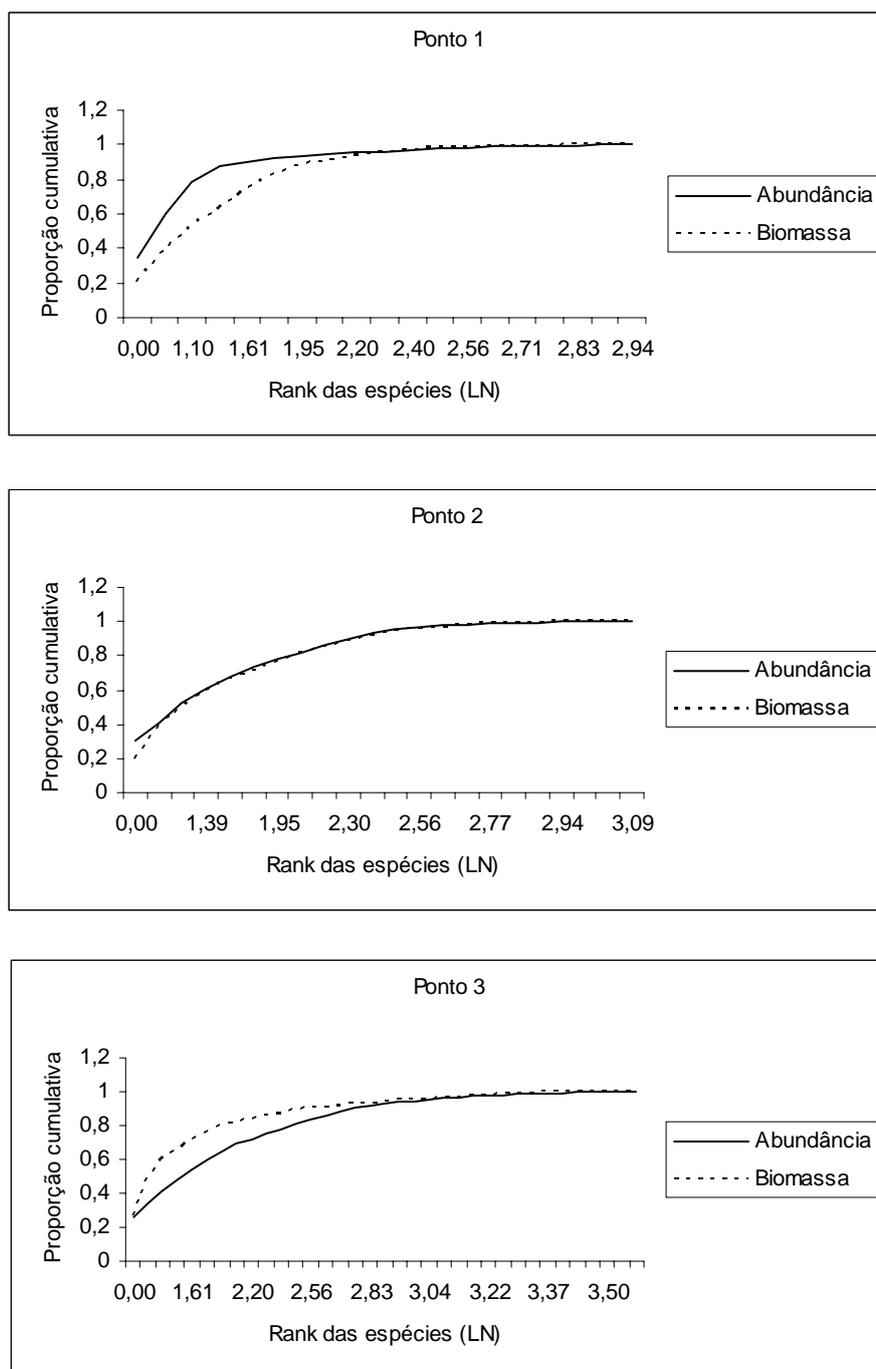


Figura 22: Representação das relações entre a abundância e a biomassa das espécies capturadas com pesca elétrica nos pontos 1, 2 e 3.

Para as espécies coletadas com os demais apetrechos de pesca (rede-de-espera, redinha e covos), no ponto 3, a biomassa foi mais importante do que a abundância e nos pontos 4 e 5, a biomassa apresentou importância discretamente superior à abundância (Figura 23).

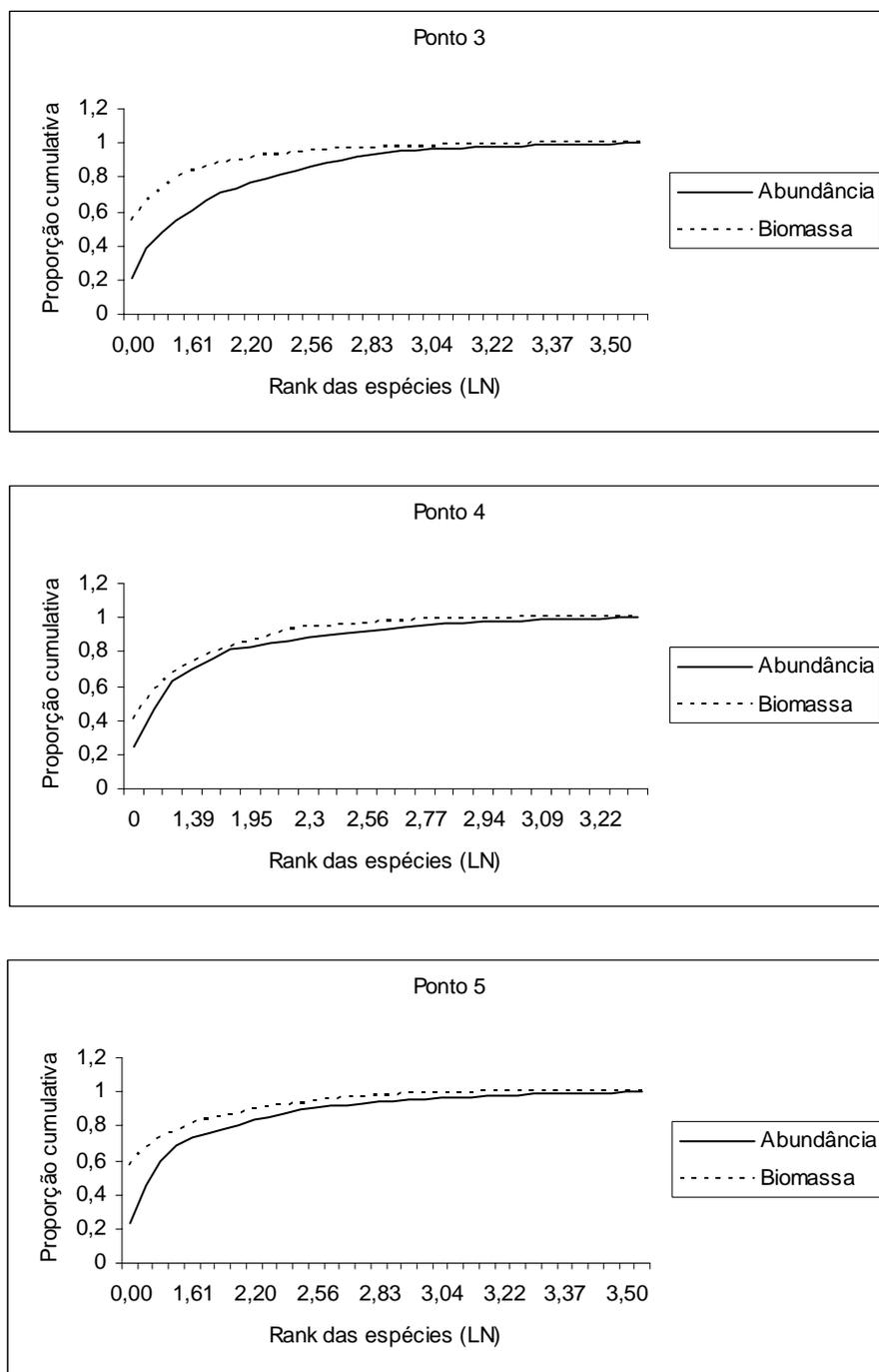


Figura 23: Representação das relações entre a abundância e a biomassa das espécies capturadas com redes-de-espera, redinha e covos nos pontos 3, 4 e 5.

4.10. Análise de correspondência canônica (CCA)

A Figura 24, resultante da análise de correspondência canônica, apresenta o gradiente longitudinal ao longo do eixo 1, indo do ponto 1 em direção ao ponto 5.

Com relação as variáveis ambientais, o oxigênio dissolvido e a velocidade da corrente foram associados aos pontos 1 e 2 e a temperatura da água e a condutividade elétrica aos pontos 4 e 5. O ponto 3 encontrou-se no meio dessas relações, demonstrando ser um local de transição.

A porcentagem de explicação para o eixo 1 foi de 44,8% e para o eixo 2 de 17,1%.

O resultado do teste de Monte Carlo detectou diferença significativa para os três primeiros eixos ($p < 0,05$).

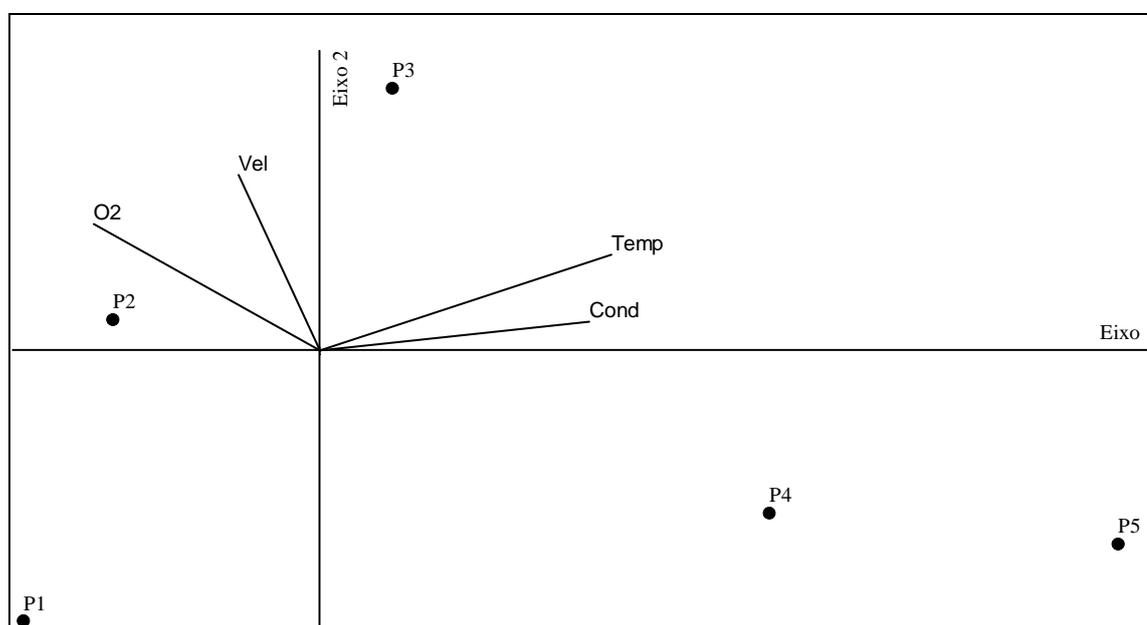


Figura 24: Resultado gráfico da análise de correspondência com a projeção dos “scores” dos pontos amostrais e dos vetores das variáveis ambientais para os eixos 1 e 2.

5. Discussão

Dados ambientais

A região da sub-bacia do rio Passa Cinco possui áreas relativamente preservadas quando comparadas a outras regiões do estado de São Paulo. As cabeceiras encontram-se nas *cuestas* de São Pedro e Analândia, conferindo à região belas paisagens, com inúmeras nascentes e quedas de água, tornando-a um local com grande potencial para o ecoturismo. Entretanto, essa atividade ainda é desordenada, causando grande impacto a esses riachos.

O rio Passa Cinco apresenta águas claras em suas nascentes que ao longo do curso têm a transparência alterada principalmente devido ao assoreamento. Esses pequenos riachos encontram-se, em sua maioria, dentro de pequenas propriedades, sendo usados como bebedouro para o gado ou desviados para irrigação. Neill *et al.* (2001) relatam que em bacias hidrográficas de pequena escala, é comum o registro de assoreamento e enriquecimento nutricional dos corpos de água pela entrada de fósforo e nitrogênio, causados pela presença do gado. Para a bacia do rio Passa Cinco, Valente (2001) registrou uma ocupação de 51,72% por áreas de pastagem implantada, 14,13% por cana-de-açúcar, 15,67% por floresta nativa e 0,74% por cerrado.

Faria & Marques (1999) detalham os processos de desaparecimento de pequenas nascentes em áreas agrícolas, incluindo áreas de cultivo de cana-de-açúcar no estado do Espírito Santo e Gehard (2005) indica uma redução da quantidade de água de pequenos córregos que drenam diversas áreas das sub-bacias do Alto Corumbataí, rio Cabeça e rio Passa Cinco.

Na região das cabeceiras, onde estão localizados os pontos 1, 2 e 3, encontra-se uma maior ocorrência de fragmentos florestais e de mata ciliar. O difícil acesso a essa região e o relevo montanhoso, dificultam a formação de pasto e o cultivo de cana-de-açúcar. Nos pontos 4 e 5, o entorno já encontra-se totalmente ocupado por atividades agrícolas favorecidas pelo relevo e pelo fácil acesso às rodovias.

Durante a época de seca, algumas pequenas nascentes do rio Passa Cinco chegam a secar e, na época cheia, quando o volume de água aumenta, há o transporte de grande quantidade de areia para o curso principal, agravando ainda mais o assoreamento. É necessária grande atenção para com esses pequenos córregos, pois são eles os principais responsáveis pelo fornecimento de água para o rio e também pelo assoreamento. Nesses pequenos córregos, há pouco cuidado em relação à preservação do entorno, sendo encontrados, com frequência, totalmente desprovidos de vegetação, represados ou desviados conforme necessidade local. Ferreira & Casatti (2006) chamam a atenção para a perda e transformação do hábitat associado à supressão da vegetação ripária como um fator que afeta a qualidade dos ambientes lóticos para a ictiofauna.

Os riachos são ambientes sujeitos a distúrbios periódicos (GORDON *et al.*, 1995). A localização do rio Passa Cinco nas *cuestas* contribui para um gradiente acentuado de declividade. A

grande quantidade de água recebida em um curto espaço de tempo, resultante das chuvas intensas de verão, torna esse ambiente muito vulnerável, pois as enxurradas elevam rapidamente o nível de água.

Aranha (2000) destaca a importância das trombas de água na estruturação e estabilidade de riachos, influenciando nas características limnológicas e físicas do hábitat. Durante o período de cheia, foi observada a total transformação do ponto 1. Esse local, após uma forte chuva, teve seu entorno e o canal do riacho totalmente modificados, destruindo alguns hábitats e criando outros. Esse sistema altamente dinâmico exige que as espécies que ali vivem sejam bem adaptadas a esse ambiente, tornando-as, também, altamente frágeis aos impactos antrópicos.

A presença do arenito e a destruição da vegetação agravam ainda mais o problema do assoreamento que resulta na perda de hábitat (BARRELLA *et al.*, 2001), afetando diretamente a diversidade de espécies. O efeito também é sentido na diminuição do nível de água, que causa efeitos para toda a região, principalmente pelo fato do rio Passa Cinco ser uma das últimas alternativas de abastecimento de água potável para as cidades pertencentes à bacia do rio Piracicaba (GARCIA *et al.*, 2004).

Os parâmetros físicos e químicos da água apresentaram um padrão típico de riacho, como encontrado por Braga & Andrade (2005) na serra da Mantiqueira e por Fragoso (2005) na microbacia do córrego da Lapa. Nesses estudos observou-se, no geral, um aumento da temperatura da água, do pH e da condutividade elétrica da cabeceira em direção à foz.

A temperatura da água em riachos varia usualmente de modo sazonal e diário, devido ao clima, altitude e extensão da cobertura vegetal (ALLAN, 1997). Os pontos mais altos e mais providos de vegetação marginal apresentaram menores temperaturas da água do que os pontos mais baixos, que sofrem com uma maior incidência dos raios luminosos e por estarem por mais tempo em contato com o ar. Segundo Gordon *et al.* (1995), a temperatura tem efeito direto sobre a maioria das outras propriedades da água.

Os valores de pH encontrados variaram de levemente ácidos a próximos da neutralidade. Fragoso (2005) encontrou valores que variaram de ácidos a levemente ácidos para a microbacia do córrego da Lapa. Schimidt-Nielson (2002) chama a atenção para a importância da amplitude do pH ambiental na homeostase dos organismos, da qual dependem os demais processos fisiológicos.

Os valores de condutividade elétrica variaram de 12 a 62 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e apresentaram uma elevação no sentido cabeceira-foz. Resultado semelhante foi encontrado por Braga & Andrade (2005) para a microbacia do Ribeirão Grande. Esse resultado pode ser explicado pelo carreamento de íons para o riacho, que vão se acumulando ao longo do curso. Mazzoni (1998) considera valores menores que 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ típicos da maioria dos riachos neotropicais e Guerreschi & Fonseca-Gessner (1999) atribui a baixa condutividade aos solos pobres da região de cerrado.

O oxigênio dissolvido apresentou-se bastante abundante, como encontrado por Braga & Andrade (2005). Allan (1997) chama a atenção para a concentração de oxigênio próxima à saturação em pequenos riachos.

Os dados climatológicos caracterizam dois períodos distintos para a região: um mais seco, com baixos valores de pluviosidade e temperatura do ar, e outro mais úmido, com valores mais altos dessas variáveis.

Com relação às variáveis morfo-hidrológicas analisadas, estas se mostram muito importantes para caracterizar a sub-bacia estudada e discriminar os pontos amostrais, evidenciando o gradiente longitudinal. A largura, a profundidade e a velocidade da corrente apresentaram um gradiente crescente longitudinal. De acordo com Lowe-McConnell (1999), essas variáveis se relacionam com a declividade. Nas cabeceiras, o fluxo de água é mais rápido, sendo o riacho mais raso e estreito, influenciando diretamente o tipo de fundo. Nesses locais, encontram-se rochas de maior tamanho e pouco material particulado em suspensão ou no fundo, características que ao longo do canal vão se invertendo.

De acordo com Vannote *et al.* (1980), as cabeceiras são influenciadas fortemente pela vegetação ripária que reduz a produção autotrófica pelo sombreamento e contribui com o aporte de material alóctone. Com o aumento do volume de água, a importância do material alóctone é reduzida, havendo um aumento da produção primária e do transporte de material particulado da cabeceira em direção à foz.

O substrato, a profundidade e a corrente são alguns dos mais importantes aspectos físicos determinantes na distribuição dos peixes nas comunidades de riachos (GORMAN & KARR, 1978; ARGERMEIER & KARR, 1983). A combinação de cada um desses aspectos ambientais, produz um mosaico de micro-habitats que pode explicar o aumento da riqueza de espécies rio abaixo (GORMAN & KARR, 1978).

Os valores do índice de Shannon calculados a partir dos dados de largura, profundidade, velocidade da corrente e tipo de fundo demonstraram um aumento da diversidade de habitat do ponto 1 ao ponto 3, com uma pequena queda nos pontos 4 e 5. Apesar dos valores não terem sido testados pelo fato de haver apenas uma medida, estas diferenças foram claramente percebidas no ambiente. Esse aumento da heterogeneidade deve-se principalmente à diversificação da corrente, pois no ponto 1 há o predomínio de corredeiras, no ponto 2 corredeiras e poços e no ponto 3 trechos com corredeiras sombreadas e iluminadas, trechos de rio corrente e poços. Os pontos 4 e 5 são bem mais homogêneos, tendo o predomínio de rio corrente com poucas corredeiras.

O conceito de rio contínuo desenvolvido por Vannote *et al.* (1980) propõe um gradiente de condições físicas no sentido cabeceira-foz aos sistemas lóticos, estando os organismos distribuídos de modo a conformarem-se a essas condições, que por sua vez podem ser previsíveis de acordo com a posição do riacho na rede de drenagem. Assim, condições abióticas (variáveis físicas) e bióticas (organismos) encontram-se associadas.

Ictiofauna

No estado de São Paulo, o sistema Alto Paraná inclui os maiores rios do estado e contém 38 famílias e 310 espécies de peixes descritas (LANGEANI *et al.*, 2007). Em associação à esses grandes rios, encontra-se um grande número de riachos de cabeceiras, habitados principalmente por espécies de peixes de pequeno porte com distribuições geográficas restritas.

Espécies de pequeno porte correspondem a aproximadamente 50% do total de espécies de peixes de água doce descritas na América do Sul, o que mostra um elevado grau de endemismo (CASTRO *et al.*, 2003).

Dentre as espécies capturadas no rio Passa Cinco 18% apresentaram comprimento padrão superior a 15 cm, o que mostra a predominância de peixes de pequeno porte em riachos (CASTRO & MENEZES, 1998) e vai de encontro à hipótese de Castro (1999) de que o pequeno porte é um padrão geral de valor diagnóstico para a ictiofauna de riachos sul-americanos. Braga (2004) considera outras características associadas ao pequeno porte de algumas dessas espécies como a redução das gônadas e a perda de bexiga natatória.

Das 6 ordens de peixes amostradas, a maior contribuição dos Characiformes e Siluriformes, com 89% das espécies capturadas, demonstra o padrão encontrado para a ictiofauna sul-americana (SCHAEFER, 1998) e para a bacia do Alto rio Paraná (CASTRO & MENEZES, 1998). A alta contribuição de espécies pertencentes às famílias Characidae e Loricariidae é comum a diversos outros estudos (GARUTTI, 1988; UIEDA & BARRETO, 1999; CASATTI *et al.*, 2001; CASTRO *et al.*, 2003; SUÁREZ & PETRERE, 2005; GOMIERO & BRAGA, 2006).

A captura de 61 espécies de peixes no rio Passa Cinco reflete a riqueza desse sistema. Gerhard (2005), amostrando riachos na bacia do rio Corumbataí com o uso de pesca elétrica, capturou 51 espécies de peixes de um total de 53.806 indivíduos. Fragoso (2005), estudando a sub-bacia do rio Passa Cinco, fazendo uso de peneiras, tarrafa, covos e redes-de-espera, capturou 52 espécies, sendo 48 delas no curso principal. Outros estudos que fizeram uso de redes-de-espera e/ou redinha e covos no rio Passa Cinco também podem ser citados como os de Viadana (1992), Gomiero (2003) e Cetra (2003) que capturaram 35, 28 e 27 espécies de peixe respectivamente.

A maior captura de espécies no presente estudo, quando comparado aos demais trabalhos realizados na bacia, deve-se à amostragem, que foi realizada em toda a extensão do riacho e à utilização de diversificados apetrechos de pesca, que se fez necessário devido aos diferentes tipos de hábitat encontrados.

Os estimadores de riqueza apresentaram valores relativamente próximos aos observados, indicando que as amostras foram representativas. Nos pontos 1, 2 e 3, o uso do equipamento de pesca elétrica mostrou-se bastante eficiente, visto que as curvas de rarefação referentes a esses pontos encontraram-se próximas à assíntota. Nos pontos 4 e 5, devido a utilização de apetrechos de pesca

mais seletivos, as curvas apresentaram uma tendência crescente, indicando que com o aumento do esforço, novas espécies poderiam ser adicionadas.

De acordo com Vannote *et al.* (1980) espera-se um aumento na diversidade de espécies ao longo do gradiente, sendo os trechos de médio curso os mais diversos, os quais são, hipoteticamente, aqueles com a maior diversidade de habitats. Harrel *et al.* (1967) *apud* Peres-Neto (1995) sugerem que um aumento na diversidade de espécies ao longo do curso do rio pode ocorrer devido a um aumento de habitats adequados e a um decréscimo nas flutuações ambientais.

Ao avaliar a diversidade, a equitabilidade e a riqueza de espécies capturadas no rio Passa Cinco, uma tendência de aumento do ponto 1 ao 3, com posterior queda nos pontos 4 e 5 foi observada, indo de encontro com as informações apresentadas acima, visto que os valores de diversidade de habitat também seguiram esse padrão.

Ao comparar os pontos amostrais, e separando os indivíduos capturados com pesca elétrica daqueles capturados com os demais apetrechos de pesca, o aumento dos índices de diversidade, equitabilidade e riqueza, do ponto 1 ao ponto 3, foi confirmado pela Two-way ANOVA, indicando uma alteração nos valores desses índices em relação ao espaço. Para os pontos 3, 4 e 5 nenhuma diferença significativa com relação ao espaço foi detectada.

O efeito do tempo foi significativo para os pontos 1, 2 e 3 sendo maiores os valores dos índices de diversidade e riqueza no período chuvoso. Para os indivíduos capturados com redes de espera, redinha e covos não foram observadas diferenças significativas nos índices considerados.

Nos pontos mais altos o volume de água parece ser o fator limitante para algumas espécies, sendo que a variação sazonal deste volume decorrente das chuvas permite que algumas espécies habitem estes locais, fato evidenciado pelo aumento da riqueza no período chuvoso. O maior valor de diversidade no período chuvoso se deve exclusivamente ao aumento da riqueza, já que os valores de equitabilidade não apresentaram variações entre os períodos.

O efeito temporal pode ser observado também na análise de similaridade, onde as amostras do pico da cheia no ponto 1 (p1a5 e p1a6) se agruparam com as amostras realizadas no ponto 2, o que pode sugerir que o aumento sazonal do volume de água provoque algumas alterações na ocorrência de espécies. *Astyanax altiparanae* e *A. scabripinnis paranae* só ocorreram nos pontos 1 e 2 durante o período de cheia e *A. bockmanni* e *Bryconamericus tuiuba* só estiveram presentes no ponto 1 durante o mesmo período, estando presentes no ponto 2 durante todo o período de estudo.

A análise de similaridade apresentou a separação dos pontos de maior ordem (pontos 4 e 5) característicos de trechos de médio e baixo curso dos pontos de menor ordem (pontos 1, 2 e 3) típicos de região de cabeceira. O teste de Mantel confirmou o gradiente quando a hipótese nula foi rejeitada, o que indicou que pontos adjacentes foram mais semelhantes.

O aumento da diversidade de espécies com o aumento do volume de água é esperado, sendo o número de espécies menos numerosas diretamente proporcional ao volume da água, enquanto que a dominância das espécies é inversamente proporcional a este mesmo volume (GARUTTI, 1988). Em

trechos de cabeceira, embora ocorram menos espécies, há o predomínio de um maior número delas, enquanto que, em trechos seguintes, o número registrado de espécies aumenta, sendo o número relativo das que predominam menor, aumentando a equitabilidade.

O simples aumento do volume de água não significa necessariamente o aumento da diversidade de habitats. Se o trecho do riacho não apresentar aspectos físicos que propiciem uma diversidade de habitats, como os propostos por Gorman & Karr (1978) e Argermeier & Karr (1983), esse aumento no volume de água só tende a tornar o ambiente mais homogêneo, como o constatado para pontos 4 e 5 no rio Passa Cinco.

A CCA associou os vetores de velocidade da corrente e oxigênio dissolvido aos pontos mais altos, sendo os altos valores desses componentes típicos de ambiente de cabeceiras. A velocidade da corrente é um fator muito importante nesses ambientes, tornando-os altamente instáveis.

As condições variáveis e severas das regiões de cabeceiras exigem adaptações e, conseqüentemente, maior gasto energético dos organismos aquáticos que ali vivem para se moverem contra a corrente e para diminuir a probabilidade de serem arrastados rio abaixo pela correnteza (ALLAN, 1997). Dessa forma trechos onde a água é mais lenta ou mesmo parada ao longo do canal, representam um ambiente mais estável, onde a ausência de um fluxo mais forte exige menos gasto de energia dos organismos para sua permanência no local (ALLAN, 1997).

O reflexo das condições ambientais impostas aos organismos pode ser percebido nas relações de abundância e biomassa da comunidade nas diferentes ordens do rio. No ponto 1, que é o trecho que apresenta maior instabilidade, a abundância prevalece sobre a biomassa. No ponto 2, essas relações tornam-se praticamente idênticas e nos pontos seguintes a biomassa passa a ser predominante,

Braga (2004) verificou que espécies de diferentes famílias típicas de riacho de cabeceira apresentaram características morfológicas que as levam a uma maior eficiência na utilização desses ambientes. Rondineli (2007) observou a diminuição da fecundidade e o aumento da condição corporal de *Characidium aff. zebra* no rio Passa Cinco com o aumento do volume de água. Adaptações como essas podem ser refletidas na dinâmica das populações, aumentando a fecundidade e reduzindo a taxa de crescimento, como reflexo de investimentos energéticos (CARMASSI, 2008).

A constância de ocorrência das espécies, como preconizada por Dajoz (1978), além de possibilitar uma visão geral da distribuição longitudinal dos peixes, torna-se importante na caracterização ictiofaunística de qualquer ponto de um curso de água. Lemes & Garutti (2002) acrescentam que a constância pode refletir a habilidade biológica que a espécie tem nas diferentes fases ontogenéticas, em explorar os recursos ambientais disponíveis num determinado momento do biótopo.

Considerando a ocorrência das espécies para o rio Passa Cinco, constatou-se que a grande maioria delas foi ocasional. No entanto, quando os pontos amostrais foram considerados separadamente, notou-se que espécies constantes prevaleceram, com exceção do ponto cinco. Esse

resultado indica uma diferença na composição de espécies ao longo do gradiente, ou seja, uma espécie que é constante nos pontos mais altos pode tornar-se ocasional quando todo o riacho é considerado.

Fragoso (2005) encontrou para a ictiofauna do córrego da Lapa a maioria das espécies constantes, sendo que os valores de constância e abundância apresentaram variações em relação a sua distribuição longitudinal, estando relacionadas a diversos fatores como disponibilidade de recursos e de microhábitas, variações sazonais entre outros.

Mazzoni (1998) relacionou diferenças quantitativas da ictiofauna do rio Ubatiba (RJ) aos componentes estruturais das localidades estudadas, refletindo que a disponibilidade de recursos é o principal determinante nas densidades populacionais das espécies ao longo de um gradiente longitudinal.

Characidium aff. *zebra* pode ocorrer em uma variedade de habitats, desde águas mais calmas até corredeiras (BUCKUP & REIS, 1997). Essa espécie apresentou-se de forma constante em todos os pontos amostrais, demonstrando que o rio Passa Cinco, em todo o seu curso, apresenta ambientes favoráveis para essa espécie. O mesmo não ocorre para outras espécies do gênero. Na microbacia do Ribeirão Grande, na serra da Mantiqueira oriental, *Characidium lauroi* ocorre na encosta até o pediplano, enquanto que *C. alipioi* ocorre do pediplano até a planície do Vale do Paraíba (BRAGA & ANDRADE, 2005), o que ressalta a importância do relevo e de condições pretéritas na distribuição das espécies ao longo de um gradiente.

Hypostomus strigaticeps e *H. ancistroides* também se apresentaram de forma constante em todo o riacho. Essas espécies ocorrem principalmente em corredeiras com fundos rochosos e em águas transparentes, indicando que em maior ou menor grau esses ambientes estão presentes em toda a extensão do riacho. As espécies do gênero *Hypostomus* necessitam dos ambientes de corredeiras e dos alimentos que ficam aderidos às rochas, os quais elas raspam (SHIBATA *et al.*, 2007).

De forma diferente das outras espécies de *Astyanax* que ocorrem no rio Passa Cinco, *Astyanax* sp1 apresentou-se de forma constante para todo o riacho, demonstrando-se adaptada às mudanças provocadas pelo gradiente.

Astyanax scabripinnis paranae foi constante apenas nos pontos 1 e 2, sendo ocasional no ponto 3, estando ausente nos pontos 4 e 5. Assim, mostrou-se como uma espécie bastante adaptada ao pequeno volume de água das cabeceiras, concordando com Britski (1972) de que esta espécie vive somente nas cabeceiras dos rios. Caramaschi (1986) verificou uma diminuição dos valores de constância de *Astyanax scabripinnis paranae* em direção à desembocadura e considerou que o fator competição pode influir neste padrão de distribuição já que esta espécie mostra-se tolerante à variação de fatores abióticos.

Astyanax altiparanae foi acessória nos pontos 1 e 2 e constante nos demais. A ocorrência nos dois pontos mais altos só aconteceu no período de cheia, mostrando a limitação desta espécie ao pequeno volume de água, já que se trata de uma espécie de meia água. Carmassi (2005) verificou aumento da captura de *A. altiparanae* nos pontos de baixa ordem na bacia do rio Corumbataí no

período de cheia. De acordo com Casatti (2002), *A. altiparanae* é uma espécie nectônica, nadadora rápida, pouco dependente de esconderijos dentre os microhábitats bentônicos para evitar predação.

A. fasciatus ocorreu apenas nos pontos 4 e 5 de forma constante, indicando a limitação dessa população a trechos de médio e baixo curso. Shibatta *et al.* (2007) relatam a preferência dessa espécie por rios de maior porte.

Abes & Agostinho (2001) encontraram *A. altiparanae* e *A. fasciatus* em um pequeno riacho: a primeira sendo constante nos trechos superior, médio e inferior e a segunda encontrada apenas no trecho médio.

A. bockmanni mostrou-se adaptada a volumes intermediários de água, sendo constante nos pontos 2 e 3, acessória nos pontos 4 e 5 e ocasional no ponto 1. Caramaschi (1986) afirma que a distribuição de *A. bockmanni* é fortemente influenciada pela altitude, não ocorrendo acima de 660 metros.

As informações apresentadas no presente estudo referentes às espécies de *Astyanax* estão de acordo com as contidas no trabalho de Bennemann *et al.* (2005) sobre a ocorrência e ecologia trófica de quatro espécies de *Astyanax* em diferentes rios da bacia do rio Tibagi. Os autores encontraram, através da constância e baixa similaridade na abundância, que as espécies têm preferências quanto ao porte do rio ou por determinado hábitat: *Astyanax altiparanae* e *A. fasciatus* ocorreram nos trechos de maior porte, *Astyanax eigenmanniorum* ocorreu em todos os rios, mas prefere hábitats próximos às desembocaduras de afluentes de grandes rios e *Astyanax scabripinnis* esteve restrita a um rio de menor porte.

Algumas espécies mostram-se exclusivas de cabeceira, ocorrendo apenas nos três primeiros pontos: *Trichomycterus* sp1, *Bryconamericus turiuba*, *A. scabripinnis paranae*, *Apareiodon ibitiensis*, *Imparfinis borodini*.

Espécies de *Trichomycterus* apresentam distribuição restrita aos trechos de corredeiras dos riachos, onde adotam hábitos criptobióticos em ambientes de pequena profundidade, correnteza forte e fundo composto por seixos e cascalhos, protegendo-se de predadores ao mesmo tempo que alimentam-se de insetos aquáticos e algas, recursos abundantes em trechos de corredeira (CASATTI & CASTRO 1998; CASTRO 1999). *A. scabripinnis paranae* forma numerosas populações isoladas entre si em cabeceiras de riachos (GARUTTI & BRITSKI, 2000). Shibatta *et al.* (2007) mostraram a preferência das espécies da família Parodontidae capturadas, dentre elas *Apareiodon ibitiensis*, por trechos com características lóticicas e fundo rochoso.

Além da ocorrência e do número de indivíduos, a abundância pode ser definida em peso. Tokeshi (1993) considera que o peso é uma variável mais relacionada a processos de partição de recursos do que o número de indivíduos, sobretudo se as espécies têm tamanhos corpóreos diferentes. Portanto, as três medidas de abundância são complementares e carregam diferentes informações sobre a assembléia (FERREIRA, 2007).

Quando o peso, a frequência e o número de indivíduos foram relacionados, foi possível compreender, através das principais espécies, como a comunidade de peixe do rio Passa Cinco está estruturada.

Quando os indivíduos capturados com pesca elétrica nos pontos 1, 2 e 3 foram relacionados em função do peso, frequência e número de indivíduos, *Hypostomus strigaticeps*, *Characidium* aff. *zebra*, *Apareiodon ibitiensis* e *Trichomycterus* sp1 foram espécies importantes para todas as relações, sendo numericamente abundantes, com expressivas biomassas e ampla distribuição, sendo espécies características para esses pontos amostrais que são locais típicos de cabeceira.

Corumbataia cuestae destacou-se como uma espécie importante para a relação número de indivíduos e frequência, o que significa que, apesar do grande número de indivíduos e ampla distribuição, não apresentou contribuição em biomassa, visto que se trata de uma espécie de pouco mais de 3 cm de comprimento padrão.

Para a relação peso e frequência, outras espécies apresentam importância: *Parodon nasus* e *Imparfinis borodini*, o que indica que apesar da significativa contribuição em biomassa, não apresentaram grande importância com relação ao número de indivíduos.

Outra espécie que merece destaque é *Prochilodus lineatus* que apresentou alta importância em peso e baixa em número de indivíduos. Apenas 2 exemplares foram capturados durante o período amostral, evidenciando o grande porte dessa espécie quando comparado às demais.

Quando os trechos médio e baixo do rio Passa Cinco foram analisados, correspondendo aos pontos 3, 4 e 5 com os indivíduos capturados com redes-de-espera, redinha e covos, as principais espécies para as relações peso, frequência e número de indivíduos, *Hypostomus strigaticeps*, *Astyanax altiparanae* e *H. ancistroides* foram espécies importantes para todas as relações, mostrando-se como espécies descritoras desses trechos.

Odontostilbe microcephala, *Astyanax* sp1 e *Characidium* aff. *zebra* apesar do grande número de indivíduos e alta frequência, não apresentaram alta importância com relação ao peso.

H. strigaticeps, que foi comum tanto no trecho correspondente à cabeceira, como para o médio e baixo curso, foi a única espécie que apresentou alta importância em todas as relações consideradas (peso, frequência e número de indivíduos), mostrando-se como uma espécie amplamente distribuída e bem adaptada aos diferentes ambientes encontrados no rio Passa Cinco.

Com as considerações acerca da constância, frequência, número de indivíduos e biomassa, bem como os resultados das variações nos índices de diversidade, equitabilidade e riqueza, constatou-se que, apesar da pequena extensão do rio Passa Cinco, este apresenta ambientes definidos e estruturados de cabeceira, transição e médio-baixo curso. Isso foi evidenciado na distribuição das espécies e na composição da comunidade ao longo do gradiente, onde fenômenos de adição e substituição de espécies ocorreram, prevalecendo a adição em trechos mais próximos e a substituição em trechos mais distantes.

6. Considerações finais

Problemas graves de assoreamento foram detectados no rio Passa Cinco desde as cabeceiras até sua foz, principalmente nos pequenos tributários na região de cabeceira, onde a atividade pecuária é mais intensa. Neste local, vários pequenos córregos encontram-se totalmente desprovidos de vegetação, retificados e/ou represados. De acordo com a observação e o relato de sítios locais, vários pequenos corpos de água deixaram de existir.

O aumento da diversidade de hábitat se deu, principalmente, devido a diversificação da corrente e ao aumento do volume de água. Em locais onde o substrato era mais diverso, criou-se uma maior heterogeneidade de hábitats, no entanto, nos pontos mais baixos, em especial no ponto 4, onde o substrato era composto principalmente por areia, o aumento do volume de água deixou apenas o local mais homogêneo, sendo composto por rio corrente com fundo de areia.

O presente estudo revelou a presença de 61 espécies de peixes. A captura foi considerada bastante satisfatória e a alta riqueza encontrada frente a outros estudos ocorreu devido à amplitude do gradiente amostrado e à utilização dos diversificados aparelhos de pesca.

Variações espaciais nos índices de diversidade, equitabilidade e riqueza de espécies seguiram o padrão encontrado para a diversidade de hábitat, com um aumento do ponto 1 para o ponto 3 e posterior diminuição nos pontos seguintes. No entanto, somente para os pontos 1, 2 e 3 foi detectada diferença significativa para esses índices, com um aumento destes proporcional ao aumento do volume de água.

O efeito temporal foi significativo para os índices de diversidade e riqueza somente para os pontos de cabeceira, indicando apenas uma pequena movimentação das espécies com o aumento do volume de água. Para os demais pontos pode-se sugerir que a comunidade desse riacho é bastante estável, com a maioria das espécies residentes, compatível ao pequeno porte destas e ao ambiente restrito no qual vivem.

O gradiente ambiental foi novamente detectado pela análise de similaridade, que indicou que locais mais próximos foram mais semelhantes. Os pontos de menor ordem foram agrupados, sendo configurados como ambientes de cabeceira, sendo destacados dos pontos 4 e 5, que se caracterizaram como trechos de médio-baixo curso.

Quanto à constância, as maiores porcentagens de espécies constantes se encontraram nos trechos de menor ordem, confirmando a tendência de que ambientes mais restritos, como os de cabeceiras, são habitadas principalmente por espécies residentes, que completam todo o seu ciclo de vida no mesmo ambiente, estando altamente adaptadas.

Characidium aff. *zebra*, *Hypostomus strigaticeps* e *H. ancistroides* foram espécies constantes em todo o riacho. Sendo assim, apesar dos diferentes ambientes encontrados ao longo do gradiente, estes apresentaram características em comum, como águas claras e fundos diversificados,

principalmente compostos por rochas e areia, permitindo a colonização destas espécies em toda a extensão.

As diferentes espécies do gênero *Astyanax* mostraram-se bem adaptadas, visto que estiveram presentes ao longo de todo o gradiente, sendo algumas restritas à região de cabeceira, outras à trechos intermediários, algumas à trechos de médio-baixo cursos e uma delas distribuída por todo riacho.

Cinco espécies mostram-se exclusivas de cabeceira, ocorrendo apenas nos três primeiros pontos, sendo elas *Trichomycterus* sp1, *Bryconamericus turiuba*, *A. scabripinnis paranae*, *Apareiodon ibitiensis*, *Imparfinis borodini*.

Quando o peso, a frequência e o número de indivíduos foram considerados, espécies descritoras dos ambientes puderam ser destacadas. *Hypostomus strigaticeps*, *Characidium* aff. *zebra*, *Apareiodon ibitiensis* e *Trichomycterus* sp1 foram as representantes do ambiente de cabeceira e *Hypostomus strigaticeps*, *Astyanax altiparanae* e *H. ancistroides* as dos trechos de transição e médio-baixo curso do rio Passa Cinco.

As curvas ABC revelaram um dado bastante interessante que merece estudos aprofundados da biologia e ecologia das espécies mais abundantes. A maior importância observada no ponto 1 de número de indivíduos frente a biomassa indica que uma mesma espécie pode adotar diferentes estratégias alterando a fecundidade e a taxa de crescimento em função do ambiente. Essas alterações, em um curto espaço, indicam a alta capacidade adquirida por essas espécies de riacho de se adaptarem rapidamente às mais diversas flutuações que o ambiente as impõem, demonstrando, com isso, um alto grau de resiliência, que parece ser uma característica comum adotada por espécies que habitam riachos.

O próximo passo a ser realizado com relação as espécies de peixes do rio Passa Cinco será cruzar os dados de biologia populacional (RONDINELLI, 2007) com os dados de comunidade aqui apresentados, afim de melhor compreender a dinâmica das comunidades de peixe de riachos.

7. Referências

- ABES, S.S. & AGOSTINHO, A.A. 2001. Spatial patterns and fish distribution and structure of the ichthyocenosis in the Água Nancy stream, upper Paraná River basin, Brazil. **Hidrobyologia**, v. 445, p. 217-227.
- ALLAN, J.D. 1997. **Stream Ecology**: structure and function of running water. New York: Chapman & Hall, 338p.
- ANDRADE, P.M. 2004. **Distribuição, dieta e ecomorfologia das espécies de peixes no sistema do ribeirão Grande, no município de Pindamonhangaba, SP**. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas – Zoologia) – Instituto de Biociências – Unesp, Rio Claro.
- ANGERMEIER, P.L. & KARR, J.R. 1983. Fish communities along environmental gradients in a system of tropical streams. **Environ. Biol. Fishes**, v. 9, n. 2, p. 117-35.
- ARANHA, J.M.R. 2000. **A influência da instabilidade ambiental na composição e estrutura trófica da ictiofauna de dois riachos da bacia do Leste, Paraná, Brasil**. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- BALLESTER, M.V.R. 1997. Projeto Piracema: Estudos na Bacia do Rio Corumbataí. In: Nassif, A.M.A.; Silva, E.R.; Merli, G.L.; Mendes, J.C.; Freixedas, V.; Viadana, V.M. (Eds.) **Recuperação Florestal e Desenvolvimento Sustentável na Bacia do Rio Corumbataí**. Piracicaba: SEMAE.
- BARRELLA, W., PETRERE, M., SMITH, W.S. & MONTAG, L.F.A. 2001. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes, p. 187-208. In: R.R. Rodrigues & H.F. Leitão-Filho (Eds.) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo, EDUSP, 320p.
- BARRETTO, M.G. & UIEDA, V.S. 1998. Influence of the abiotic factors on the ichthyofauna composition in different orders stretches of Capivara river, SP, Brazil. **Verh. Internat. Verein. Limnol.**, v. 26, p. 2180-2183.
- BENEDITO-CECÍLIO, E., MINTE-VERA, C.V., ZAWADZKI, C.H., PAVANELLI, C.S., RODRIGUES, F.H.G. & GIMENES, M. F. 2004. Ichthyofauna from the Emas National Park Region: composition and structure. **Braz. J. Biol.**, v. 64, n. 3a, p. 371-382.

BENNEMANN, S.T., GEALH, A.M., ORSI, M.L. & SOUZA, L.M. 2005. Ocorrência e ecologia trófica de quatro espécies de *Astyanax* (Characidae) em diferentes rios da bacia do rio Tibagi, Paraná, Brasil. **Iheringia**, Sér. Zool., v. 95, n. 3, p. 247-254.

BRAGA, F.M.S. 2004. Hábitat, distribuição e aspectos adaptativos de peixes da microbacia do Ribeirão Grande, Estado de São Paulo, Brasil. **Acta Scientiarum**, v. 26, p. 31-36.

BRAGA, F.M.S. & ANDRADE, P.M. 2005. Distribuição de peixes na microbacia do Ribeirão Grande, Serra da Mantiqueira Oriental, São Paulo, Brasil. **Iheringia**, v. 95, n. 2, p. 121-126.

BRITSKI, H.A. 1972. Peixes de água doce do estado de São Paulo – Sistemática, p. 79-108. In: Comissão interestadual da bacia Paraná-Uruguay. **Poluição e piscicultura, notas sobre ictiologia, poluição e piscicultura**. São Paulo, FSPUSP e Instituto de Pesca, 216p.

BUCKUP, P.A. & REIS, R.E. 1997. Characidiin genus *Characidium* (Teleostei, Characiformes) in Southern Brazil, with description of three new species. **Copeia**, v. 3, p. 351-548.

CARAMASCHI, E.P. 1986. **Distribuição da ictiofauna de riachos das bacias do Tietê e do Paranapanema, junto ao divisor de águas (Botucatu, SP)**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos.

CARMASSI, A.L. 2005. **Aspectos da estrutura da população, reprodução, alimentação e fator de condição de *Astyanax altiparanae* na bacia do rio Corumbataí**, 2005. Trabalho de Conclusão de Curso em Ciências Biológicas – Instituto de Biociências, Unesp, Rio Claro.

CARMASSI, A.L., SILVA, A.T., RONDINELI, G.R. & BRAGA, F.M.S. 2008. Biologia populacional de *Cyphocarax modestus* (Osteichthyes, Curimatidae) no córrego Ribeirão Claro, município de Rio Claro (SP). **Biota Neotropica**, v. 8, n. 1, p. 109-114.

CASATTI, L. 2002. Alimentação dos peixes em um riacho do Parque Estadual Morro do Diabo, bacia do Alto rio Paraná, sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 2, n. 2, p. 1-14.

CASATTI, L. 2005. Fish assemblage structure in a first order stream, southeastern Brazil: longitudinal distribution, seasonality, and microhabitat diversity. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 5, n. 1, p: 1-9.

CASATTI, L. & CASTRO, R.M.C. 1998. Fish community of the São Francisco river headwaters riffles, southeastern Brazil. **Ichthyological Exploration of Freshwaters**, v. 9, n. 3, p. 229-242.

CASATTI, L., LANGEANI, F. & CASTRO, R.M.C. 2001. Peixes de riacho do Parque Estadual Morro do Diabo, bacia do Alto Rio Paraná, São Paulo. **Biota Neotropica**, v. 1, n. ½, p. 1-15.

CASTRO, R.M. 1999. Evolução da ictiofauna de riachos sul-americanos: padrões gerais e possíveis processos causais. In: **Ecologia de peixes de riachos: estado atual e perspectivas**. E.P. Caramaschi, R. Mazzoni, C.R.S.F. Bizerril & P.R. Peres-Neto (Eds.). Série Oecologia Brasiliensis, v. 6, PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro, p. 139-155.

CASTRO, R.M.C., CASATTI, L., SANTOS, H.F., FERREIRA, K.M., RIBEIRO, A.C., BENINE, R.C., DARDIS, G.Z.P., MELO, A.L.A., STOPIGLIA, R., ABREU, R.X., BOCKMANN, F.A., CARVALHO, M., GIBRAN, F.Z. & LIMA, F.C.T. 2003. Estrutura e composição da ictiofauna de riachos do rio Paranapanema, sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 3, n. 1, p. 1-31.

CASTRO, R.M.C., CASATTI, L., SANTOS, H.F., MELO, A.L.A., MARTINS, L.S.F., FERREIRA, K.M., GIBRAN, F.Z., BENINE, R.C., CARVALHO, M., RIBEIRO, A.C., ABREU, T.X., BOCKMANN, F.A., PELIÇÃO, G.Z., STOPIGLIA, R. & LANGEANI, F. 2004. Estrutura e composição da ictiofauna de riachos da bacia do rio Grande no Estado de São Paulo, Sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 4, n. 1, p. 1-39.

CETESB. 1984. **Qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo**. CETESB, 134p.

CETRA, M. 2003. **Caracterização das assembléias de peixes da bacia do rio Corumbataí**, 2003. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo.

COWEELL, R.K. 2006. **EstimateS**: statistical estimation of species richness and shared species from examples. Disponível em: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimateS>.

DAJOZ, R. 1978. **Ecologia geral**. 3ª ed. Petrópolis: Vozes, 474p.

FARIA, A.P. & MARQUES, J.S. 1999. O desaparecimento de pequenos riachos brasileiros. **Ciência Hoje**, v. 25, n. 146, p. 57-61.

FERREIRA, C.P. & CASATTI, L. 2006. Influência da estrutura do hábitat sobre a ictiofauna de um riacho em uma microbacia de pastagem, São Paulo, Brasil. **Rev. Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 3, p. 642-651.

FERREIRA, F.C. 2004. **Efeito da poluição sobre as comunidades de peixes nas fases larval e adulta do Ribeirão Claro – SP, durante o período reprodutivo**. Trabalho de Conclusão de Curso em Ciências Biológicas – Instituto de Biociências, Unesp, Rio Claro.

FERREIRA, F.C. 2007. **Ictiofauna de riachos na planície costeira da bacia do rio Itanhaém, litoral sul de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas – Zoologia) – Instituto de Biociências – Unesp, Rio Claro, 126p.

FRAGOSO, E.N. 2005. **Ictiofauna da microbacia do córrego da Lapa, bacia do Alto Paraná, Itirapina/Ipeúna, SP, 2005**. Tese (Doutorado em Ciências – Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

GARCIA, GJ., HEBERT, HD., PERINOTTO, JAJ. & CASTRO, JFM. 2004. (eds) **Atlas ambiental da bacia do rio Corumbataí**. Acesso em: 13 de março 2004. Web site: www.rc.unesp.br.

GARUTTI, V. & BRITISKI, H.A. 2000. Descrição de uma nova espécie de *Astyanax* (Teleostei: Characidae) da bacia do Alto rio Paraná e considerações sobre as demais espécies do gênero na bacia. **Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia**, Série Zoologia, v. 13, p. 65-88.

GARUTTI, V. 1988. Distribuição longitudinal da ictiofauna em um córrego da região noroeste do estado de São Paulo, bacia do rio Paraná. **Rev. Bras. Biol.**, v. 48, n.4, p. 745-59.

GERHARD, P. 2005. **Comunidades de peixes de riachos em função da paisagem da bacia do rio Corumbataí, Estado de São Paulo, 2005**. Tese (Doutorado em ecologia de Agroecossistemas) – Universidade de São Paulo, Piracicaba.

GERHARD, P., MORAES, R. & MOLANDER, S. 2004. Stream fish communities and their associations to habitat variables in a rain forest reserve in southeastern Brazil. **Environmental Biology of Fishes**, v. 71, p. 321-340.

GILLIAM, J.F., FRASER, D.F. & ALKINS-KOO, M. 1993. Structure of a tropical stream fish community: a role for biotic interactions. **Ecology**, v.74, p. 1856-1870.

GOMIERO, L.M. 2003. **Estudo biológico das populações de peixes na área de proteção ambiental das cuestas de São Pedro e Analândia (SP)**, 2003. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas – Zoologia) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo.

GOMIERO, L.M. & BRAGA, F.M.S. 2006. Diversity of the ichthyofauna in the Serra do Mar State Park – Núcleo Santa Virgínia, São Paulo state, Brazil. **Acta Scientiarum**, v. 28, n. 3, p. 213-218.

GORDON, N.D., McMAHON, T.A. & FINLAYSON, B.L. 1995. **Stream hydrology: an introduction for ecologists**. Chichester: John Wiley & Sons, 526p.

GORMAN, O.T. & KARR, J.R. 1978. Habitat structure and stream fish communities. **Ecology**, v. 59, n. 3, p. 507-515.

GUERESCHI, R.M. & FONSECA-GESSNER, A.A. 1999. Análise de algumas variáveis físicas e químicas da água e do sedimento de três córregos da Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antonio, SP, Brasil. In: **Resumos do Congresso Brasileiro de Limnologia**, UFSC/SBL, Florianópolis, v.1, p.25.

JACKSON, D.A., PERES-NETO, P.R. & OLDEN, J.D. 2001. What controls who is where in freshwater fish communities – the roles of biotic, abiotic and spatial factors. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 58, p. 157-170.

JUNK, W.J., BAYLEY, P.B. & SPARKS, R.E. 1989. The flood pulse concept in River Floodplains Systems. **Canadian Special Publication Fisheries and Aquatic Science**, v. 106, p. 110-127.

KOFFLER, N.F. 1994. Carta de declividade da bacia do Rio Corumbataí para análise digital (SIG). **Geografia**, p. 167-182.

LANGANI, F., CASTRO, R.M.C., OYAKAWA, O.T., SHIBATTA, O.A., PAVANELLI, C.S. & CASATTI, L. 2007. Diversidade da ictiofauna do Alto Rio Paraná: composição atual e perspectivas futuras. **Biota Neotropica**, v. 7, n. 3, p. 181-197.

LEMES, E.M. & GARUTTI, V. 2002. Ecologia da ictiofauna de um córrego de cabeceira da bacia do Alto rio Paraná, Brasil. **Iheringia**, Ser, Zoologia, v. 92, n. 3, p. 69-78.

LOWE-McCONNELL, R.H. 1999. **Estudos ecológicos em comunidades de peixes tropicais**. São Paulo: Editora USP, 535p.

MAGURRAN, A.E. 2004. **Measuring biological diversity**. Blackwell, London.

MATTHEWS, W. J. 1998. **Patterns in freshwater fish ecology**. Chapman & Hall: New York.

MATTHEWS, W.J. & STYRON, J.T. 1981. Tolerance of headwater vs. mainstream fishes for abrupt physicochemical changes. **American Midland Naturalist**, v. 105, p. 149-158.

MAZZONI, R. 1998. **Estrutura das comunidades e produção de peixes de um sistema fluvial costeiro de Mata Atlântica, rio de Janeiro**. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, 100p.

MAZZONI, R. & LOBÓN-CERVIÁ, J. 2000. Longitudinal structure, density and production rates of a neotropical stream fish assemblage: the river Ubatiba in the Serra do Mar, southeast Brazil. **Ecography**, v.23, p. 588–602.

MONTAG, L. F. A.; SMITH, W. S.; BARRELLA, W. & PETRERE, M. 1997. As influências e as relações das matas ciliares nas comunidades de peixes do estado de São Paulo. **Rev. Brasil. Ecolgia**, v. 1, p. 76-80.

MORAES, A. J. 2001. **Manual para avaliação da qualidade da água**. São Carlos: RIMA.

NEILL, C., DEGAN, L.A., THOMAS, S.M. & CERRI, C.C. 2001. Deforestation for pasture alters nitrogen and phosphorus in small Amazonian stream. **Ecological Applications**, v. 11, n. 6, p. 1817-1828.

PALMA-SILVA, G.M. 1999. **Diagnóstico ambiental, qualidade de água e índice de depuração do Rio Corumbataí (SP)**, 1999. Dissertação (Mestrado em Gestão Integrada de Recursos) – Universidade Estadual Paulista.

PAVANELLI, C.S. & CARAMASCHI, E.P. 2003. Temporal and spatial distribution of the ichthyofauna in two streams of the upper Paraná basin. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 46, p. 271-280.

PERES-NETO, P.R. 1995. **Estrutura de comunidades de peixes ao longo de um gradiente lótico de um rio costeiro do leste brasileiro (rio Macacu, RJ)**. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Instituto de Biologia – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 87p.

PETRY, A.C. & SCHULZ, U.H. 2006. Longitudinal changes and indicator species of the fish fauna in the subtropical Sinos River, Brazil. **Journal of Fish Biology**, v. 69, p. 272-290.

PROJETO CORUMBATAÍ. 2001. **Plano diretor: conservação dos recursos hídricos por meio da recuperação e da conservação da cobertura florestal da bacia do rio Corumbataí**. Relatório Técnico do IPEF, Piracicaba, 301p.

QUINN, G.P. & KEOUGH, M.J. 2002. **Experimental design and data analysis for biologists**. Cambridge: Cambridge University Press, 2002.

RONDINELI, G. R. 2007. **Biologia alimentar e reprodutiva na comunidade de peixes do rio Passa Cinco (SP)**. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas – Zoologia) – Instituto de Biociências, Unesp, Rio Claro.

SANTOS, A.T.B. 2005. **Estudo da comunidade de peixes no Ribeirão Claro, Rio Claro – SP**. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas – Zoologia) – Instituto de Biociências – Unesp, Rio Claro, 169p.

SCHAEFER, S.A. 1998. Conflict and resolution: Impact of new taxa and phylogenetic studies of the neotropical cascudinhos (Siluroidei: Loricariidae). In: MALABARBA, L. R.; REIS, R. E.; VARI, R. P.; LUCENA, Z. M. S. & LUCENA, C. A. S. (Eds). **Phylogeny and classification of neotropical fishes**. Porto Alegre: EDIPUCRS.

SCHMIDT-NIELSEN, K. 2002. **Fisiologia Animal: adaptação e meio ambiente**. Livraria Santos, São Paulo, 611p.

SHIBATTA, O.A., GEALH, A.M. & BENNEMANN, S.T. 2007. Ictiofauna dos trechos alto e médio da bacia do rio Tibagi, Paraná, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 7, n. 2, p. 125-134.

SILVANO, R.A.M., AMARAL, B.D. & OYAKAWA, O.T. 2000. Spatial and temporal patterns of diversity and distribution of the Upper Juru'a River fish community (Brazilian Amazon). **Environmental Biology of Fishes**, v. 57, p. 25–35.

SUARÉZ, Y. R. & PETRERE, M. 2003. Associação de espécies de peixes em ambientes lóticos da bacia do rio Iguatemi, Estado de Mato Grosso do Sul. **Acta Scientiarum**, v. 25, n. 2, p. 361-367.

SÚAREZ, Y.R. & PETRERE, M. 2005. Organização das assembléias de peixes em riachos da bacia do rio Iguatemi, estado do Mato Grosso do Sul. **Acta Scientiarum**, v. 27, n. 2, p. 161-167.

TEJERINA-GARRO, F.L., FORTINI, R. & RODRIGUEZ, M.A. 1998. Fish community structure in relation to environmental variation in floodplain lakes of the Araguaia river, Amazon Basin. **Environmental Biology of Fishes**, v. 51, p. 399-410.

TOKESHI, M. 1993. Species abundance patterns and community structure. **Advances in ecological research**, n. 24, p. 111-186.

TROPMAIR, H. 1975. Regiões ecológicas do Estado de São Paulo. **Biogeografia**, São Paulo, v. 10, p. 1-24.

TROPMAIR, H. 1992. Rio Corumbataí – características naturais. In: Semana de debates sobre recursos hídricos e meio ambiente. **Atlas Piracicaba**, Consórcio Intermunicipal das bacias do rio Piracicaba e Capivari DAAE, FUNDAP.

UIEDA, V. S. & UIEDA, W. 2001. Species composition and spatial distribution of a stream fish assemblage in the east coast of Brazil: comparasion of two field study methodologies. **Braz. J. Biol.**, v. 1, n. 3, p. 377-388.

UIEDA, V.S. & BARRETO, M.G. 1999. Composição da ictiofauna de quatro trechos de diferentes ordens do rio capivara, Bacia do Tietê, Botucatu, São Paulo. **Rev. Bras. Zoociências**, Juíz de Fora, v. 1, n. 1, p. 55-67.

UIEDA, V.S. 1984. Ocorrência e distribuição dos peixes em um riacho de água doce. **Rev. Bras. Biol.**, v. 44, n. 2, p. 203-213.

VALENTE, R.O.A. 2001. **Análise da estrutura da paisagem na bacia do rio Corumbataí, SP.** 2001. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

VANNOTE, R.L., MINSHALL, G.W., CUMMINS, K.W., SEDELL, J.R. & CUSHING, C.E. 1980. The river continuum concept. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences.** V. 37, p. 130-137.

VIADANA, A.G. 1992. **Perfis ictiobiogeográficos da bacia do rio Corumbataí (SP).** 1992. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas – Universidade de São Paulo, São Paulo.

ZAINE, M.F. & PERINOTTO, J.A. 1996. **Patrimônios naturais e história geológica da região de Rio Claro – SP.** Rio Claro: Câmara Municipal de Rio Claro; Arquivo Público e Histórico do Município de Rio Claro.