



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
MUSEU PARAENSE EMILIO GOELDI  
EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS - PPGCA

**DANIELA DE FRANÇA BARROS**

**EFEITO DE BACIAS E DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS NA  
ESTRUTURA DE COMUNIDADES DE PEIXES DE  
IGARAPÉS NA REGIÃO DO INTERFLÚVIO MADEIRA-  
PURUS**

**BELÉM - PA  
2008**

**DANIELA DE FRANÇA BARROS**

**EFEITO DE BACIAS E DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS NA  
ESTRUTURA DE COMUNIDADES DE PEIXES DE  
IGARAPÉS NA REGIÃO DO INTERFLÚVIO MADEIRA-  
PURUS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará em convênio com EMBRAPA-Amazônia Oriental e Museu Paraense Emílio Goeldi, para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Ambientais.  
Área de Concentração: Ecossistemas e Uso da Terra.

Orientadora: Prof. Dr<sup>a</sup>. Ana Luisa Kerti Mangabeira Albernaz  
Co-Orientadora: Prof. Dr. Jansen Alfredo Sampaio Zuanon

**BELÉM - PA  
2008**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação(CIP)  
Biblioteca Geól. Rdº Montenegro G. de Montalvão

---

Barros, Daniela de França

B277e Efeito de bacias e de variáveis ambientais na estrutura de comunidades de peixes de igarapés na região do interflúvio Madeira-Purus . / Daniela de França Barros. – 2008

72 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Museu Emílio Goeldi e EMBRAPA, Belém, 2008.

Orientadora, Ana Luisa Kerti Mangabeira Albernaz; Co-Orientador, Jansen Alfredo Sampaio Zuanon

1. Estrutura da comunidade. 2. Peixes. 3. Igarapés. 4. Amazônia. I. Universidade Federal do Pará II. Albernaz, Ana Luisa Kerti Mangabeira, Orient. III. Zuanon, Jansen Alfredo Sampaio, Co-orient. IV. Título.

CDD 20º ed.:597.09811

---

**DANIELA DE FRANÇA BARROS**

**EFEITO DE BACIAS E DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS NA  
ESTRUTURA DE COMUNIDADES DE PEIXES DE  
IGARAPÉS NA REGIÃO DO INTERFLÚVIO MADEIRA-  
PURUS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará em convênio com EMBRAPA-Amazônia Oriental e Museu Paraense Emílio Goeldi, para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Ambientais.

**Data de Aprovação:** \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

**Conceito:**

**Banca Examinadora:**

---

Prof<sup>a</sup>. Ana Luisa Kerti Mangabeira Albernaz -  
Orientadora  
Doutora em Biologia (Ecologia)  
Museu Paraense Emílio Goeldi

---

Prof<sup>a</sup>. Flávia Lucena Fredóu - Membro  
Doutora em Modelagem  
Universidade Federal do Pará

---

Prof. José Souto Rosa Filho - Membro  
Doutor em Oceanografia Biológica  
Universidade Federal do Pará

---

Prof<sup>a</sup>. Maria Aurora Santos da Mota - Membro  
Doutora em Meteorologia  
Universidade Federal do Pará

*A minha mãe, Dalva,  
ao meu “princeso” Marcelo Alvino,  
aos meus irmãos, David e Débora,  
a minha sobrinha, Jessica,  
pelo incentivo, carinho e amor.*

## AGRADECIMENTOS

Desejo em primeiro lugar agradecer à minha mãe, Dalva Lúcia, por ter sempre confiado em mim, sempre me incentivando e me dando força para nunca desistir dos meus objetivos e pelo seu amor incondicional. A ela com todo meu amor, muito obrigada.

Ao Marcelo Alvino, meu amor, meu companheiro, meu amigo, por sempre me fazer acreditar que todo o esforço que faço hoje pra crescer profissionalmente vai valer a pena.

Aos meus irmãos David e Débora, e minha sobrinha Jessica, pelo incentivo, em qualquer que fosse minha decisão.

Em especial a minha orientadora Dr<sup>a</sup>. Ana Albernaz, primeiro pela grande oportunidade de ser sua orientanda, segundo pela confiança, pela enorme paciência e principalmente pelos preciosos ensinamentos, que muito contribuíram para o meu crescimento, enquanto pesquisadora.

Ao meu co-orientador Dr. Jansen Zuanon, pela confiança, paciência e pelo auxílio na identificação dos peixes.

Ao projeto GEOMA, pelo suporte financeiro e logístico aos trabalhos de campo e de laboratório.

Ao Instituto de Educação do Brasil - programa BECA, pelo auxílio financeiro, através da concessão de bolsa de mestrado.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, pela oportunidade e pelo aprendizado.

Á todos que participaram do Projeto GEOMA nas duas expedições, em especial a Thaise, Regiane, Laura, Vivi e Mário.

À equipe de peixes (Aires, André, Ariana, Alessandra, Fernando e Helder), pela ajuda no trabalho de campo, pelos momentos de descontração e pela amizade.

Ao André, Fernando e Helder, pelo auxílio na identificação dos peixes.

À Adria e Luanaluz, pela ajuda na triagem dos peixes.

Ao Fernando e a Alessandra, por terem me hospedado em sua casa. Vocês são incríveis.

Ao Dr. Marcelo Torres, pelo incentivo à pesquisa, apoio e amizade, desde minha graduação.

À turma 2006 do PPGCA, em especial as minhas amigas Cibelle, Eliete, Harumi, Lívia e Joelma, pela amizade e momentos de descontração.

Ao meu amigo Bruno, pela amizade e apoio nos momentos precisos na finalização deste trabalho.

A Márcia Figueiredo e ao Adnaldo por toda a dedicação, cuidado e apoio proporcionados no decorrer deste trabalho.

À todos da comunidade de Igapó-Açu, pela hospitalidade e simplicidade.

E a todos aqueles que contribuíram diretamente ou indiretamente para a elaboração deste trabalho.

*Muito obrigada!*

## RESUMO

Este trabalho teve como principal objetivo estudar a riqueza e a composição da ictiofauna de igarapés de cabeceiras da região do interflúvio Madeira-Purus, e investigar se as variações encontradas podem ser relacionadas às características ambientais e/ou as bacias de drenagem. Foram empreendidas duas campanhas de coletas com duração de aproximadamente 20 dias cada, entre os meses de abril a julho de 2007, totalizando 22 igarapés amostrados, pertencentes a cinco bacias diferentes. Os peixes foram capturados com puçás e pequena rede de arrasto. Nos mesmos locais e períodos de amostragem foram obtidos dados sobre as características estruturais dos igarapés e físico-químicas da água. Foram capturados 5509 exemplares de peixes, pertencentes a 86 espécies, 22 famílias e seis ordens. Characiformes foi o grupo taxonômico mais diversificado seguido de Gymnotiformes e Siluriformes. A composição de espécies foi influenciada principalmente pela largura e profundidade do canal, vazão e tipo de substratos. A presença de ambientes distintos no entorno dos igarapés amostrados também contribuiu para as diferenças ictiofaunísticas encontradas. As bacias de drenagem tiveram forte efeito sobre as comunidades de peixes. Entretanto, os resultados obtidos não permitem afirmar, com segurança, se as diferenças na composição de espécies de peixes entre as bacias estão refletindo as condições históricas ou as diferenças nas condições ambientais.

**Palavras-chave:** Estrutura da comunidade. Peixes. Igarapés. Amazônia.



## ABSTRACT

The main objective of this study was to investigate the richness and composition of the fish fauna in headwaters of streams in the Madeira-Purus interfluvial region, and if they are related to environmental variables and / or watersheds. Data was collected along two field campaigns, lasting approximately 20 days each, between the months of April and July 2007. A total of 22 streams were sampled, belonging to five different watersheds. Fish were captured with hand nets and small seine nets. Information on the structural characteristics of the streams and physical-chemical of water was also obtained. A total of 5509 fish were captured, belonging to 86 species, 22 families and six orders. Characiformes was the most diversified taxonomic group, followed by Gymnotiformes and Siluriformes. The species composition was influenced mostly by the width and depth of the channel, discharge and substrate. The presence of different environments around creeks has also contributed to the differences in fish species composition. The watersheds had strong effect on communities of fish. However, the results cannot allow to assert with certainty if differences in fish composition among watersheds are reflecting historical effects or environmental conditions.

**Key-words:** Community structure. Fishes. Streams. Amazon.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** - Mapa da localização das bacias no interflúvio Madeira-Purus.....21
- Figura 2** - Localização dos pontos dos igarapés amostrados por bacias de drenagem (A = Bacia-1, B = Bacia-2 e Bacia-3, C = Bacia-4 e D = Bacia-5). .....24
- Figura 3** - Desenho esquemático da secção transversal ao igarapé e dos métodos de tomadas das variáveis ambientais. ....25
- Figura 4** - Equipamentos utilizados para a coleta da ictiofauna e disposição das redes de bloqueio nos igarapés. ....28
- Figura 5** - Representação gráfica dos dois primeiros eixos da Análise de Componentes Principais realizada com as medida das características estruturais e físico-químicas dos igarapés amostrados. ....36
- Figura 6** - Ordenação por Escalonamento Multidimensional Híbrido (HMDS) para os dados de abundância de espécies ( $\Delta$  = Bacia-1;  $\circ$  = Bacia-2;  $\square$  = Bacia-3;  $\diamond$  = Bacia-4 e X = Bacia-5). ....39
- Figura 7** - Distribuição das espécies ao longo da dimensão 1 da ordenação (HMDS1), para os dados de abundância (N = número total de exemplares para cada espécie).....40
- Figura 8** - Distribuição das espécies ao longo da dimensão 2 da ordenação (HMDS2), para os dados de abundância (N = número total de exemplares para cada espécie).....41
- Figura 9** - Ordenação por Escalonamento Multidimensional Híbrido (HMDS) para os dados de presença-ausência de espécies ( $\Delta$  = Bacia-1;  $\circ$  = Bacia-2;  $\square$  = Bacia-3;  $\diamond$  = Bacia-4 e X = Bacia-5). ....43

**Figura 10** - Distribuição das espécies ao longo da dimensão 1 da ordenação (HMDS1), para os dados de presença-ausência. Os valores de F após os nomes das espécies representam a frequência de ocorrência de cada espécie nos igarapés. ...44

**Figura 11** - Distribuição das espécies ao longo da dimensão 2 da ordenação (HMDS2), para os dados de presença-ausência. Os valores de F após os nomes das espécies representam a frequência de ocorrência de cada espécie nos igarapés. ...45

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Localização geográfica dos igarapés amostrados no interflúvio Madeira-Purus e a divisão de bacias, de acordo com o Plano Nacional de Recursos Hídricos (2003). .....22
- Tabela 2** - Valores obtidos (mínimo, máximo, com média  $\pm$  desvio padrão quando  $n \geq 3$ ) para as características ambientais dos igarapés por bacia de drenagem no interflúvio Madeira-Purus ( $n$  = número de igarapés amostrados). .....32
- Tabela 3** - Índice de diversidade ambiental de Shannon-Wiener ( $H'$ ), Equitabilidade ( $J'$ ) e Riqueza ( $R$ ) dos tipos de substratos amostrados em cada igarapé. ....34
- Tabela 4** - Relação das variáveis ambientais, com os três primeiros eixos criados pela Análise de Componentes Principais (PCA), com seus pesos canônicos (“loadings”) e porcentagem da variância explicada e acumulada. ....35

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
2	<b>OBJETIVOS</b> .....	19
2.1	OBJETIVO GERAL.....	19
2.1.1	<b>Objetivos específicos</b> .....	19
3	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	20
3.1	ÁREA DE ESTUDO.....	20
3.2	AMOSTRAGEM.....	23
3.2.1	<b>Características estruturais dos igarapés e físico-químicas da água..</b>	25
3.2.2	<b>Ictiofauna</b> .....	27
3.3	ANÁLISES DOS DADOS.....	28
4	<b>RESULTADOS</b> .....	31
4.1	CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E FÍSICO-QUÍMICAS DOS IGARAPÉS.....	31
4.2	COMPOSIÇÃO DA ICTIOFAUNA.....	37
4.3	COMPOSIÇÃO DA ICTIOFAUNA NOS IGARAPÉS AMOSTRADOS.....	38
4.3.1	<b>Dados de abundância de espécies</b> .....	38
4.3.2	<b>Dados de presença e ausência de espécies</b> .....	42
4.4	INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS E DAS BACIAS SOBRE A COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES.....	46
4.4.1	<b>Dados de abundância de espécies</b> .....	46
4.4.2	<b>Dados de presença e ausência de espécies</b> .....	47
5	<b>DISCUSSÃO</b> .....	48
5.1	VARIÁVEIS AMBIENTAIS NOS IGARAPÉS.....	48
5.2	COMPOSIÇÃO DA ICTIOFAUNA.....	49
5.3	INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS E DAS BACIAS SOBRE A COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES.....	54
6	<b>CONCLUSÕES</b> .....	57

<b>REFERÊNCIAS</b> .....	58
<b>ANEXOS</b> .....	65
<b>ANEXO A</b> - Valores de pH, temperatura (Temp.), condutividade elétrica (Condut.), oxigênio dissolvido (O <sub>2</sub> ), velocidade média da corrente (V <sub>m</sub> ), largura média do canal (Larg.), vazão média (vazão), profundidade média do canal (P_méd.), profundidade máxima média do canal (P_máx.), abertura do dossel (Dossel) e porcentagens de substratos medidos nos diferentes igarapés amostrados (AG = argila; AR = areia; LF = liteira fina; LT = liteira; RA = raiz; SX = seixo; TR = tronco; OUTROS = macrófita, limo, rocha, ferro bactéria e alga).....	66
<b>ANEXO B</b> - Composição da ictiofauna capturada nos igarapés do interflúvio Madeira-Purus em número de exemplares por bacia de drenagem, com sua abundância total (N), frequência relativa (FR %) e frequência de ocorrência nos igarapés em porcentagem (FO %).....	67

## 1 INTRODUÇÃO

O estudo de comunidades é uma área da ecologia que tem importância crucial para solucionar os problemas ambientais ao nível da biosfera. Isto se baseia no reconhecimento de que espécies não existem isoladas na natureza e interagem umas com as outras de maneiras diversas. As comunidades bióticas representam, por este motivo, o nível de organização biológica fundamental a ser considerado para se analisar questões ambientais em uma escala espacial ampla (KREBS, 1989).

A diversidade nas comunidades biológicas é uma função de vários processos que operam em múltiplas escalas de tempo e espaço (ANGERMEIER; WINSTON, 1998) e associados a fatores regionais e locais. Os processos em escala regional geralmente determinam o conjunto de espécies que podem ocorrer numa dada área geográfica, enquanto os processos em escala local geralmente limitam o número de espécies que efetivamente ocorrem dentro de espaços geográficos menores, como os habitats (RICKLEFS, 1987). A estrutura da comunidade local também é influenciada por fatores regionais e históricos (CORNNEL, 1993; RICKLEFS, 1987; RICKLEFS; SCHLUTER, 1993). Dentre esses fatores estão a especiação, a extinção e a dispersão, que podem vir a ditar o conjunto de espécies que potencialmente ocorrem em uma comunidade local (HOEINGHAUS; WINEMILLER; BIRNBAUM, 2007).

A região Neotropical, que abrange as Américas do Sul e Central, possui uma vasta diversidade de peixes dulcícolas (MENDONÇA, 2002), com quase 4.500 espécies já descritas e mais de 1.550 espécies ainda aguardando descrição científica (REIS; KULLANDER; FERRARIS JR., 2003). No entanto, Böhlke, Weitzman e Menezes (1978), estimaram que de 30 a 40 % do total das espécies ictíicas presentes somente na América do Sul ainda permanecem por serem descobertas, podendo chegar a um número final em torno de 5.000 espécies.

Na bacia amazônica, a diversidade e a riqueza de espécies das comunidades de peixes são reconhecidamente altas, resultantes principalmente da grande variedade de nichos ecológicos (LOWE-McCONNELL, 1987). De uma maneira geral, o que se sabe da ictiofauna Amazônica concentra-se em informações colhidas

geralmente nos trechos mais acessíveis do rio Amazonas e de seus principais afluentes, dando maior importância para as espécies de valor econômico na pesca comercial (BÖHLKE; WEITZMAN; MENEZES, 1978; RAPP-PY-DANIEL; LEÃO, 1991).

A região Amazônica possui a maior bacia hidrográfica do mundo, com cerca de 7.000.000 km<sup>2</sup> (SANTOS; FERREIRA, 1999), sendo famosa por possuir grandes rios e lagos; contudo, ela também contém incontáveis igarapés, que constituem uma das maiores e mais densas redes hidrológicas do planeta (SIOLI, 1984; THOMAS et al., 2004). Rios e riachos ou igarapés, denominados de ambientes lóticos, são caracterizados por um fluxo de água unidirecional da nascente à foz. Pelo fato de serem sistemas abertos, algumas de suas características se alteram ao longo de seu curso, as quais, por sua vez, exercem forte influência sobre a composição das comunidades bióticas (UIEDA; CASTRO, 1999).

De acordo com Castro (1999), a ictiofauna de riachos sul-americanos é composta principalmente por espécies de pequeno porte, que de modo geral possuem uma capacidade de deslocamento relativamente restrita dentro de grandes bacias hidrográficas. Segundo o mesmo autor, tal fato deve facilitar em muito a ocorrência de eventos de vicariância (separação geográfica) levando à multiplicação, por especiação em isolamento geográfico (alopátrica), de espécies de peixes de riachos caracterizados pela distribuição geográfica restrita, fazendo com que os riachos apresentem um alto grau de endemismo.

A maioria dos igarapés amazônicos apresenta águas pobres em nutrientes e alto grau de sombreamento, uma vez que as copas das árvores se fecham sobre os mesmos e impedem que a luz atinja a superfície da água. Assim, as plantas aquáticas são virtualmente inexistentes e as cadeias alimentares são dependentes do material alóctone da floresta, tais como pólen, flores, frutos, folhas, insetos e aranhas (LOWE-McCONNELL, 1999). Conforme Vannote et al. (1980), à medida que os riachos aumentam em direção à foz ocorre uma redução da importância do aporte de matéria orgânica terrestre, coincidindo com o aumento significativo da produção primária autóctone, o que caracteriza o conceito do rio contínuo.

Os processos longitudinais são de grande importância na definição da estrutura e do funcionamento das comunidades de peixes em igarapés (UIEDA; BARRETTO, 1999). No sentido montante-jusante, devido ao aumento do volume da



água, maior entrada de luz e diferenciação dos habitats, ocorrem a adição e a substituição de espécies (VANNOTE et al., 1980). Pequenos riachos ou igarapés de 1ª a 3ª ordem, na escala de Horton, modificado por Strahler (igarapés de 1ª ordem não contêm tributários, os igarapés de 2ª ordem são os que se originam da confluência de dois igarapés de 1ª ordem, os igarapés de 3ª ordem originam-se da confluência de dois igarapés de 2ª ordem, e assim sucessivamente; PETTS, 1994), abrigam conjuntos únicos de espécies e contribuem significativamente para a diversidade regional (SANTOS, 2007). Ademais, além das espécies residentes, outras espécies frequentemente visitam as áreas de cabeceiras em busca de abrigo, alimentação, reprodução e como área de criadouro (MEYER et al., 2007).

As cabeceiras de igarapés, por serem áreas de acesso custoso ou difícil, e também por possuírem mais espécies de peixes de pequeno porte (LOWE-McCONNELL, 1999), sem interesses para a alimentação humana, são ambientes pouco estudados. Porém, por ficarem isoladas entre si, são consideradas importantes para os processos de especiação e espera-se que haja diferenças da ictiofauna entre bacias adjacentes devido a esse isolamento. Além disso, as bacias podem ter processos geológicos distintos, influenciando as características físico-químicas da água.

No entanto, outros fatores também contribuem para regular a ocorrência e distribuição das espécies de peixes em riachos de pequeno porte. Tais fatores incluem características estruturais do habitat, como: tamanho do riacho (ANGERMEIER; KARR, 1984), velocidade da água (MENDONÇA; MAGNUSSON; ZUANON, 2005), profundidade (ANGERMEIER; KARR, 1984; MARTIN-SMITH, 1998) e diversidade de habitats (ANGERMEIER; SCHLOSSER, 1989; GORMAN; KARR, 1978), e interações ecológicas locais, como: predação e competição (GILLIAN; FRASER; ALKINS-KOO, 1993; JACSON; PERES-NETO; OLDEN, 2001).

As características físicas e químicas dos ambientes aquáticos também são importantes para a estruturação de comunidades ictíicas. De maneira geral, a ictiofauna responde tanto àqueles fatores como às interações bióticas, sendo, inclusive, difícil separar a atuação de ambos na distribuição das espécies de peixes. Segundo Rodriguez e Lewis (1997), a transparência da água é o fator mais importante na distribuição de espécies em ambientes lênticos amazônicos, principalmente por afetar as relações entre predadores e presas.

Para ambientes lóticos, Caramaschi<sup>1</sup> (1986 apud AGOSTINHO; JÚLIO JUNIOR, 1999), realizando coletas ao longo de riachos da bacia do rio Paraná, verificou que a distribuição das espécies nesses ambientes era determinada pelas interações dos fatores ambientais, dentre os quais se destacam o tamanho do rio e a disponibilidade de abrigo.

Segundo Martins (2000), a velocidade da água foi a única variável que demonstrou alguma correlação com a distribuição dos peixes estudados em igarapés de cabeceira do rio Urubu; entretanto Anjos (2005), estudando nove riachos na área das reservas do PDBFF (Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais, na região de Manaus), verificou que os padrões de composição e distribuição das espécies foram fortemente relacionados com as características morfométricas e hidráulicas do canal dos riachos.

Mendonça, Magnusson e Zuanon (2005), estudando a fauna ictífica da Reserva Ducke, na região de Manaus, observaram uma separação nítida entre comunidades de duas bacias hidrográficas contíguas, das quais uma drena para o Rio Negro e a outra para o Rio Solimões. Como as duas bacias diferiram em suas características físico-químicas, é difícil separar, nesse caso, os efeitos dessas variáveis daqueles fatores históricos, relacionados à formação das diferentes bacias.

Esses resultados denotam a necessidade de estudos adicionais para avaliar a importância relativa de características estruturais, físico-químicas e de bacias hidrográficas nos padrões de distribuição da fauna ictífica, a fim de que se possa traçar melhores estratégias de conservação deste importante grupo de organismos.

O interflúvio Madeira-Purus é uma das regiões amazônicas mais intactas, menos estudadas e menos protegidas em unidades de conservação. Além disso, tem um alto potencial de conter espécies novas e endêmicas. As políticas de desenvolvimento previstas e planejadas pelo Governo Federal para a Amazônia, como a abertura e pavimentação de estradas, hidrovias, construção de hidrelétricas e gasodutos (FEARNSIDE; GRAÇA), subestimam os impactos sócio-ambientais, como ocupação humana desordenada, poluição e desmatamento, os quais não são levados em consideração na hora da implantação dessas ações. Além disso, a

---

<sup>1</sup>CARAMASCHI, E. P. *Distribuição da ictiofauna de riachos das bacias do Tietê e do Parapanema, juntos ao divisor de águas (Botucatu, SP)*. 1986. 245 p. Tese (Doutorado), Universidade Federal de São Carlos, 1986.

abrangência geográfica dessas ações causará a destruição de habitats naturais, que podem intensificar processos de fragmentação florestal e criar vias de introdução de espécies invasoras, causando graves ameaças para o ambiente aquático e terrestre.

Os ambientes aquáticos, por serem menos conhecidos que os terrestres, são menos contemplados nas estratégias para a conservação. No entanto, os peixes representam uma parcela significativa da biota e as alterações em suas comunidades podem contribuir para avaliar a extensão das alterações no entorno. Ademais, acredita-se que a proteção de cabeceiras seja essencial para a manutenção de uma grande parcela da diversidade de espécies de peixes (BARTHEM, 2001). Böhlke, Weitzman e Menezes (1978) já enfatizavam a importância de se estudar áreas de endemismo supostamente elevado, como as cabeceiras de rios.

Este estudo tem como objetivo estudar a riqueza e a composição da ictiofauna de igarapés de pequena ordem no interflúvio Madeira-Purus, verificando se as variações encontradas podem ser relacionadas às variáveis ambientais e/ou a bacias. Caso as bacias se confirmem como unidades importantes na manutenção da fauna ictífica, será reforçada a proposta de incluir maior representatividade das bacias nas estratégias para a conservação da região.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Investigar o efeito de bacias hidrográficas e de variáveis estruturais e físico-químicas da água sobre a estrutura de comunidades de peixes de igarapés no interflúvio Madeira-Purus.

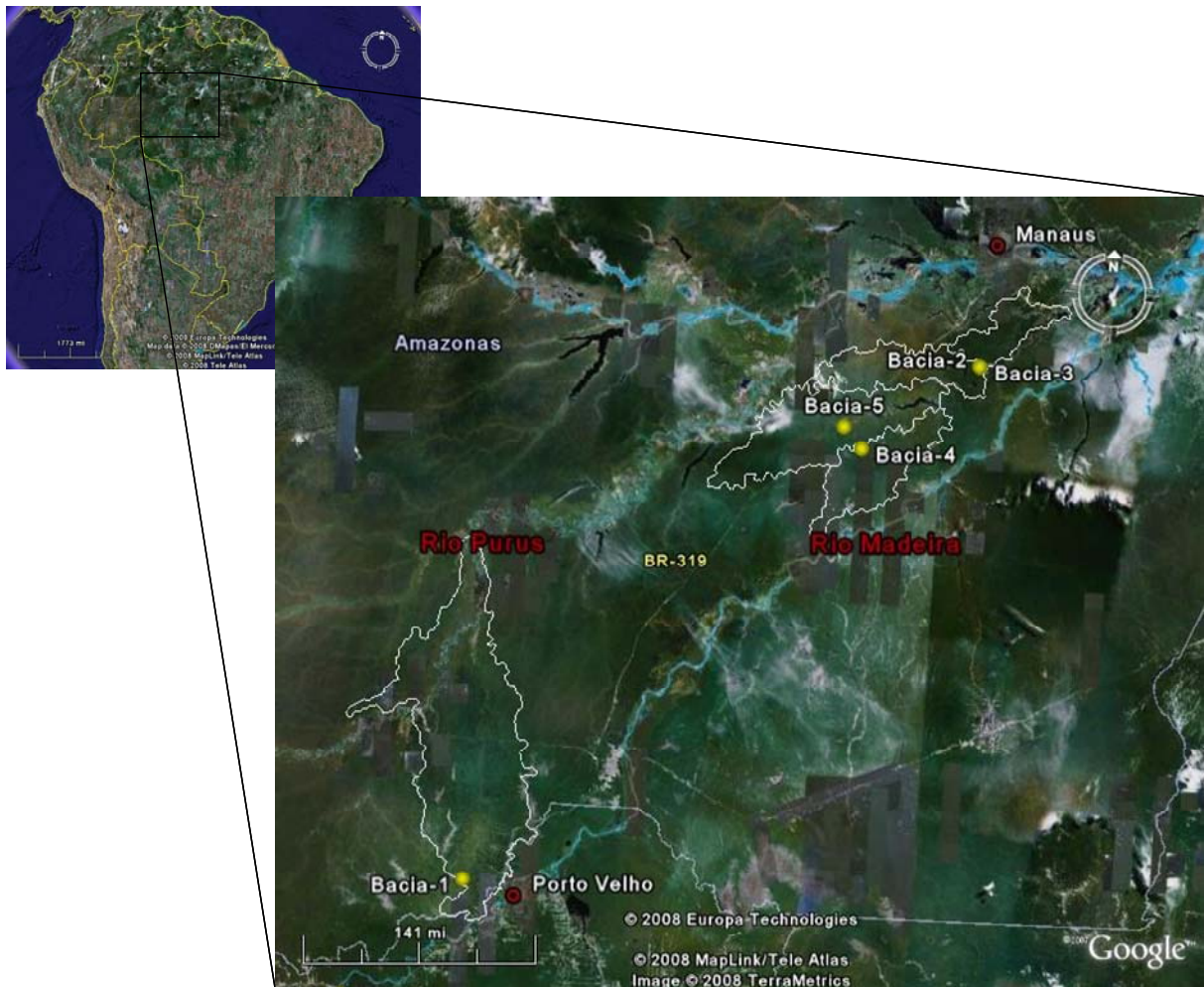
#### 2.1.1 Objetivos específicos

- a) Caracterizar a fauna ictífica de igarapés no interflúvio Madeira-Purus;
- b) Determinar como a estrutura das comunidades de peixes varia em função das características estruturais dos igarapés e físico-químicas da água;
- c) Verificar se há variação na ictiofauna de igarapés de diferentes bacias, independente de variações estruturais e/ou físico-químicas;

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado na área de entorno da rodovia BR-319 (que liga Manaus a Porto Velho), no interflúvio dos rios Madeira e Purus. Por razões logísticas e de características fitofisionômicas, duas áreas focais foram selecionadas: uma na parte sul do interflúvio, à esquerda da rodovia (próximo a Porto Velho) e outra na parte norte do interflúvio, à direita da rodovia (próximo ao município de Careiro/Castanho). Com base no mapa de bacias de nível 4 do Plano Nacional de Recursos Hídricos (2003), os igarapés amostrados pertencem a cinco bacias distintas, na parte sul do interflúvio, todos os igarapés estavam em uma mesma bacia, enquanto na parte norte do interflúvio foram amostrados igarapés de quatro bacias diferentes (Figura 1). A localização geográfica de cada um dos igarapés amostrados e a divisão de bacias, de acordo com o Plano Nacional de Recursos Hídricos (2003) são apresentadas na Tabela 1. Toda vez que se mencionar bacia ao longo do texto estará se referindo a essas bacias de nível quatro do Plano Nacional de Recursos Hídricos (2003).



**Figura 1** - Mapa da localização das bacias no interflúvio Madeira-Purus.

Fonte: Google Earth (2008).

**Tabela 1** - Localização geográfica dos igarapés amostrados no interflúvio Madeira-Purus e a divisão de bacias, de acordo com o Plano Nacional de Recursos Hídricos (2003).

<b>Bacia</b>	<b>Igarapé</b>	<b>Latitude (S)</b>	<b>Longitude (W)</b>
<b>Bacia-1</b>	B1-01	08,65464	64,36732
	B1-02	08,62705	64,37228
	B1-03	08,62150	64,37337
	B1-04	08,61653	64,37453
	B1-05	08,67588	64,36375
	B1-06	08,68126	64,34756
	B1-07	08,67881	64,35653
	B1-08	08,66866	64,34768
	B1-09	08,65247	64,35941
	B1-10	08,66543	64,32198
	B1-11	08,67434	64,30994
<b>Bacia-2</b>	B2-01	04,15669	60,14452
	B2-02	04,16374	60,14769
<b>Bacia-3</b>	B3-01	04,15982	60,13805
	B3-02	04,15797	60,13573
<b>Bacia-4</b>	B4-01	04,91023	61,11546
	B4-02	04,90538	61,12005
	B4-03	04,90748	61,11251
<b>Bacia-5</b>	B5-01	04,72799	61,27896
	B5-02	04,69174	61,30878
	B5-03	04,70179	61,27042
	B5-04	04,69660	61,29686

A maior parte da região ocorre em sedimentos da Formação Solimões, cuja datação é plioleistocênica. O relevo insere-se nas unidades morfo-estruturais que constituem o “Planalto Rebaixado da Amazônia” (Ocidental), caracterizado por apresentar topografia plana com interflúvios tabulares e superfícies de aplainamento, embora na parte sul a topografia apresente blocos de relevo topograficamente mais elevados, como a Serra do Candomblé/Três Irmãos, no sul de Rondônia (RADAMBRASIL, 1978). O solo é principalmente do tipo Podzólico Vermelho Amarelo, ocorrendo também, com menor incidência, Latossolo Vermelho Amarelo, Latossolo Amarelo e Laterita Hidromórfica (RADAMBRASIL, 1978).

O clima da região é equatorial, quente e úmido, abrangendo os tipos climáticos Am, Af e Amw', segundo a classificação de Köppen (RADAMBRASIL, 1978). As temperaturas médias anuais apresentam variações limitadas pelas isotermas de 24 °C e 26 °C. O período chuvoso geralmente inicia-se em outubro, atingindo maiores índices nos meses de janeiro, fevereiro e março. A presença das chuvas marca-se na paisagem com a predominância da Floresta Tropical Densa e/ou Aberta (RADAMBRASIL, 1978).

### 3.2 AMOSTRAGEM

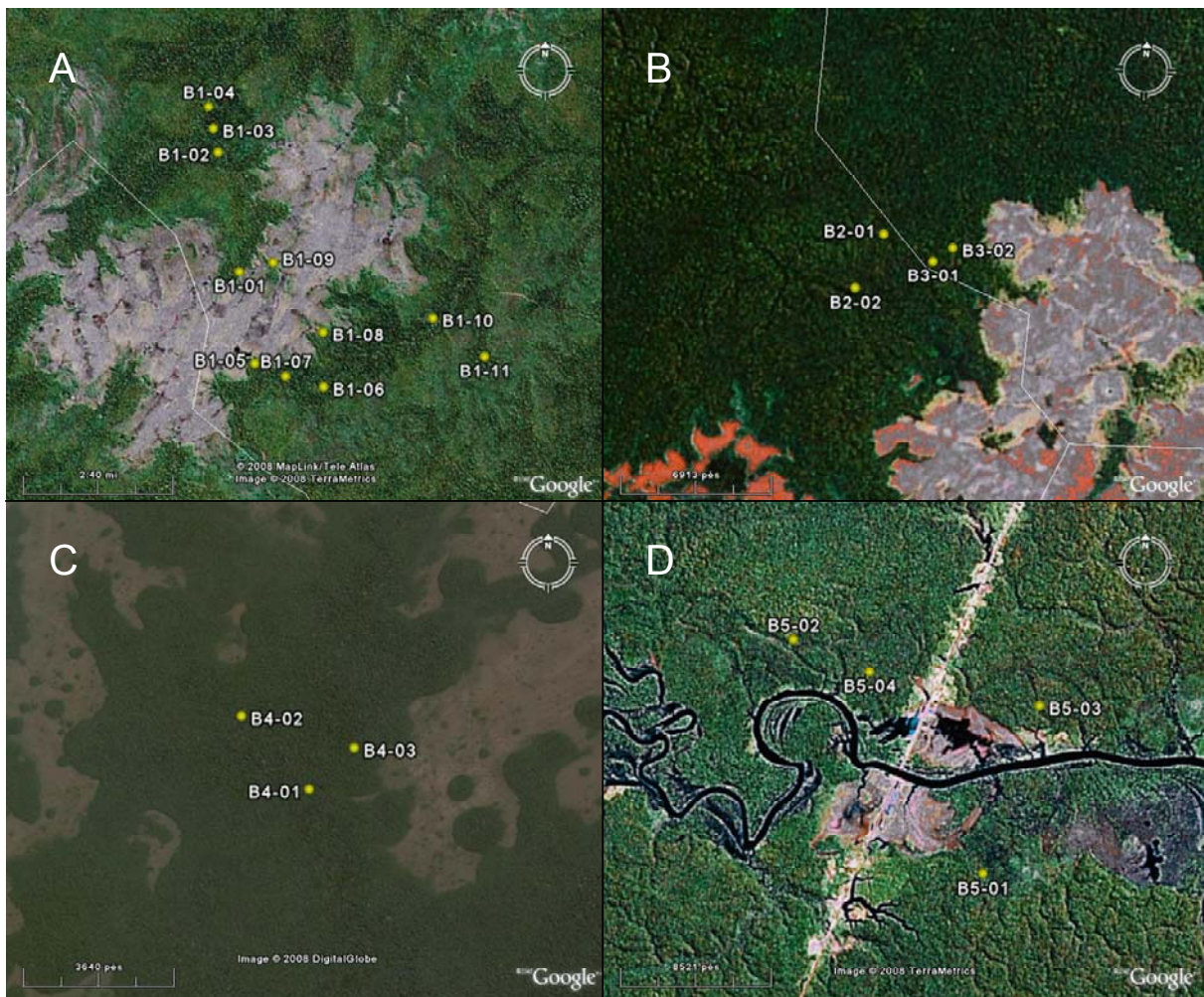
Foram realizadas duas campanhas de amostragem, a primeira entre os meses de abril e maio de 2007 (bacia 1, parte sul do interflúvio), e a segunda em julho de 2007 (bacias de 2 a 5, parte norte do interflúvio). Cada expedição de coleta teve aproximadamente 20 dias de duração.

Foram amostrados 22 igarapés de 1<sup>a</sup> a 3<sup>a</sup> ordem. Na região próxima de Porto Velho (parte sul do interflúvio), na primeira campanha de amostragem, foram amostrados 11 igarapés na bacia 1. Na parte norte do interflúvio, foram dois igarapés na bacia 2, dois na bacia 3, três na bacia 4 e quatro na bacia 5 (Igapó Açu), totalizando também 11 igarapés na segunda campanha de amostragem (Tabela 1; Figura 2).

Todo o procedimento amostral baseou-se no protocolo desenvolvido por Mendonça, Magnusson e Zuanon (2005). Em cada igarapé selecionado foi delimitado um trecho de 50 m de extensão, onde foram realizadas as medidas de



características estruturais dos igarapés e físico-química da água e as coletas de amostras de peixes. Cada trecho foi dividido em quatro secções equidistantes ao longo do igarapé, as quais foram apenas delimitadas por marcações junto às margens para a tomada de medidas de características estruturais dos igarapés e físico-química da água, e subseqüentemente separadas com uso de redes de malha fina no momento das amostragens da ictiofauna.

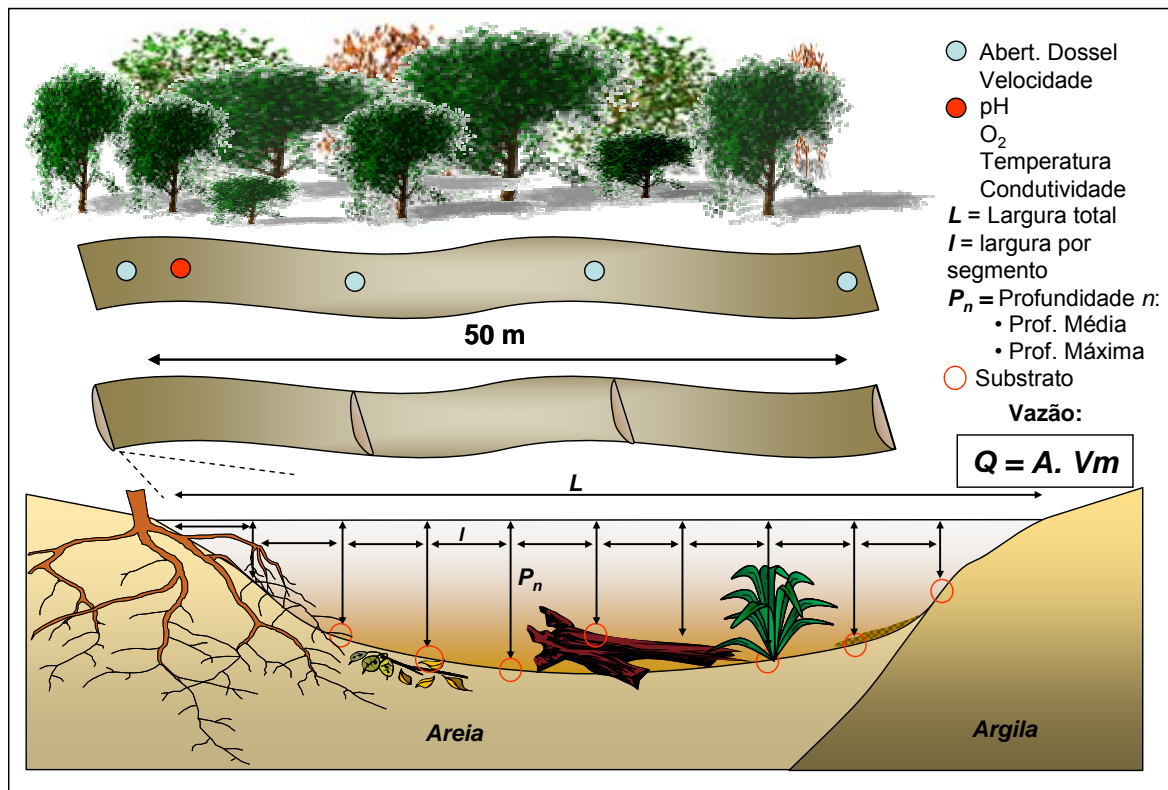


**Figura 2** - Localização dos pontos dos igarapés amostrados por bacias de drenagem (A = Bacia-1, B = Bacia-2 e Bacia-3, C = Bacia-4 e D = Bacia-5).

Fonte: Google Earth (2008).

### 3.2.1 Características estruturais dos igarapés e físico-químicas da água

Em cada uma das quatro secções transversais ao igarapé foram tomados dados referentes às seguintes variáveis ambientais: largura do canal (m) com o auxílio de uma trena; profundidade do canal (m), também com o uso de trena, determinada a partir de nove sondagens equidistantes em cada uma das quatro secções transversais estabelecidas para a medida da largura do canal dos igarapés; e composição do substrato, avaliada nos mesmos pontos de tomada de medida de profundidade (Figura 3).



**Figura 3** - Desenho esquemático da secção transversal ao igarapé e dos métodos de tomadas das variáveis ambientais.

Fonte: Mendonça (2002).

O tipo de substrato foi quantificado por frequência de ocorrência, relativo às seguintes classes: areia, argila, liteira fina (material particulado fino), liteira (folhas e pequenos galhos), raiz (em sua maioria finas, provenientes da vegetação marginal), seixo e tronco (madeiras com diâmetros acima de 10 cm). Outros tipos de substratos também foram encontrados, incluindo macrófitas, limo e rocha, encontrados principalmente no B1-08. Macrófitas também apareceram em baixa frequência em B1-07. Ferrobactérias e algas foram substratos encontrados exclusivamente em B1-02. Entretanto, estes substratos com frequência de ocorrência de no máximo dois locais, foram classificados como “outros” (Anexo A).

A velocidade da correnteza (m/s) foi estimada medindo-se o tempo que um objeto flutuante solto na superfície da água levava para percorrer uma distância pré-estabelecida (1,0 m) no centro do canal. Em cada local de amostragem foram tomadas três medidas em cada seção transversal ao igarapé. O índice de vazão média ( $m^3/s$ ) foi obtido a partir dos valores de velocidade da correnteza, largura e profundidade, sendo calculado pela seguinte fórmula:  $Q = A * V_m$ , onde:  $Q$  = Vazão;  $A$  = Área média da seção transversal;  $V_m$  = Velocidade média da correnteza.

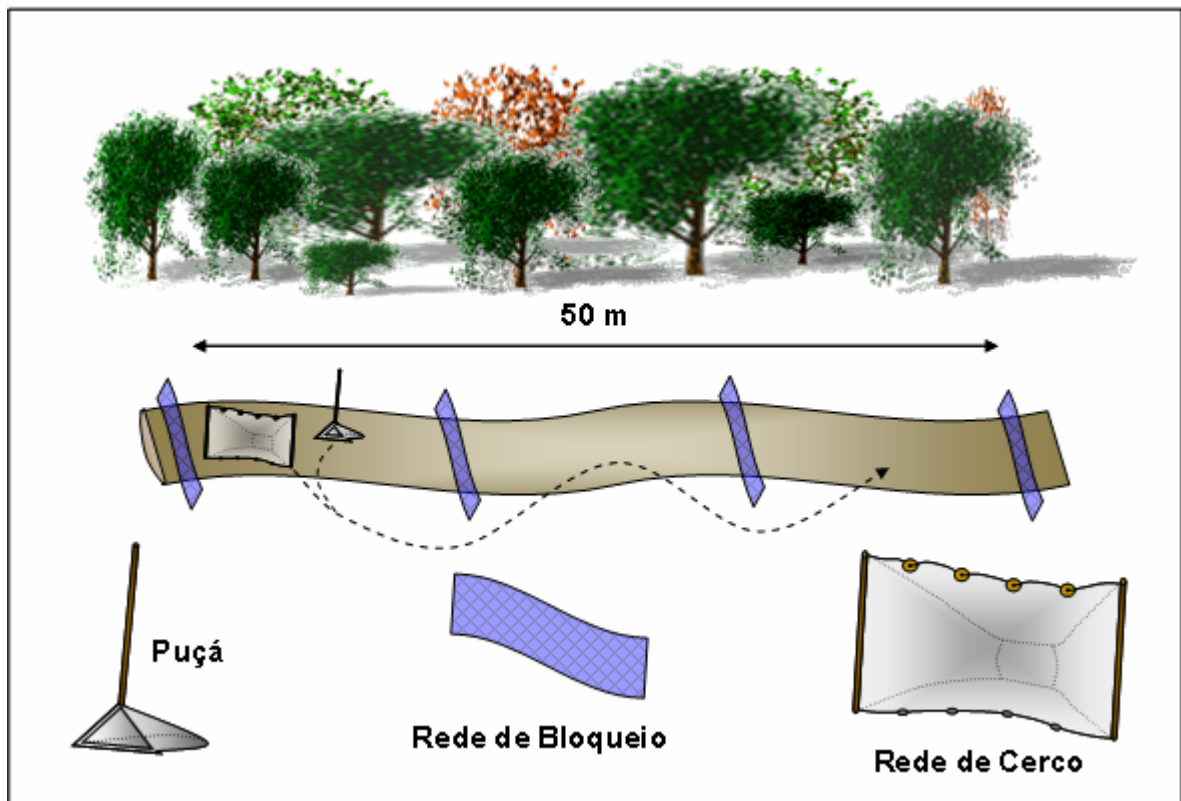
As características físico-químicas da água foram medidas no ponto mais a jusante de cada trecho. Para medir a condutividade ( $\mu S/cm$ ) e o pH (potencial hidrogeniônico) foi utilizado um potenciômetro/conduvímeter portátil “Aqua-Check™ Water Analyzer Operator (O.I. Analytical)”. O oxigênio dissolvido (mg/l) e a temperatura ( $^{\circ}C$ ) foram medidos com a utilização de um oxímetro-termômetro portátil (Yellow Springs Instruments, modelo 58).

A abertura do dossel (%) foi estimada a partir de análises de quatro imagens fotográficas digitais que foram tomadas do dossel da floresta acima dos igarapés ao lado de cada seção. Posteriormente as imagens foram transportadas para o programa ArcView 3.2 e transformadas em arquivos com formato *raster* (gride), em que foi usada a extensão “Grid Analyst” (SARAF, 2000), que possibilita calcular a proporção de *pixels* (pontos) das áreas de luz incidentes (cor clara na imagem) e das áreas com vegetação (cor escura na imagem). Para diferenciação de pontos claros e escuros, foi usado um limiar de 50 %. O valor de abertura do dossel (%) foi determinado através do cálculo da razão entre os números de pontos da área de cor clara (área de céu aberto) e o número total de pontos da imagem.

### 3.2.2 Ictiofauna

Depois de medir as variáveis ambientais, o trecho de 50 m de igarapé foi bloqueado nas duas extremidades utilizando-se redes com malha de 5 mm entre nós opostos, para evitar a fuga de peixes durante a coleta. Outras duas redes foram utilizadas para dividir o trecho de igarapé selecionado, quando necessário, para facilitar a captura dos peixes (Figura 4). As coletas foram realizadas com rede de cerco de 2 m de comprimento (malha 2 mm) e puçás ou rapichés, exclusivamente durante o período diurno, no sentido jusante-montante (Figura 4). Buscou-se sempre padronizar o esforço de coleta com três coletores durante duas horas.

Os peixes coletados foram sacrificados com uso de uma dose letal de anestésico (Eugenol), depois fixados em formalina a 10 % e posteriormente transportados para o laboratório de Sistemática e Ecologia de Peixes do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) em Manaus. No laboratório os exemplares foram lavados em água corrente e transferidos para álcool 70 %, depois foram triados e identificados com a ajuda de especialistas, com o uso de chaves dicotômicas e de literatura especializada. As amostras do material biológico coletado foram depositadas na Coleção de Peixes do INPA.



**Figura 4** - Equipamentos utilizados para a coleta da ictiofauna e disposição das redes de bloqueio nos igarapés.

Fonte: Mendonça (2002).

### 3.3 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados ambientais (características estruturais e físico-químicas) e biológicos (espécies de peixes nos igarapés) foram primeiro ordenados separadamente e depois relacionados entre si. Os dados ambientais foram ordenados por uma Análise de Componentes Principais (PCA) para resumir as características estruturais e físico-químicas dos igarapés e produzir variáveis estatisticamente independentes. Devido à variedade de substratos com pouca participação entre os igarapés amostrados, somente aqueles que ocorreram com frequências maiores que 70 % nos igarapés foram incluídos na PCA como variáveis individuais. Para a realização da ordenação, esses dados foram previamente transformados em arco-seno, de acordo com que é normalmente recomendado para

o uso de proporções em análises multivariadas (LEGENDRE; LEGENDRE, 1998). Para verificar se a heterogeneidade dos substratos poderia ser relacionada com a composição das comunidades de peixes foi utilizado o índice de Shannon-Wiener, na base  $\log_{10}$ , para representar a diversidade de substratos. O índice de diversidade de substratos foi elaborado a partir do número de registros de todos os tipos de substrato encontrado nos igarapés amostrados. Posteriormente a equitabilidade e a riqueza dos substratos foram utilizadas na Análise de Componentes Principais (PCA). As outras características estruturais e físico-químicas utilizadas na PCA foram: largura, profundidade, velocidade da corrente, vazão e abertura do dossel (a partir dos valores médios encontrados nos igarapés amostrados) e os fatores físico-químicos (pH, temperatura da água, condutividade e oxigênio dissolvido).

Os dados biológicos foram ordenados por uma análise de Escalonamento Multidimensional Híbrido (HMDS) em duas dimensões. A ordenação foi feita utilizando dados quantitativos (abundância relativa) e qualitativos (presença e ausência das espécies). Os dados quantitativos tendem a revelar padrões baseados na abundância das espécies, que podem apresentar grande diferença entre os locais. A distância entre os pontos para os dados quantitativos (abundância relativa das espécies, após divisão do número de exemplares de cada espécie pelo total obtido em cada local) foi estimada usando o índice de dissimilaridade de Bray-Curtis. Os dados qualitativos (presença e ausência das espécies) tendem a reforçar a importância das espécies raras, uma vez que as espécies comuns ocorrem na maioria dos locais e, por isso, contribuem pouco para as diferenças qualitativas entre os locais. Para esses dados foi usado o índice de Sorensen como medida de dissimilaridade.

Para verificar a influência das variáveis ambientais e de bacias sobre as comunidades de peixes foram utilizados dois modelos. No primeiro modelo foi feita uma análise de correlação canônica, que incluiu como variáveis dependentes os dois primeiros eixos do HMDS (composição de espécies: dados de abundância e de presença e ausência de espécies) e como variáveis independentes os três primeiros eixos da Análise de Componentes Principais (variáveis ambientais):

$$\text{HMDS1} + \text{HMDS2} = \text{Constante} + \text{PCA1} + \text{PCA2} + \text{PCA3}$$

O segundo modelo foi testado por meio de uma Análise de Covariância Múltipla (MANCOVA), que incluiu a composição de espécies (representada pelos

dois eixos do HMDS) como variáveis dependentes, as características estruturais e físico-químicas como variáveis independentes, tendo como variável categórica as "bacias hidrográficas". Como a amostragem foi realizada em 22 locais, decidiu-se usar no máximo três variáveis ambientais nas análises inferenciais. Por este motivo, antes de testar o segundo modelo foi avaliada a correlação (Correlação de Pearson) entre os três eixos do PCA e as bacias hidrográficas, verificando-se uma alta correlação entre o segundo eixo da PCA (PCA2) e as bacias ( $r = 0,817$ ). Por isso, este eixo não foi adicionado ao modelo da MANCOVA. Assim, o segundo modelo adotado foi:

$$\text{HMDS1} + \text{HMDS2} = \text{Constante} + \text{PCA1} + \text{PCA3} + \text{Bacia}$$

Para a análise do HMDS foi utilizado o pacote estatístico PATN (BELBIN, 1995); outras análises estatísticas foram realizadas com uso do programa computacional Systat 12 (SYSTAT SOFTWARE INC, 2007).

## 4 RESULTADOS

### 4.1 CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E FÍSICO-QUÍMICAS DOS IGARAPÉS

Os valores mínimos, máximos, média e desvio padrão, para as características estruturais e físico-químicas de cada bacia estão representados na Tabela 2. O valor de pH não variou muito entre as bacias, todas apresentaram águas ácidas, com valores maiores para os igarapés das bacias 1 e 2. Os igarapés da bacia 1 apresentaram as temperaturas mais altas, enquanto, para as outras bacias os valores foram similares. A condutividade elétrica oscilou muito entre os igarapés de da mesma bacia (amplitude de variação), sendo que, as maiores condutividades foram registradas nos igarapés da bacia 2 e as menores para nos igarapés da bacia 4.

A quantidade de oxigênio dissolvido e a velocidade da correnteza foram maiores na bacia 1, enquanto a bacia 2 foi a que apresentou os menores valores para ambas as medidas. Em comparação com as outras bacias, na bacia 1, estavam os maiores e também os menores igarapés em termos de largura, vazão e profundidade.

A abertura do dossel foi maior nos igarapés da bacia 5 e menor nos igarapés das bacias 2 e 3. A porcentagem de argila foi maior no leito dos igarapés da bacia 1, e não foi encontrada no leito dos igarapés da bacia 5. O substrato liteira predominou em quase todos os igarapés, sendo que as maiores porcentagens desse substrato foram encontradas nos igarapés da bacia 5, e as menores nos igarapés da bacia 1.

Os resultados obtidos para as bacias que foram amostradas com base em apenas dois igarapés, foram, em linhas gerais, condizentes com os valores observados para as demais bacias. Os valores das variáveis ambientais para cada igarapé são apresentados no Anexo A.



**Tabela 2** - Valores obtidos (mínimo, máximo, com média  $\pm$  desvio padrão quando  $n \geq 3$ ) para as características ambientais dos igarapés por bacia de drenagem no interflúvio Madeira-Purus ( $n$  = número de igarapés amostrados).

Variáveis ambientais	Bacia-1 (n= 11)	Bacia-2 (n= 2)	Bacia-3 (n= 2)	Bacia-4 (n= 3)	Bacia-5 (n= 4)
PH	4,45 - 6,26 (5,61 $\pm$ 0,56)	4,47 - 6,28	5,12 - 5,66	4,68 - 5,12 (4,89 $\pm$ 0,22)	4,63 - 5,54 (5,00 $\pm$ 0,38)
Temperatura (°C)	24 - 29 (25,5 $\pm$ 1,36)	24,3 - 24,9	23,9 - 24,3	24,5 - 24,5 (24,5 $\pm$ 0,00)	24,4 - 25,1 (24,8 $\pm$ 0,31)
Condutividade ( $\mu$ S/cm)	15,8 - 88,2 (51,3 $\pm$ 22,8)	57 - 91,6	21,5 - 83,8	7,6 - 16,6 (10,7 $\pm$ 5,1)	15,2 - 37,6 (22,5 $\pm$ 10,2)
Oxigênio dissolvido (mg/l)	2,45 - 6,34 (4,74 $\pm$ 1,15)	0,73 - 4,6	4,12 - 4,64	3,63 - 5,03 (4,31 $\pm$ 0,70)	3,64 - 5,26 (4,28 $\pm$ 0,74)
Velocidade da correnteza (cm/s)	0,99 - 24,1 (11,0 $\pm$ 8,0)	0,62 - 8,18	4,24 - 6,52	5,65 - 9,66 (7,65 $\pm$ 2,00)	2,49 - 15,81 (8,91 $\pm$ 6,08)
Largura (m)	0,85 - 4,39 (2,08 $\pm$ 1,17)	1,86 - 3,53	2,09 - 2,4	1,96 - 2,97 (2,42 $\pm$ 0,51)	1,25 - 2,13 (1,57 $\pm$ 0,39)
Vazão (m <sup>3</sup> /s)	0 - 0,25 (0,04 $\pm$ 0,07)	0,002 - 0,06	0,01 - 0,02	0,01 - 0,06 (0,03 $\pm$ 0,03)	0,006 - 0,09 (0,03 $\pm$ 0,04)
Profundidade média (m)	0,04 - 0,42 (0,17 $\pm$ 0,13)	0,15 - 0,30	0,14 - 0,32	0,10 - 0,33 (0,19 $\pm$ 0,12)	0,10 - 0,29 (0,16 $\pm$ 0,09)
Profundidade máxima (m)	0,06 - 0,61 (0,25 $\pm$ 0,20)	0,23 - 0,39	0,21 - 0,47	0,17 - 0,46 (0,27 $\pm$ 0,15)	0,13 - 0,45 (0,24 $\pm$ 0,14)
Abertura do dossel (%)	6,85 - 11,4 (9,17 $\pm$ 1,37)	4,68 - 8,39	5,46 - 8,21	8,87 - 22,16 (16,8 $\pm$ 7,05)	14,4 - 27,4 (21,8 $\pm$ 5,39)
Argila (%)	0 - 67 (29,2 $\pm$ 26,2)	3 - 28	8 - 33	8 - 22 (15,6 $\pm$ 7,0)	0
Liteira (%)	11 - 58 (37,2 $\pm$ 16,3)	63 - 78	56 - 78	55 - 83 (67,3 $\pm$ 14,2)	78 - 97 (87,5 $\pm$ 7,8)
Tronco (%)	0 - 17 (2,6 $\pm$ 4,9)	9 - 11	8 - 11	3 - 8 (5,6 $\pm$ 2,5)	3 - 14 (5,7 $\pm$ 5,5)

A distribuição dos diferentes tipos de substratos entre os igarapés amostrados foi relativamente uniforme para alguns dos igarapés da bacia 1 (como por exemplo: B1-01 e B1-04) (Tabela 3), enquanto outros igarapés (B1-02, B1-03 e B1-11), apresentaram valores baixos de equitabilidade ( $J'$ ), e tiveram um predomínio de um tipo de substrato específico - mais de 61 % do leito desses igarapés foram recobertos por argila. Nas bacias 2, 3 e 4, os igarapés B2-02, B3-02 e B4-02 apresentaram os menores valores de equitabilidade, e esses valores foram inclusive mais baixos do que os encontrados para a bacia 1, demonstrando também um predomínio de um tipo de substrato específico (valores iguais ou maiores do que 78 % de liteira no leito dos igarapés). O mesmo foi observado para todos os igarapés amostrados na bacia 5 (Tabela 3).

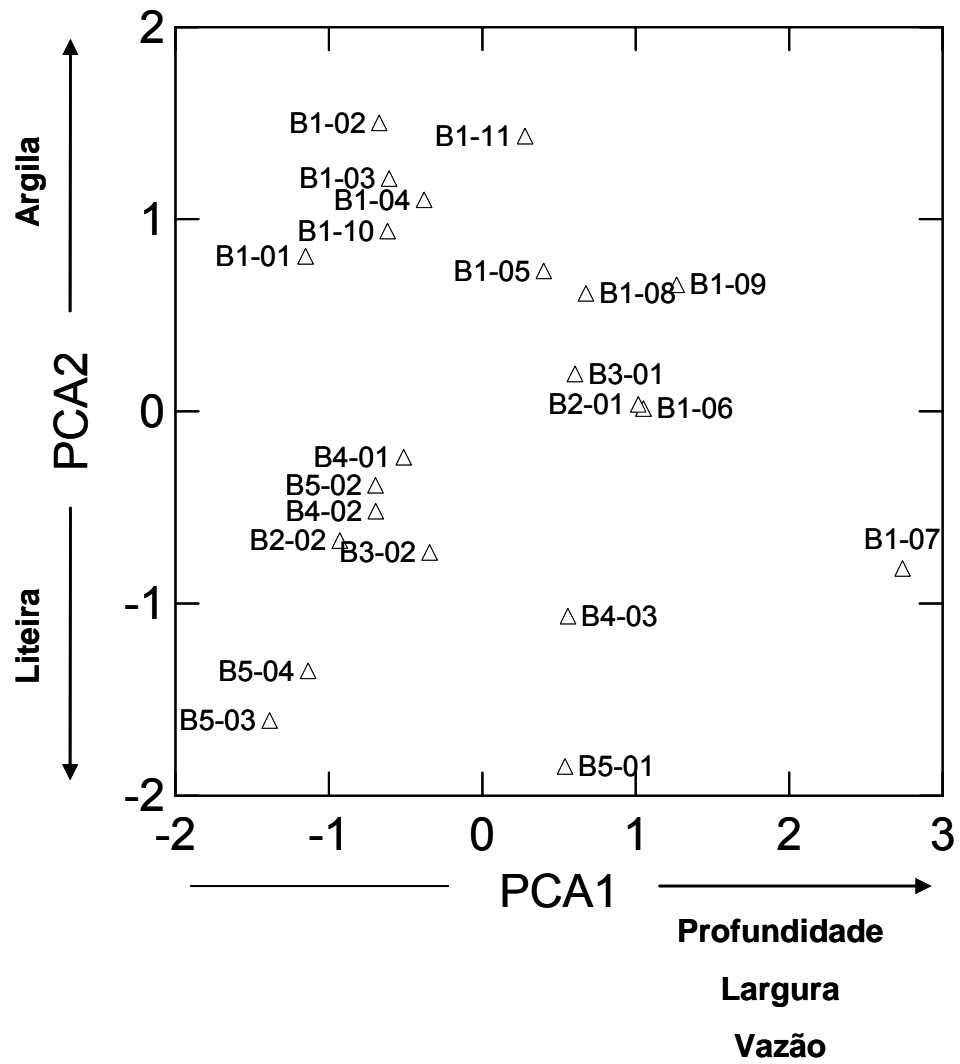
Os três primeiros eixos da Análise de Componentes Principais (PCA), elaborada com os dados das características estruturais e físico-químicas, explicaram 63,7 % da variância acumulada (Tabela 4). O eixo 1 da PCA (PCA1) explicou 30 % da variância, e foi forte e positivamente relacionado com os aspectos estruturais do canal, como a vazão, velocidade média da correnteza, largura média, profundidade média e profundidade máxima média, e com dois fatores físico-químicos, o pH e o oxigênio dissolvido (Tabela 4; Figura 5). O eixo 2 (PCA2) capturou 22,2 % da variância e foi principalmente relacionado com abertura do dossel, liteira e tronco (negativamente) e com argila e equitabilidade dos substratos (positivamente) (Tabela 4; Figura 5). O eixo 3 explicou 11,4 % da variância e apresentou um único fator físico-químico (condutividade) como variável importante e negativamente relacionada (Tabela 4). A representação gráfica dos igarapés amostrados em função das características estruturais e físico-químicas, a partir dos dois primeiros eixos da Análise de Componentes Principais que, juntos, somaram 52,3 % da variância explicada, é mostrada na Figura 5.

**Tabela 3** - Índice de diversidade ambiental de Shannon-Wiener ( $H'$ ), Equitabilidade ( $J'$ ) e Riqueza ( $R$ ) dos tipos de substratos amostrados em cada igarapé.

<b>Bacia</b>	<b>Igarapé</b>	<b><math>H'</math></b>	<b><math>J'</math></b>	<b>R</b>
<b>Bacia-1</b>	B1-01	0,468	0,980	3
	B1-02	0,524	0,673	6
	B1-03	0,319	0,669	3
	B1-04	0,295	0,981	2
	B1-05	0,698	0,897	6
	B1-06	0,461	0,766	4
	B1-07	0,547	0,783	5
	B1-08	0,656	0,842	6
	B1-09	0,397	0,831	3
	B1-10	0,475	0,788	4
	B1-11	0,405	0,672	4
<b>Bacia-2</b>	B2-01	0,375	0,787	3
	B2-02	0,323	0,537	4
<b>Bacia-3</b>	B3-01	0,433	0,720	4
	B3-02	0,323	0,537	4
<b>Bacia-4</b>	B4-01	0,568	0,729	6
	B4-02	0,274	0,455	4
	B4-03	0,448	0,744	4
<b>Bacia-5</b>	B5-01	0,176	0,584	2
	B5-02	0,303	0,503	4
	B5-03	0,059	0,194	2
	B5-04	0,201	0,335	4

**Tabela 4** - Relação das variáveis ambientais, com os três primeiros eixos criados pela Análise de Componentes Principais (PCA), com seus pesos canônicos (“loadings”) e porcentagem da variância explicada e acumulada.

Variáveis	PCA1	PCA2	PCA3
pH	<b>0,515</b>	0,480	0,146
Temperatura	0,226	0,278	0,317
Condutividade	0,250	0,288	<b>-0,709</b>
Oxigênio dissolvido	<b>0,687</b>	0,063	0,503
Velocidade média da correnteza	<b>0,571</b>	0,095	0,536
Largura média	<b>0,741</b>	-0,253	-0,291
Vazão média	<b>0,838</b>	-0,284	0,035
Profundidade média	<b>0,861</b>	-0,306	-0,014
Profundidade máxima	<b>0,856</b>	-0,321	0,008
Abertura do dossel	-0,283	<b>-0,678</b>	0,440
Argila	0,021	<b>0,685</b>	0,219
Liteira	-0,289	<b>-0,870</b>	0,008
Tronco	0,465	<b>-0,654</b>	-0,372
Equitabilidade	0,450	<b>0,643</b>	-0,240
Riqueza	0,169	0,243	-0,151
% Variância explicada	30,092	22,212	11,412
% Variância acumulada	30,092	52,304	63,716



**Figura 5** - Representação gráfica dos dois primeiros eixos da Análise de Componentes Principais realizada com as medidas das características estruturais e físico-químicas dos igarapés amostrados.

## 4.2 COMPOSIÇÃO DA ICTIOFAUNA

Foram capturadas 86 espécies de peixes, pertencentes a seis ordens e 22 famílias, num total de 5509 exemplares. A abundância de indivíduos por bacia variou de 479 a 2332 (Anexo B). Das 86 espécies de peixes, 20 ainda necessitam de confirmação no nível de espécie, 20 foram identificadas ao nível de gênero e uma ao nível de sub-tribo, totalizando 47,6 % das espécies encontradas ainda com “status” taxonômico indefinido, mas com alta probabilidade de se revelarem espécies novas quando forem revistos. Characiformes, com 42 espécies (48,9 % da riqueza total) foi o grupo mais diversificado e abundante, compreendendo 81,6 % do total de exemplares coletados. Em seguida vieram Gymnotiformes (19 espécies; 22,1 % da riqueza), Siluriformes (13 espécies; 15,1 % da riqueza), Perciformes (sete espécies; 8,1 % da riqueza), Cyprinodontiformes (três espécies; 3,5 % da riqueza) e Synbranchiformes (duas espécies; 2,3 % da riqueza). Os Gymnotiformes foram o segundo grupo mais abundante com 6,3 % dos exemplares, seguidos pelos Perciformes (4,8 %), Siluriformes (4,2 %), Cyprinodontiformes (2,7 %) e Synbranchiformes (0,4 %). Com relação à abundância por família, Characidae foi a mais representativa com 56,2 %, seguida de Lebiasinidae (18,1 %) e Crenuchidae (5,2 %), totalizando 79,5 % dos exemplares (Anexo B).

Apenas cinco espécies, *Hyphessobrycon* cf. *heterorhabdus* (com 20,4 % dos exemplares), *Copella nigrofasciata* (12,8 %), aff. *Bryconadenos* sp. (11,8 %), *Hemigrammus* aff. *schmardae* (6,9 %) e *Hemigrammus belotti* (6,3 %). somaram 58,2 % da abundância total. Outras seis espécies ocorreram em mais de 60 % dos igarapés amostrados: *Apistogramma agassizi* (77,3 %), *Copella nigrofasciata* (72,7 %), *Hyphessobrycon* cf. *heterorhabdus* (72,7 %), *Pyrrhulina brevis* (68,2 %), *Gymnotus anguillaris* e *Erythrinus erythrinus*, ambos com 63,6 % (Anexo B).

Do total de espécies capturadas no interflúvio Madeira-Purus, 10 espécies foram comuns a todas as bacias, sendo elas: *Apistogramma agassizi*, *Carnegiella strigata*, *Copella nigrofasciata*, *Erythrinus erythrinus*, *Gymnotus anguillaris*, *Hoplias malabaricus*, *Hypopygus lepturus*, *Pyrrhulina brevis*, *Rivulus* aff. *compressus* e *Synbranchus* sp.1. Quarenta e nove espécies ocorreram exclusivamente em uma das bacias, das quais 21 foram representadas por um único exemplar (Anexo B).

Dentre as espécies mais abundantes, *Hyphessobrycon* cf. *heterorhabdus* só não foi encontrada na bacia 5, *Copella nigrofasciata* foi bastante abundante em todas as bacias, aff. *Bryconadenos* sp. foi exclusiva da bacia 1, *Hemigrammus* aff. *schmardae* não foi encontrada nas bacia 1 e bacia 5 e *Hemigrammus belotti* foi encontrada nas bacias 2, 3 e 5, sendo que, para a bacia 3 apenas um exemplar foi capturado.

### 4.3 COMPOSIÇÃO DA ICTIOFAUNA NOS IGARAPÉS AMOSTRADOS

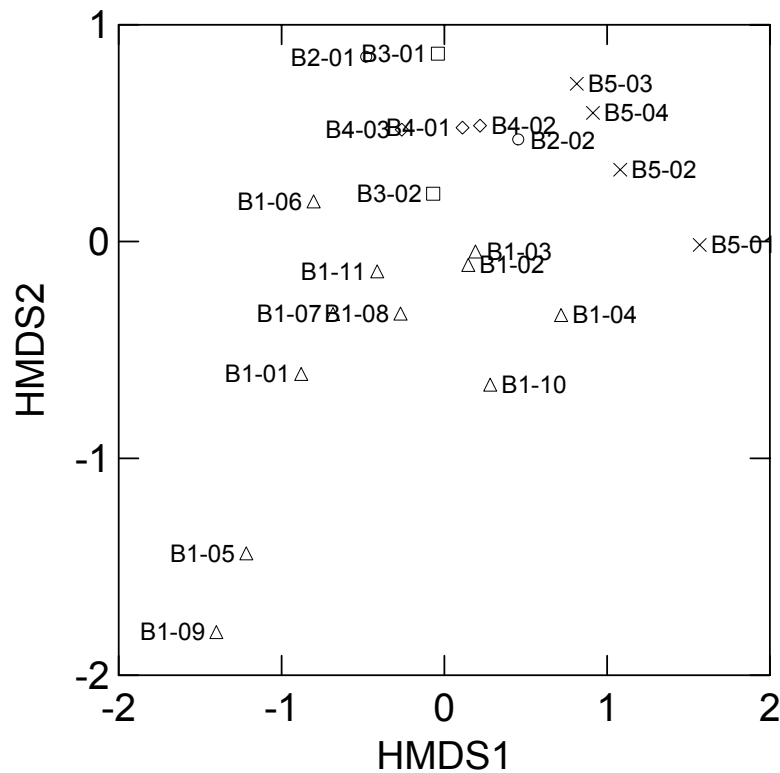
#### 4.3.1 Dados de abundância de espécies

A composição de espécies com base nos dados de abundância foi analisada por meio de Escalonamento Multidimensional Híbrido (HMDS) (*Stress* = 0,19). A ordenação desses dados não mostrou um padrão muito evidente relacionado aos diferentes igarapés amostrados (Figura 6). O que se pode observar é uma tendência de agrupamento por bacia, com exceção das bacias 2 e 3, que tiveram uma distribuição mais heterogênea. Também é possível notar uma separação dos igarapés B1-05 e B1-09 dos demais; estes igarapés foram os que tiveram as maiores temperaturas, baixa riqueza de espécies e uma dominância das espécies aff. *Bryconadenos* sp. e *Pyrrhulina zigzag*.

Na distribuição das espécies ao longo da primeira dimensão da ordenação (HMDS1; Figura 7), pode-se observar que aff. *Bryconadenos* sp., *Pyrrhulina zigzag* e *Rivulus* sp. foram as principais espécies relacionadas aos os menores valores no espaço bidimensional, e explicam a associação dos igarapés da bacia 1 a essa extremidade da dimensão (Figura 6). Já as espécies *Brachyhypopomus* sp.1, *Microphilypnus ternetzi*, *Elachocharax junki* e *Physopyxis ananas* foram as principais espécies associadas ao posicionamento dos igarapés da bacia 5 na outra extremidade da primeira dimensão da ordenação (Figuras 6 e 7).

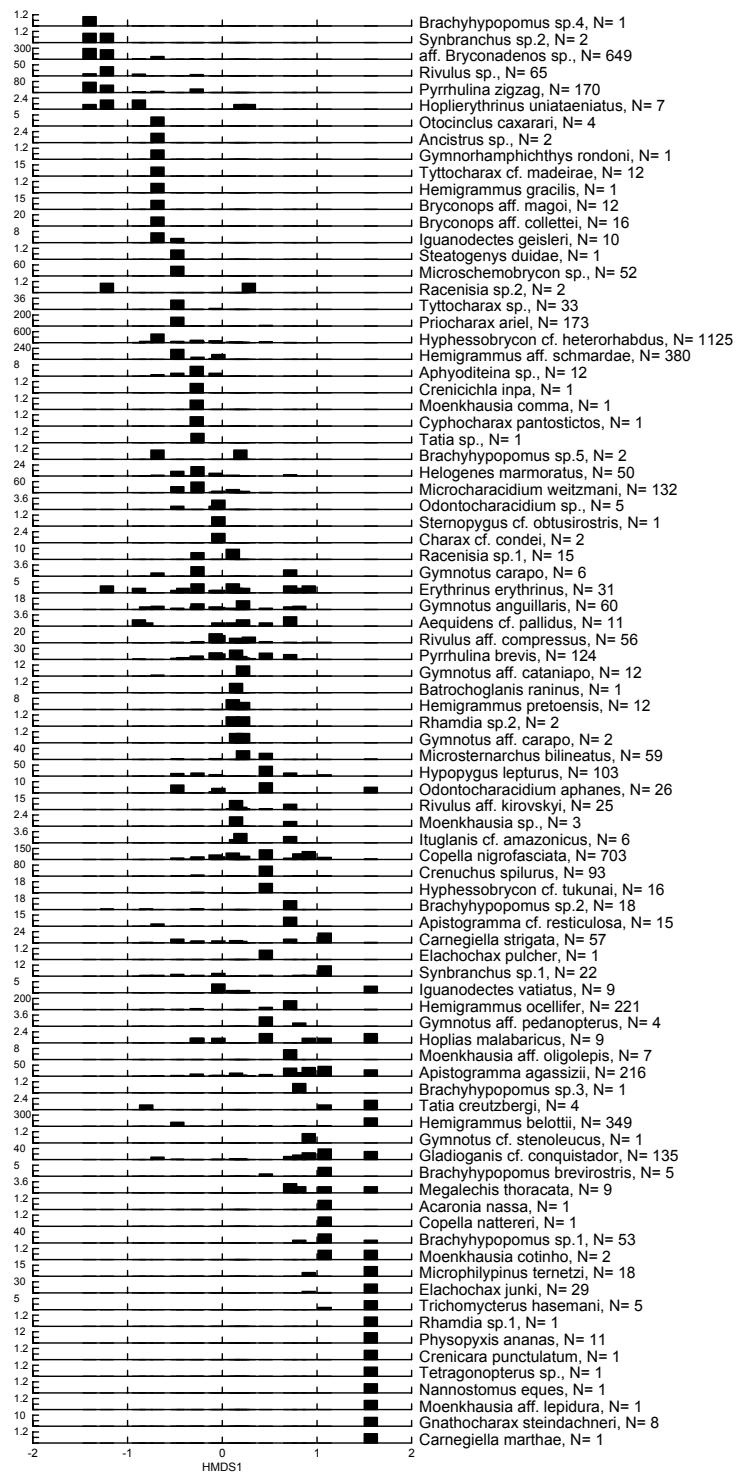
As espécies aff. *Bryconadenos* sp., *Pyrrhulina zigzag*, *Rivulus* sp. e *Hoplerythrinus unitaeniatus* foram as principais responsáveis pela separação da bacia 1 das outras bacias ao longo da segunda dimensão da ordenação (HMDS2;

Figuras 6 e 8). Os maiores valores no espaço bidimensional foram associados aos igarapés das bacias 2 e 3 (Figura 6), que se caracterizam principalmente pela presença das espécies *Steatogenys duidae*, *Microschemobrycon* sp., *Sternopygus* cf. *obtusirostris* e *Charax* cf. *condei* (Figura 8).

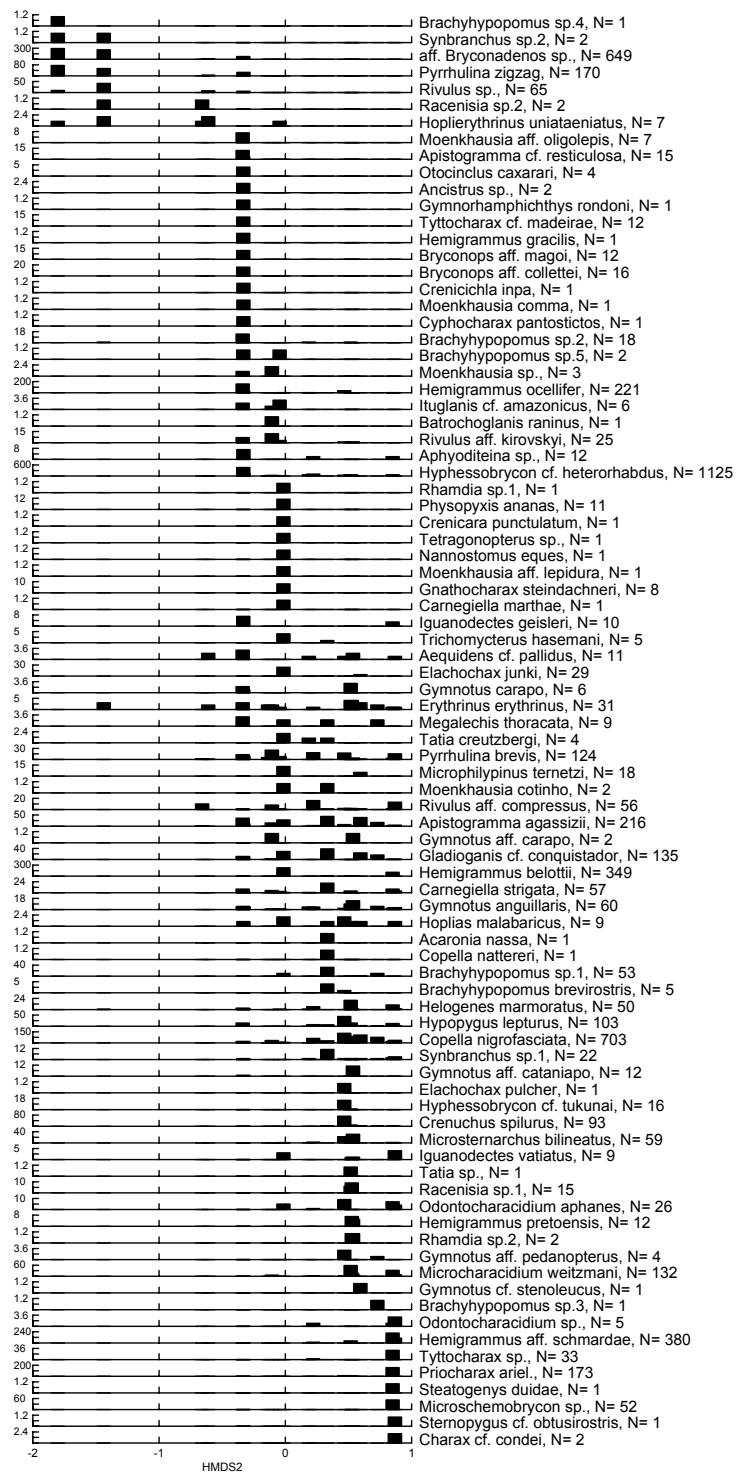


**Figura 6** - Ordenação por Escalonamento Multidimensional Híbrido (HMDS) para os dados de abundância de espécies ( $\Delta$  = Bacia-1;  $\circ$  = Bacia-2;  $\square$  = Bacia-3;  $\diamond$  = Bacia-4 e X = Bacia-5).





**Figura 7** - Distribuição das espécies ao longo da dimensão 1 da ordenação (HMDs1), para os dados de abundância (N = número total de exemplares para cada espécie).



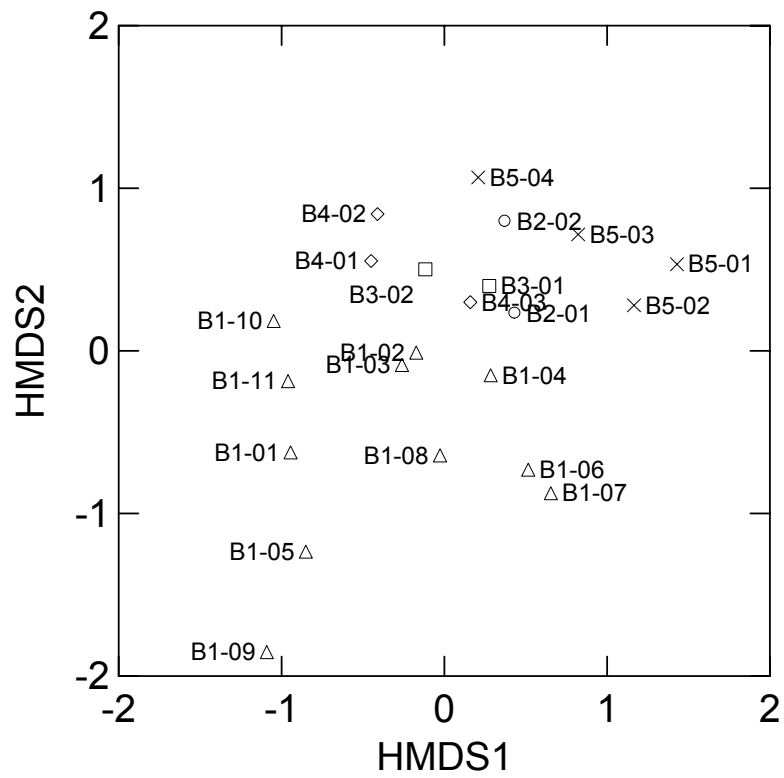
**Figura 8** - Distribuição das espécies ao longo da dimensão 2 da ordenação (HMDS2), para os dados de abundância (N = número total de exemplares para cada espécie).

#### 4.3.2 Dados de presença e ausência de espécies

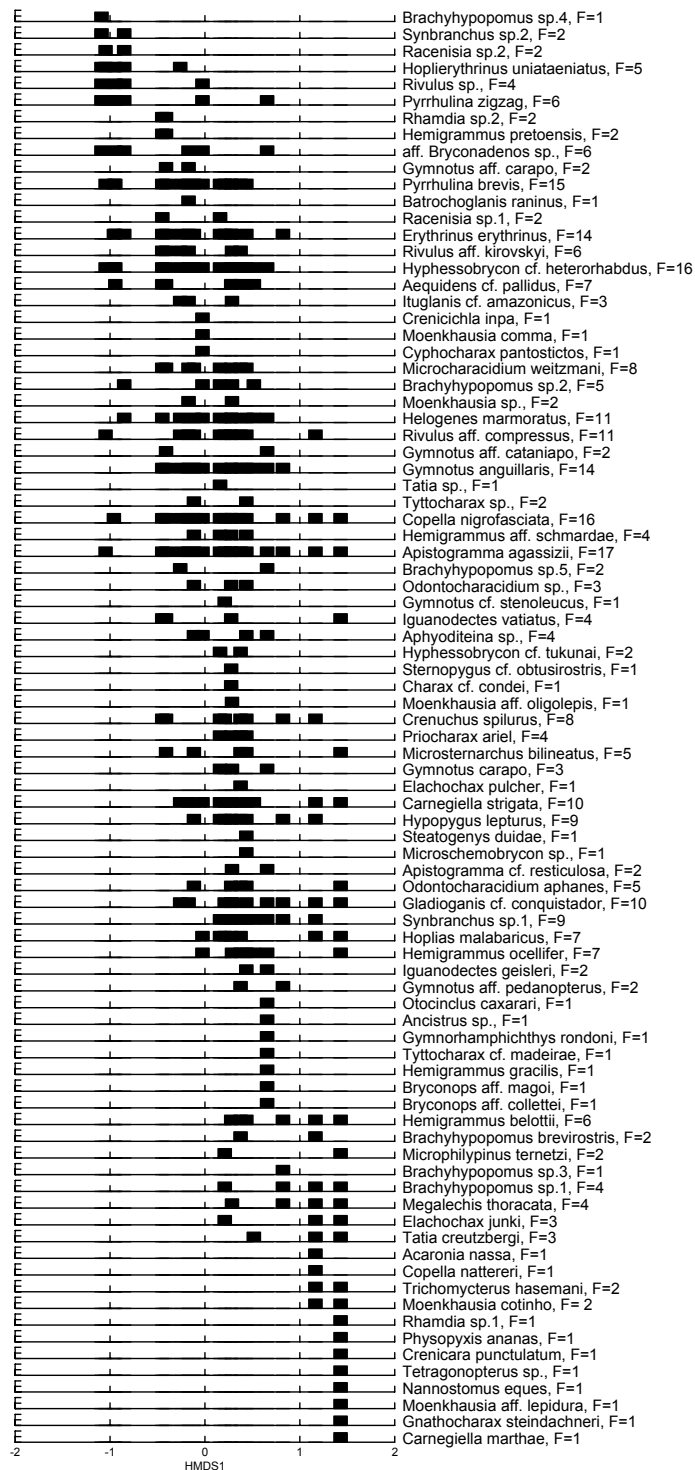
A composição de espécies com base nos dados de presença e ausência foi analisada por meio de Escalonamento Multidimensional Híbrido (HMDS) ( $Stress = 0,20$ ). A ordenação revelou uma razoável separação entre os igarapés amostrados na bacia 1 e os igarapés das outras bacias ao longo da segunda dimensão (HMDS2; Figura 9).

No padrão de distribuição das espécies baseado na ordenação de presença-ausência, podemos observar que ao longo da primeira dimensão (HMDS1; Figura 10) as espécies *Brachyhyopomus* sp.4, *Synbranchus* sp.2, *Racenisia* sp.2 e *Hoplerythrinus unitaeniatus* foram as espécies que influenciaram os igarapés da bacia 1 para o lado negativo da dimensão (Figura 9). No lado positivo os igarapés (Figura 9) foram relacionados principalmente à presença de 12 espécies, incluindo, *Trichomycterus hasemani* e *Moenkhausia cotinho*, todas elas encontradas exclusivamente na bacia 5 (Figura 10).

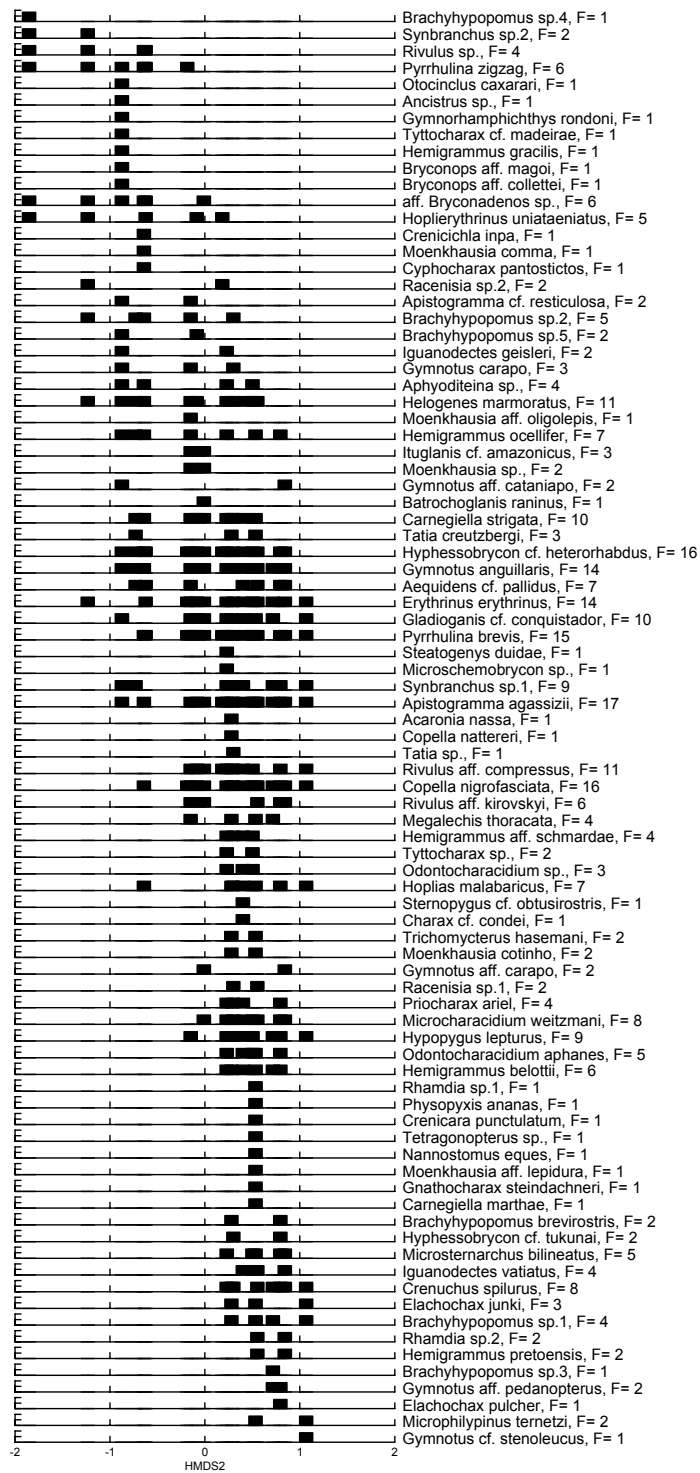
No lado negativo da ordenação ao longo da segunda dimensão (HMDS2; Figura 11), a presença de 14 espécies contribuiu para a separação dos igarapés da bacia 1 dos igarapés das demais bacias (Figura 9), entre as quais estão *Rivulus* sp. e *Pyrrhulina zig zag*. No lado positivo da ordenação ao longo da HMDS2 (Figura 11), a presença de várias espécies, distribuídas nos igarapés das bacias 2, 3, 4 e 5 (como as espécies *Microsternarchus bilineatus*, *Iguanodectes variatus* e *Crenuchus spilurus*) contribuiu para a separação dessas bacias da bacia 1. As bacias de 2 a 4 demonstraram uma maior similaridade da fauna entre elas. Já a composição ictífica da bacia 5 é mais distinta, apresentando maior semelhança com a composição de peixes da bacia 2 (Figura 9).



**Figura 9** - Ordenação por Escalonamento Multidimensional Híbrido (HMDS) para os dados de presença-ausência de espécies (△ = Bacia-1; ○ = Bacia-2; □ = Bacia-3; ◇ = Bacia-4 e X = Bacia-5).



**Figura 10** - Distribuição das espécies ao longo da dimensão 1 da ordenação (HMDS1), para os dados de presença-ausência. Os valores de F após os nomes das espécies representam a frequência de ocorrência de cada espécie nos igarapés.



**Figura 11** - Distribuição das espécies ao longo da dimensão 2 da ordenação (HMDS2), para os dados de presença-ausência. Os valores de F após os nomes das espécies representam a frequência de ocorrência de cada espécie nos igarapés.

## 4.4 INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS E DAS BACIAS SOBRE A COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES

### 4.4.1 Dados de abundância de espécies

O primeiro modelo foi significativo (Wilks' Lambda = 0,38; F = 2,57; P = 0,026; AIC<sub>(corrigido)</sub> = 114,47). As características estruturais dos igarapés, principalmente largura, profundidade e vazão, representadas pelo primeiro eixo da PCA, foram significativamente relacionadas com a composição de espécies (Wilks' Lambda = 0,64; F = 4,61; P = 0,025). As características representadas pelo segundo eixo da PCA também foram significativamente relacionadas com a ordenação (Wilks' Lambda = 0,61; F = 5,32; P = 0,016). O terceiro eixo da PCA não teve relação significativa com a ordenação para os dados quantitativos (Wilks' Lambda = 0,86; F = 1,37; P = 0,280).

O segundo modelo também foi significativo (Wilks' Lambda = 0,27; F = 3,79; P = 0,003; AIC<sub>(corrigido)</sub> = 107,22). No entanto, somente a variável bacia de drenagem foi significativamente relacionada com a composição em abundância (Wilks' Lambda = 0,44; F = 10,71; P = 0,001). Neste modelo, tanto o primeiro como o terceiro eixo da PCA não tiveram relações significativas com a ordenação para os dados quantitativos (Wilks' Lambda = 0,83; F = 1,73; P = 0,207, para PCA1 e Wilks' Lambda = 0,73; F = 3,11; P = 0,070, para PCA3).

#### 4.4.2 Dados de presença e ausência de espécies

O primeiro modelo foi significativo (Wilks' Lambda = 0,21; F = 4,84; P = 0,001; AIC<sub>(corrigido)</sub> = 105,14), as variáveis ambientais representadas pelo primeiro e segundo eixos da PCA foram significativamente relacionadas com a composição de espécies com base nos dados presença e ausência (Wilks' Lambda = 0,47; F = 9,39; P = 0,002, para PCA1 e Wilks' Lambda = 0,44; F = 10,73; P = 0,001, para PCA2). O terceiro eixo da PCA não teve relação significativa com a ordenação dos dados qualitativos (Wilks' Lambda = 0,94; F = 0,52; P = 0,599).

O segundo modelo também foi significativo (Wilks' Lambda = 0,16; F = 6,14; P = 0,001; AIC<sub>(corrigido)</sub> = 99,30), a bacia de drenagem foi significativamente relacionada com a composição em termos de presença e ausência de espécies (Wilks' Lambda = 0,33; F = 16,59; P = 0,001). As características ambientais dos igarapés, representadas pelo primeiro eixo da PCA também foram significativamente relacionadas com a composição de espécies com base nos dados qualitativos (Wilks' Lambda = 0,57; F = 6,19; P = 0,010). Já o terceiro eixo da PCA não apresentou relação significativa (Wilks' Lambda = 0,71; F = 3,39; P = 0,058).



## 5 DISCUSSÃO

### 5.1 VARIÁVEIS AMBIENTAIS NOS IGARAPÉS

As variáveis ambientais mensuradas permitiram caracterizar os ambientes estudados como igarapés estreitos, pouco profundos e de pequena vazão. Esses igarapés apresentaram águas ácidas, porém alguns deles apresentaram valores superiores aos observados por Cleto Filho e Walker (2001), Pascoaloto (2001), Mendonça (2002) e Silva (1995), em estudos realizados em igarapés naturais na Amazônia Central. É possível que essas variações de pH reflitam características geológicas das bacias de drenagem, o que não foi investigado no presente estudo. Os valores de temperatura da água foram similares entre os igarapés estudados. As maiores temperaturas encontradas parecem estar relacionadas à passagem dos igarapés pela área de campos naturais antes do ponto de amostragem, onde estão mais expostos à radiação solar direta. Segundo Maier (1978) a radiação solar direta é o fator que mais contribui para o aquecimento das águas de rios.

A condutividade elétrica variou entre 7,60 e 91,60  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , apresentando uma amplitude de valores maior que a da maioria dos igarapés naturais na Amazônia Central, em que foram registrados valores de condutividade elétrica abaixo de 27  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (ver ANJOS, 2005; GALUCH, 2007; PASCOALOTO, 2001; MENDONÇA; MAGNUSSON; ZUANON, 2005). No entanto, Santos (2007) realizando coletas na Reserva Ducke, com base nos mesmos pontos de coletas realizadas por Mendonça, Magnusson e Zuanon (2005), obteve também uma grande variação na condutividade elétrica, com uma amplitude de 2,1 a 85,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , condizente com os valores encontrados no presente estudo. É possível que fenômenos localizados e de ocorrência esporádica (como chuvas localizadas) possam resultar em variações momentâneas ou sazonais desses valores, o que necessitaria ser avaliado por meio de séries temporais de dados. De qualquer forma, as variações observadas não parecem ser grandes o suficiente para condicionar alterações temporais importantes na ictiofauna local, como observado por Santos (2007) na Reserva Ducke.

As grandes variações encontradas nos parâmetros largura, profundidade e vazão nos igarapés da bacia 1 podem estar relacionadas com o fato das

amostragens nessa bacia terem sido realizadas no final do período chuvoso, quando os efeitos de chuvas esporádicas poderiam produzir variações importantes nesses parâmetros. Os maiores valores de velocidade da corrente observados nos igarapés da bacia 1 coincidiram com os maiores valores de oxigênio dissolvido, fato este que pode estar relacionado com chuvas locais mais constantes durante o período de amostragem, influenciando no fluxo da corrente. Segundo Smerman (2007), a maior movimentação da água promove maior valor de oxigênio dissolvido. O inverso também foi observado no igarapé B2-02 da bacia 2, que apresentou menor oxigenação da água e a menor velocidade de correnteza entre todos os igarapés estudados.

Entre as bacias estudadas, a bacia 1 foi a mais complexa, com grande variedade de substratos encontrados no leito dos igarapés. De maneira geral, a predominância do substrato liteira não foi tão marcante entre os igarapés dessa bacia, que apresentaram também uma alta porcentagem de argila, liteira fina e raízes. Nos igarapés das outras bacias, o substrato liteira foi claramente predominante, em porcentagens bem maiores do que as encontradas na bacia 1. Vale ressaltar que as velocidades baixas registradas para a maioria desses igarapés favorecem a deposição deste tipo de substrato ou galhos e troncos, sendo os mesmos importantes como refúgios, locais de alimentação e reprodução para os peixes (MARTINS, 2000).

A maior abertura do dossel observada entre os igarapés da bacia 5, mesmo sendo estreitos, é, provavelmente, efeito da localização desta bacia dentro de uma área de igapó, onde a vegetação do entorno dos igarapés era mais baixa e também mais esparsa em comparação com as outras bacias estudadas, que apresentavam uma vegetação mais densa, do tipo florestal.

## 5.2 COMPOSIÇÃO DA ICTIOFAUNA

A fauna de peixes de água doce da América do Sul é muito rica e diversificada, caracterizada de forma geral pela dominância das ordens Characiformes e Siluriformes (CASTRO, 1999; LOWE-McCONNEL, 1999). Este padrão também tem sido registrado em estudos desenvolvidos em riachos

amazônicos (ANJOS, 2005; GALUCH, 2007; SABINO; ZUANON, 1998; SANTOS, 2007). No presente estudo, Characiformes foi o grupo mais diversificado, correspondendo a aproximadamente 49 % das espécies coletadas, o que já era esperado; em seguida vieram os Gymnotiformes com 22 %, divergindo do encontrado nos estudos de riachos sul-americanos supra-citados; finalmente, Siluriformes apresentou 15 % das espécies encontradas. Mendonça, Magnusson e Zuanon (2005) também encontraram uma alta riqueza de Gymnotiformes, atribuindo esse resultado à metodologia utilizada em seu estudo (detector de pulsos elétricos, que permite a localização precisa desses peixes no ambiente). Neste trabalho, os Gymnotiformes não só tiveram uma alta riqueza, como também foram o segundo grupo mais abundante, o que pode ser explicado pela grande quantidade de liteira presente na maioria dos igarapés amostrados, onde espécimes desse grupo eram normalmente capturados.

As ordens Perciformes, Cyprinodontiformes e Synbranchiformes, também contribuíram para a composição da ictiofauna dos igarapés estudados no interflúvio Madeira-Purus, padrão também encontrado por Anjos (2007), Mendonça (2002), Santos (2007) e Silva (1993), em outros estudos realizados em igarapés da Amazônia. Da mesma forma que nesses estudos, a participação das ordens Cyprinodontiformes e Synbranchiformes na constituição da riqueza total foi baixa, como mencionado por Lowe McConnell (1999).

Mendonça, Magnusson e Zuanon (2005) apontam para a existência de diferenças na ictiofauna entre bacias contíguas na Reserva Ducke (região de Manaus), separadas por um pequeno divisor de águas. Esses autores argumentam que diferenças na composição do solo e no relevo das duas bacias poderiam explicar diferenças no tipo de água (mais clara ou mais preta) e, conseqüentemente, na ocorrência de espécies. Entre as bacias incluídas no presente estudo, as que apresentaram faunas mais distintas foram as bacias 1 e 5. As espécies aff. *Bryconadenos* sp., *Pyrrhulina zigzag*, *Rivulus* sp. e *Hoplerythrinus unitaeniatus* caracterizaram a fauna de peixes da bacia 1, enquanto que as espécies *Brachyhypopomus* sp.1, *Microphilypnus ternetzi*, *Elachocharax junki* e *Physopyxis ananas* foram as que caracterizaram a ictiofauna da bacia 5. As principais diferenças ictiofaunísticas entre as bacias foram relacionadas à ocorrência de espécies exclusivas, que diferenciaram-se principalmente nas análises de abundância de

espécies. Vinte e três espécies ocorreram exclusivamente na bacia 1 e 17 espécies ocorreram exclusivamente na bacia 5, em contraste com as outras bacias (2, 3 e 4), que tiveram no máximo quatro espécies exclusivas.

A presença de ambientes distintos, bem como os diferentes graus de impacto antrópico, pode ter contribuído para as diferenças faunísticas encontradas entre as bacias. As bacias 1, 2, 3 e 4 foram amostradas ao redor de campos naturais, com presença da campinarana (mata rala) e mata de terra firme em volta dos campos, sendo a bacia 1 a mais heterogênea, com uma grande variedade de ambientes, como buritizal e várzea, e áreas antropizadas. As bacias de 2 a 4, foram mais semelhantes entre si, com uma densa floresta, sem qualquer vestígio de antropização, sendo as únicas bacias onde ocorreram as espécies *Hemigrammus aff. schmardae* (a quarta espécie mais abundante) e *Priocharax ariel*.

Segundo Mário Cohn-Haft (comunicação pessoal), a mata de terra firme da bacia 1 era mais aberta e dominada por palmeiras no sub-bosque, bem diferente da paisagem das bacias de 2 a 4. Apesar de sua vegetação rala e do maior efeito antrópico, essa bacia teve um maior número de espécies exclusivas, provavelmente devido ao maior número de igarapés amostrados.

Os igarapés da bacia 5 foram amostrados em um ambiente de igapó, com uma pequena comunidade humana às margens da BR-319, nas proximidades do rio Igapó Açú, principal curso d'água desta bacia. Essa bacia, que foi a mais distinta das demais, teve como característica ictiofaunística relevante a ausência de *Hyphessobrycon cf. heterorhabdus* (a primeira espécie mais abundante no conjunto das amostras de todas as bacias), *Helogenes marmoratus*, *Microcharacidium weitzmani* e *Aequidens cf. pallidus*, encontrados em todas as outras bacias menos nos igarapés da bacia 5. Essas ausências podem estar associadas ao fato dessa bacia ser localizada numa área de igapó, onde o rio Igapó Açú, pode estar atuando como uma barreira ecológica, impedindo a presença dessas espécies nos igarapés da referida bacia. Caramaschi<sup>2</sup> (1986 apud BÜHRNHEIM, 1998) considera válida a hipótese de que os rios, como o Tietê e Paranapanema, representem barreiras para

---

<sup>2</sup>CARAMASCHI, E. P. *Distribuição da ictiofauna de riachos das bacias do Tietê e do Paranapanema, juntos ao divisor de águas (Botucatu, SP)*. 1986. 245 p. Tese (Doutorado), Universidade Federal de São Carlos, 1986.

a distribuição de *Astyanae scabripinnis* (uma espécie de lambari, típica de pequenos cursos d'água da bacia do rio Paraná) nos riachos daquelas bacias.

As comunidades ictílicas do interflúvio Madeira-Purus podem ser caracterizadas por um grande número de espécies, com baixo número de indivíduos. De acordo com Ferreira (1993), essa relação espécie-abundância é um indicativo de condições ambientais naturais na Amazônia, características de ambientes submetidos a pouco ou nenhum impacto antrópico. Porém, tal relação pode dificultar a interpretação de qual espécie pertence a cada bacia. Vale lembrar que falsas ausências resultantes de deficiências na amostragem em cada local, podem comprometer seriamente a interpretação de resultados. Segundo Angermeier e Smogor (1995), a determinação da estrutura da comunidade de peixes é geralmente muito sensível ao esforço amostral. No presente estudo, embora tenha se procurado ao máximo padronizar a metodologia e o esforço de captura, houve diferente número de igarapés amostrados por bacia, o que pode ter produzido reflexos na riqueza e na ocorrência de espécies. Deste modo, além de padronizar a metodologia de coleta por trecho de 50 m em cada igarapé, conforme vem sendo utilizado em outros estudos (ver GALUCH, 2007; MENDONÇA; MAGNUSSON; ZUANON, 2005; SANTOS, 2007), talvez seja interessante padronizar também o número de igarapés amostrados por bacia para caracterizar melhor a ictiofauna de cada bacia.

Os igarapés do interflúvio Madeira-Purus apresentaram valores relativamente altos de riqueza de espécies, em comparação com outros estudos realizados em igarapés da Amazônia brasileira. Araújo-Lima et al. (1999) encontraram 20 espécies em igarapés de 1ª a 3ª ordem (12 estações de coletas), e Bührnheim e Cox-Fernandes (2001) encontraram 35 espécies em três igarapés de 2ª ordem. Ambos os estudos foram realizados em igarapés da bacia do rio Urubu, na região de Manaus. Os estudos de Mendonça, Magnusson e Zuanon (2005) (38 trechos de 1ª a 3ª ordem) e Santos (2007) (31 trechos de 1ª a 3ª ordem), que utilizaram a mesma metodologia aplicada no presente estudo, apesar de terem realizado mais amostras, encontraram em seus estudos na Reserva Florestal Adolpho Ducke 49 e 54 espécies de peixes, respectivamente. Vale ressaltar que comparações de riqueza de espécies entre trabalhos com diferentes ambientes amostrados, bem como diferentes níveis de esforço de coleta empregado, podem não ser muito confiáveis. Contudo, Lasso, Rial e Lasso-Alcalá (1999) mostram que aumento na riqueza ou na

abundância de espécies em trechos de rios pode ser causado pela conexão desses ambientes com áreas alagáveis. Neste sentido é esperado que ambientes como os igarapés estudados, que podem estar diretamente conectados com áreas alagadas (várzea e igapó), também reflitam essa condição na forma de valores mais altos de riqueza de espécies de peixes.

Além dos valores locais de riqueza terem sido altos, há outros indícios de uma alta diversidade presente no interflúvio Madeira-Purus, e da relevância dessa área para a conservação. Segundo Peres (2005), em estudos de campo na Amazônia são encontradas de 4 a 5 % das espécies de peixes não descritas. Neste estudo, do total de espécies capturadas, quase a metade possui “status” taxonômico ainda indefinido, com a ocorrência de algumas espécies possivelmente novas, e outras que ainda não apresentam literatura disponível para a correta identificação. Entre as espécies com “status” taxonômico definido, 34 já foram registradas em outros igarapés da Amazônia (ANJOS, 2005; ANJOS, 2007; BÜHRNHEIM, 1998; GALUCH, 2007; MENDONÇA, 2002; SANTOS, 2007; SILVA, 2006). As espécies mais comuns em comparação com estes estudos foram: *Gnathocharax steindachneri*, *Hemigrammus belottii*, *Hemigrammus pretoensis*, *Iguanodectes geisleri*, *Iguanodectes vatiatus*, *Crenuchus spilurus*, *Erythrinus erythrinus*, *Hoplias malabaricus*, *Carnegiella strigata*, *Copella nattereri*, *Copella nigrofasciata*, *Pyrrhulina brevis*, *Gymnotus anguillaris*, *Hypopygus lepturus*, *Microsternarchus bilineatus*, *Steatogenys duidae*, *Gymnorhamphichthys rondoni*, *Acaronia nassa*, *Crenicichla inpa* e *Helogenes marmoratus*, indicando que tais espécies possuem ampla distribuição em toda a bacia amazônica. Já as espécies *Hemigrammus gracilis*, *Hemigrammus ocellifer*, *Moenkhausia cotinho*, *Elachochax junki*, *Elachochax pulcher*, *Microcharacidium weitzmani*, *Odontocharacidium aphanes*, *Hoplerythrinus unitaeniatus*, *Carnegiella marthae*, *Nannostomus eques*, *Brachyhypopomus brevirostris*, *Apistogramma agassizii*, *Megalechis thoracata* e *Trichomycterus hasemani*, foram mais raras, tendo cada uma delas sido registrada em apenas um dos estudos mencionados. Até o momento, os igarapés do interflúvio Madeira-Purus acrescentaram 11 novos registros à lista de espécies dos autores citados acima: *Moenkhausia comma*, *Priocharax ariel*, *Cyphocharax pantostictos*, *Pyrrhulina zigzag*, *Gymnotus carapo*, *Crenicara punctulatum*, *Microphilypinus ternetzi*, *Tatia creutzbergi*, *Physopyxis ananas*, *Otoncinclus caxarari* e *Batrochoglanis raninus*, lista que poderá

aumentar quando os grupos de espécies que ainda estão com “status” taxonômicos indefinidos forem revistos.

### 5.3 INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS E DAS BACIAS SOBRE A COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES

O efeito das variáveis ambientais sobre a composição de espécies, com base nos dados de abundância e de presença e ausência, revelou que a estrutura da comunidade foi mais significativamente afetada pela largura, profundidade e vazão dos igarapés. Esses resultados são semelhantes aos de outros estudos em riachos tropicais, em que a abundância e a riqueza de espécies aumentam com o aumento das dimensões do canal dos riachos, devido à maior heterogeneidade ambiental ou maior disponibilidade de habitats (ANJOS, 2005; BARRELLA; PETRERE, 1993; UIEDA; BARRETTO, 1999). No entanto, tal padrão foi melhor observado nos igarapés de maior porte, visto que as espécies que ocorreram nos igarapés menores também foram encontradas nos igarapés maiores. Porém, várias espécies (como por exemplo: *Iguanodectes geisleri*, *Tyttocharax cf. madeirae*, *Bryconops aff. collettei* e *Crenicichla inpa*) foram exclusivas dos igarapés grandes, em que a heterogeneidade ambiental foi maior. A maior heterogeneidade foi associada principalmente com a variedade de substratos encontrados no leito desses igarapés.

A participação em abundância das espécies de peixes de pequeno porte na composição da ictiofauna foi elevada em todos os igarapés estudados, de acordo com os padrões encontrados para a ictiofauna de riachos sul-americanos (CASTRO, 1999). Contudo, espécies maiores de eritrínídeos (*Erythrinus erythrinus* e *Hoplias malabaricus*) tiveram ampla distribuição, independente do tamanho dos riachos ou bacias, ao contrário das observações feitas por Anjos (2005), em que espécies de grande tamanho corpóreo foram praticamente restritas aos igarapés maiores. Nesse sentido, os pequenos igarapés parecem não atuar como barreiras físicas para algumas espécies de tamanho corporal maior, embora a proximidade ou conexão direta com corpos d'água maiores possa ter possibilitado o acesso desses peixes maiores aos pequenos cursos d'água.

A composição da comunidade de peixes também foi influenciada pelos diferentes tipos de substrato, principalmente pela presença de liteira, que foi inversamente relacionada com a quantidade de argila. Em alguns estudos, como os de Anjos (2007) e Mendonça (2002), em riachos da Amazônia Central, a composição das comunidades de peixes também foi influenciada pelos diferentes tipos de substratos, que igualmente tiveram predominância de liteira. Os bancos de liteira são utilizados por espécies de *Gymnotus* e *Synbranchus* como área de forrageamento e abrigo. Espécies que ocupam principalmente a coluna d'água como *Copella nigrofasciata*, *Pyrrhulina brevis* e *Aequidens pallidus*, utilizam com frequência bancos de liteira como abrigo contra predadores (ANJOS, 2007).

No segundo modelo, em que foram incluídas simultaneamente as bacias de drenagem e as variáveis ambientais, foi evidenciado que somente as bacias de drenagem tiveram um forte efeito sobre as comunidades de peixes. Esse efeito foi manifestado principalmente para os dados de abundância de espécies, em que predomina o padrão de distribuição das espécies mais comuns. Assim, não se pode afirmar se essa é uma consequência do efeito de fatores regionais ou históricos ou se as bacias apenas estão refletindo diferenças entre condições abióticas locais. Já com base nos dados de presença e ausência, tanto as bacias de drenagem como as características dos habitats locais, representados pelo primeiro eixo da PCA, tiveram um forte efeito sobre a comunidade de peixes no interflúvio Madeira-Purus. Isso indica que a presença de espécies exclusivas é influenciada tanto pelas características estruturais do habitat, como por efeitos associadas às bacias de drenagem, que podem ser históricos, biogeográficas ou relacionadas à heterogeneidade ambiental.

Na prática, os dois modelos não tiveram significância muito diferente, revelando que as bacias de drenagem estão relacionadas a outras características do ambiente, como tipo de substrato, características geológicas locais e fitofisionomia predominante no entorno. No presente estudo, as dificuldades logísticas não permitiram uma melhor distribuição dos pontos de amostragem, e assim não se pode afirmar, com segurança, se a dissimilaridade da fauna entre as bacias pode ser causada pelo efeito histórico das bacias ou pelas diferenças nas condições ambientais. Embora grandes distâncias entre regiões geralmente estejam associadas a faunas menos similares (JACKSON; HARVEY, 1989), neste estudo há



evidência de que o efeito das bacias de drenagem seja mais importante para a estruturação das comunidades de peixes do interflúvio Madeira-Purus do que a distância linear entre elas: a bacia 5, mesmo estando mais próxima da bacia 4 do que da bacia 2, apresenta uma fauna mais similar à bacia 2 do que à da bacia 4 (Figura 1).

A alta diversidade de peixes presente no interflúvio Madeira-Purus poderá ser afetada em consequência das ações antrópicas previstas e planejadas para ocorrerem nesta área (por exemplo, construção de hidrelétricas, abertura e pavimentação de estradas). Tais ações podem causar o assoreamento, a eutrofização, mudanças nas características físico-químicas da água e no fluxo dos rios e diminuição da disponibilidade de alimentos (AGOSTINHO; THOMAZ; GOMES, 2005; ANGERMEIER; KARR, 1983; SILVA, 1995). Por alterarem as características físico-químicas dos ambientes de igarapés, essas ações resultam em alterações significativas na dinâmica das comunidades de peixes de riachos (SCHLOSSER, 1991), podendo levar a uma perda de parte da biodiversidade aquática. Previsões de como essas mudanças ambientais podem afetar a estrutura da comunidade de peixes naquela área não são possíveis no momento, em parte por causa do pequeno conhecimento sobre a história natural da maioria dos peixes tropicais (ANGERMEIER; KARR, 1983). De acordo com Angermeier e Winston (1999), a prática convencional de criação de uma série de reservas isoladas é inapropriada para a proteção da biodiversidade aquática, tendo em vista que a preservação de habitats fragmentados pode não ser o suficiente para manter a diversidade natural em riachos (HANDING et al., 1998). Como as comunidades de peixes em riachos estão estruturadas ao longo do contínuo do rio, e são diferenciadas em trechos com diferentes conformações, é recomendável que reservas para conservar a fauna de riachos incluam de forma contínua trechos representando todas as ordens de igarapés (ABELL; ALLAN; LEHNER, 2007). Há que se considerar, ainda que, como aparentemente a fauna de diferentes bacias hidrográficas é distinta, somente a conservação de algumas bacias inteiras, ou o manejo de bacias de forma a conservar sua integridade ambiental, pode assegurar a manutenção da maior parte da diversidade de peixes de igarapés.

## 6 CONCLUSÕES

- ✓ A fauna de peixes de igarapés do interflúvio Madeira-Purus é rica e diversa, com a presença de várias espécies até então não registradas em outros estudos similares.
- ✓ Das 86 espécies de peixes encontradas, 41 foram identificadas como morfoespécies, indicando que uma parte considerável da fauna pode ser nova ou necessita de revisão taxonômica.
- ✓ Os padrões de composição e distribuição das espécies da comunidade ictíca estudada foram fortemente relacionados às características físicas e estruturais dos igarapés.
- ✓ As diferentes bacias de drenagem influenciaram significativamente a composição da ictiofauna dos igarapés amostrados. Não é possível afirmar se a dissimilaridade da fauna entre as bacias está refletindo as condições biogeográficas ou históricas das bacias, ou diferenças nas condições ambientais.
- ✓ A distância entre as bacias não refletiu em diferenças ictiofaunísticas, havendo bacias mais distantes entre si com maior similaridade que outras mais próximas.

## REFERÊNCIAS

ABELL, R.; ALLAN, D. J.; LEHNER, B. Unlocking the potential of protected areas for freshwaters. *Biological Conservation*, v. 134, p. 48-63. 2007.

AGOSTINHO, A. A.; JÚLIO JUNIOR, H. F. Peixes da bacia do alto Rio Paraná. In: LOWE-McCONNELL, R. H. *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1999. p. 374-400.

AGOSTINHO, A. A.; THOMAZ, S. M.; GOMES, L. C. Conservation of the biodiversity of Brazil's inland waters. *Conservation Biology*, v. 19, n. 3, p. 646-652. 2005.

ANGERMEIER, P. L.; KARR, J. R. Fish communities along environmental gradients in a system of tropical streams. *Environmental Biology of Fishes*, v. 9, n. 2, p. 117-135. 1983.

ANGERMEIER, P. L.; SCHLOSSER, I. J. Species-area relationship for stream fishes. *Ecology*, v. 70, n. 5, p. 1450-1462. 1989.

ANGERMEIER, P. L.; SMOGOR, R. A. Estimating number of species and relative abundances in stream-fish communities: effects of sampling effort and discontinuous spatial distributions. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, v. 52, p. 936-949. 1995.

ANGERMEIER, P. L.; WINSTON, M. R. Local vs. regional influences on local diversity in stream fish communities of Virginia. *Ecology*, v. 79, n. 3, p. 911-927. 1998.

ANGERMEIER, P. L.; WINSTON, M. R. Characterizing fish community diversity across Virginia landscapes: prerequisite for conservation. *Ecological Applications*, v. 9, n. 1, p. 335-349. 1999.

ANJOS, H. D. B. *Efeitos da fragmentação florestal sobre as assembléias de peixes de igarapés da zona urbana de Manaus, Amazonas*. 2007. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2007.

ANJOS, M. B. *Estrutura de comunidades de peixes de igarapés de terra firme na Amazônia Central: composição, distribuição e características tróficas*. 2005. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2005.

ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M.; JIMÉNEZ, L. F.; OLIVEIRA, R. S.; ETEROVICK, P. C.; MENDONZA, U.; JEROZOLIMKI, A. Relação entre o número de espécies de peixes, complexidade de hábitat e ordem do riacho nas cabeceiras de um tributário do rio Urubu, Amazônia Central. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 11, n. 2, p. 127-135. 1999.

BARRELA, W.; PETRERE JR., M. The influence of environmental factors on fish community structure in Jacaré Pepira River, Brazil. In: COWX, I. G. (Org.). *Rehabilitation of Freshwater Fisheries*, Bodman, UK: Fishing News Books, 1994. p. 161-170.

BARTHEM, R. B. Componente biota aquática. In: CAPOBIANCO, J. P. R.; VERÍSSIMO, A.; MOREIRA, A.; SAWYER, D.; SANTOS, I.; PINTO, L. P. (Org.). *Biodiversidade na Amazônia Brasileira*. São Paulo: ISA & Estação Liberdade, 2001. p. 60-78.

BELBIN, L. *PATN - Pattern Analysis Package*. Australia: Division of Wildlife and Ecology, CSIRO, 1995.

BÖHLKE, J. E.; WEITZMAN, S. H.; MENEZES, N. A. Estado atual da sistemática dos peixes de água doce da América do Sul. *Acta Amazônica*, v. 8, n. 4, p. 657-677. 1978.

BÜHRNHEIM, C. M. *Estrutura de comunidades de peixes em igarapés de floresta de terra firme na Amazônia Central*. 1998. 166 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 1998.

BÜHRNHEIM, C. M.; COX-FERNANDES, C. Low seasonal variation of fish assemblages in Amazonian rain forest streams. *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, v. 12, p. 65-78. 2001.

CASTRO, R. M. C. Evolução da ictiofauna de riachos sul-americanos: padrões gerais e possíveis processos causais. In: CARAMASCHI, E. P., MAZZONI, R., PERES-NETO, P. R. (Eds.). *Ecologia de peixes de riachos*. Rio de Janeiro: Série Oecologia Brasiliensis, PPGE-UFRJ, 1999. v. 6, p. 139-155.

CLETO FILHO, S. E. N.; WALKER, I. Efeito da ocupação urbana sobre a macrofauna de invertebrados aquáticos de um igarapé da cidade de Manaus/AM - Amazônia central. *Acta Amazônica*, v. 31, n. 1, p. 69-89. 2001.

CORNELL, H. V. Unsaturated patterns in species assemblages: the role of regional processes in setting local species richness. In: RICKLEFS, R. E.; SCHLUTER, D. *Species diversity in ecological communities: historical and geographical perspectives*. Chicago: University of Chicago Press, 1993. p. 243-252.

FEARNSIDE, P. M.; GRAÇA, P. M. L. A. BR-319: Brazil's Manaus-Porto Velho Highway and the potential impact of linking the arc of deforestation to central Amazonia. *Environmental Management*, v. 38, n. 5, p. 705-716. 2006.

FERREIRA, E. J. G. Composição, distribuição e aspectos ecológicos da ictiofauna de um trecho do rio Trombetas, na área de influência da futura UEH Cachoeira Porteira, Estado do Pará, Brasil. *Acta Amazônica*, v. 23, p. 1-89. 1993.

GALUCH, A. V. *Adaptação de um índice de integridade biótica para igarapés da Amazônia Central, com base em atributos ecológicos da comunidade de peixes*. 2007. 100 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2007.

GILLIAM, J. F.; FRASER, D. F.; ALKINS-KOO, M. Structure of a tropical stream fish community: a role for biotic interactions. *Ecology*, v. 74, n. 6, p. 1856-1870. 1993.

GOOGLE EARTH. *Google earth (Ver. 4.2)*. Acesso em: 15 de abr. de 2008.

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

HANDING, J. S.; BENFIELD, E. F.; BOLSTAD, P. V.; HELFMAN, G. S.; JONES, E. B. Stream biodiversity: The ghost of land use past. *Proceedings of the National Academy of Science USA*, v. 95, p. 14843-14847. 1998.

HOEINGHAUS, D. J.; WINEMILLER, K. O.; BIRNBAUM, J. S. Local and regional determinants of stream fish assemblage structure: inferences based on taxonomic vs. functional. *Journal of Biogeography*, v. 34, p. 324-338. 2007.

JACKSON, D. A.; HARVEY, H. H. Biogeographic associations in fish assemblages: local vs. regional processes. *Ecology*, v. 70, p. 1472-1484. 1989.

JACSON, D. A.; PERES-NETO, P. R.; OLDEN, J. D. 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. 2001.

KREBS, C. J. *Ecological methodology*. New York: Harper & Row, 1989. 654 p.

LASSO, C. A.; RIAL, A. B.; LASSO-ALCALÁ, O. M. Composición y variabilidad espacio-temporal de las comunidades de peces en ambientes inundables de los llanos de Venezuela. *Acta Biologica Venezuelica*, v. 19, n. 2, p. 1-28. 1999.

LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. *Numerical ecology*. Amsterdam: The Netherlands, Elsevier, 1998. 870 p.

LOWE-McCONNELL, R. H. *Ecological studies in tropical fish communities*. Inglaterra: Cambridge University Press, 1987. 382 p.

LOWE-McCONNELL, R. H. *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1999. 534 p.

MAIER, M. H. Considerações sobre características limnológicas de ambientes lóticos. *B. Inst. Pesca*, v. 5, n. 2. p. 75-90. 1978.

MARTIN-SMITH, K. M. Relationships between fishes and habitat in rainforest streams in Sabah, Malaysia. *Journal of Fish Biology*, v. 52, p. 458–482. 1998.

MARTINS, C. S. *Estrutura da comunidade da ictiofauna em igarapés da bacia do rio Urubu, Amazônia Central, Brasil*. 2000. 49 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade do Amazonas, Manaus, 2000.

MENDONÇA, F. P. *Ictiofauna de igarapés de terra-firme: estrutura de comunidades de duas bacias hidrográficas, Reserva Florestal Adolpho Ducke, Amazônia Central*. 2002. 43 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2002.

MENDONÇA, F. P.; MAGNUSSON, W. E.; ZUANON, J. Relationships between habitat characteristics and fish assemblages in small streams of central Amazonia. *Copeia*, n. 4, p. 751-764. 2005.

MEYER, J. L., STRAYER, D. L., WALLACE J. B., EGGERT, S. L., HELFMAN, G. S.; LEONARD, N. E. The contribution of headwater streams to biodiversity in river networks. *Journal of the American Water Resources Association*, v. 43. n. 1, p. 86-103. 2007.

PASCOALOTO, D. Características Físicas e químicas de sete igarapés de terra-firme no estado do Amazonas e sua relação com *Batrachospermum* ssp. (Batrachospermaceae, Rhodophyta). *Boletim de Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Botânica*, v. 17, n. 1, p. 3-19. 2001.

PERES, C. A. Why we need megareserves in Amazonia. *Conservation Biology*, v. 19, n. 3, p. 728-733. 2005.

PETTS, G. E. Rivers: Dynamic components of catchment ecosystems. In: CALOW, P.; PETTS, G. E. (Eds.). *The river handbook*. Oxford: Blackwell Scientific, 1994. v. 2, p. 3-22.

PLANO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. *Divisão Hidrográfica Nacional: Ottobacias do Brasil*, Brasília, 2003.

RADAMBRASIL. *Mineral, D. N. P. Folha SB. 20 Purus: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra*, Rio de Janeiro, 1978. 566 p.

RAPP-PY-DANIEL, L. H.; LEÃO, E. L. M. A coleção de peixes do INPA: base do conhecimento científico sobre a ictiofauna amazônica gerado pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. In: VAL, A. L.; FIGLIUOLO, R.; FELDBERG, E. *Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia: fatos e perspectivas*. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 1991. p. 299-312.

REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS JR., C. J. *Check list of the freshwater fishes of South and Central America*. Porto Alegre: Edipucrs, 2003. 742 p.

RICKLEFS, R. E. Community diversity: relative roles of local and regional processes. *Science*, v. 235, n. 4785, p. 167-171. 1987.

RICKLEFS, R. E.; SCHLUTER, D. Species diversity: regional and historical influences. In: RICKLEFS, R. E.; SCHLUTER, D. *Species diversity in ecological communities: historical and geographical perspectives*. Chicago: University of Chicago Press, 1993. p. 350-363.

RODRIGUEZ, M. A.; LEWIS JR., W. Structure of fish assemblages along environmental gradients in floodplain lakes of the Orinico river. *Ecological Monographs*, v. 67, n. 1, p. 109-128. 1997.

SABINO, J.; ZUANON, J. A stream fish assemblage in Central Amazônia: distribution, activity pattern and feeding behaviour. *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, v. 8, n. 3, p. 201-210. 1998.

SANTOS, H. M. V. E. *Variação temporal da ictiofauna em igarapés de terra-firme, Reserva Ducke, Manaus, Amazonas*. 2007. 41 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2007.

SANTOS, G. M.; FERREIRA, J. G. Peixes da bacia Amazônica. In: LOWE-McCONNEL, R. H. *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1999. p. 345-373.

SARAF, A. K. *Grid analyst extension (Ver. 1.1)*. India: University of Roorkee, 2000.

SCHLOSSER, I. J. Stream fish ecology: a landscape perspective. *BioScience*, v. 41, n. 10, p. 704-712. 1991.

SILVA, C. P. D. Alimentação e distribuição espacial de algumas espécies de peixes do igarapé do Candirú, Amazonas, Brasil. *Acta Amazônica*, v. 23, p. 271-285. 1993.

SILVA, C. P. D. Community structure of fish in urban and natural streams in the Central Amazon. *Amazoniana*, v. 13 (3/4), p. 221-236. 1995.

SILVA, F. R. *Estrutura e dinâmica de comunidades de peixes em igarapés da RDS Piagaçu-Purus, rio Madeira, Amazonas, Brasil*. 2006. 56 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade federal do Amazonas, Manaus, 2006.

SIOLI, H. The Amazon and its main afluentes: Hydrografy, morfology of the river courses, and river types. In: SIOLI, H. (ed.) *The Amazon, limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and Its basin*. Dordrecht, 1984. p. 127-166.

SMERMAN, W. Ictiofauna de riachos formadores do rio Teles Pires, drenagem do rio Tapajós, bacia Amazônica. 2007. 88 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura. São Paulo: Jaboticabal, 2007.

SYSTAT SOFTWARE, INC. *Systat (Ver. 12)*. 2007.

THOMAS, S. M.; NEILL, C.; DEEGAN, L. A.; KRUSCHE, A. V.; BALLESTER, V. M.; VICTORIA, R. L. Influences of land use and stream size on particulate and dissolved materials in a small Amazonian stream network. *Biogeochemistry*, v. 68, n. 2, p. 135-151. 2004.



UIEDA, V. S.; BARRETO, M. G. Composição da ictiofauna de quatro trechos de diferentes ordens do rio Capivara, bacia do Tietê, Botucatu, São Paulo. *Revista Brasileira de Zoociências*, Juiz de Fora, v. 1, n. 1, p. 55-67. 1999.

UIEDA, V. S.; CASTRO, R. M. C. Coleta e fixação de peixes de riachos. In: CARAMASCHI, E. P., MAZZONI, R., PERES-NETO, P. R. (Eds.). *Ecologia de peixes de riachos*. Rio de Janeiro: Série Oecologia Brasiliensis, PPGE-UFRJ, 1999. v. 6, p. 01-22.

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

## **ANEXOS**

**ANEXO A** - Valores de pH, temperatura (Temp.), condutividade elétrica (Condut.), oxigênio dissolvido (O<sub>2</sub>), velocidade média da corrente (Vm), largura média do canal (Larg.), vazão média (vazão), profundidade média do canal (P\_méd.), profundidade máxima média do canal (P\_máx.), abertura do dossel (Dossel) e porcentagens de substratos medidos nos diferentes igarapés amostrados (AG = argila; AR = areia; LF = liteira fina; LT = liteira; RA = raiz; SX = seixo; TR = tronco; OUTROS = macrófita, limo, rocha, ferro bactéria e alga).

Bacia	Igarapé	pH	Temp. (°C)	Condut. (µS/cm)	O <sub>2</sub> (mg/l)	Vm (cm/s)	Larg. (m)	Vazão (m³/s)	P_méd. (m)	P_máx. (m)	Dossel (%)	Categorias de substrato (%)							
												AG	AR	LF	LT	RA	SX	TR	OUTROS
<b>Bacia-1</b>	B1-01	4,45	25,20	77,90	2,45	0,99	0,85	0,000	0,06	0,08	8,63	0,0	0,0	42,0	33,0	25,0	0,0	0,0	0,0
	B1-02	5,56	24,60	57,80	4,40	3,37	1,36	0,002	0,05	0,08	9,96	61,0	0,0	0,0	17,0	11,0	3,0	0,0	8,0
	B1-03	5,22	25,90	29,80	4,21	8,73	1,53	0,009	0,08	0,12	8,30	67,0	0,0	0,0	30,0	0,0	3,0	0,0	0,0
	B1-04	5,70	25,10	69,60	4,11	12,56	1,75	0,010	0,06	0,10	9,81	42,0	0,0	0,0	58,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	B1-05	5,10	26,40	15,80	4,18	19,97	2,24	0,037	0,17	0,30	10,84	14,0	0,0	36,0	19,0	11,0	17,0	3,0	0,0
	B1-06	5,19	24,50	88,20	6,34	15,92	3,10	0,105	0,24	0,38	11,48	11,0	0,0	36,0	50,0	0,0	0,0	3,0	0,0
	B1-07	6,02	24,80	56,90	6,15	18,35	4,39	0,251	0,41	0,58	9,83	19,0	0,0	3,0	53,0	0,0	0,0	17,0	8,0
	B1-08	6,09	26,00	59,00	4,18	3,70	3,82	0,018	0,24	0,33	6,86	0,0	0,0	0,0	39,0	6,0	0,0	3,0	52,0
	B1-09	6,20	29,00	51,10	6,03	12,67	1,27	0,038	0,42	0,61	7,82	8,0	0,0	0,0	50,0	42,0	0,0	0,0	0,0
	B1-10	6,26	24,00	33,50	5,45	1,64	1,08	0,001	0,04	0,06	9,25	33,0	0,0	0,0	50,0	14,0	0,0	3,0	0,0
	B1-11	5,96	25,00	25,70	4,73	24,14	1,53	0,053	0,15	0,21	8,19	67,0	0,0	3,0	11,0	19,0	0,0	0,0	0,0
<b>Bacia-2</b>	B2-01	6,28	24,30	57,00	4,60	8,18	3,53	0,065	0,30	0,39	4,69	28,0	0,0	0,0	63,0	0,0	0,0	9,0	0,0
	B2-02	4,47	24,90	91,60	0,73	0,62	1,86	0,002	0,15	0,23	8,40	3,0	0,0	0,0	78,0	8,0	0,0	11,0	0,0
<b>Bacia-3</b>	B3-01	5,66	24,30	83,80	4,64	4,24	2,09	0,024	0,32	0,47	5,47	33,0	0,0	0,0	56,0	3,0	0,0	8,0	0,0
	B3-02	5,12	23,90	21,50	4,12	6,52	2,40	0,018	0,14	0,21	8,21	8,0	0,0	0,0	78,0	3,0	0,0	11,0	0,0
<b>Bacia-4</b>	B4-01	4,68	24,50	16,60	4,27	5,65	1,96	0,011	0,14	0,20	19,59	22,0	8,0	6,0	55,0	3,0	0,0	6,0	0,0
	B4-02	5,12	24,50	7,90	3,63	9,66	2,34	0,019	0,10	0,17	8,87	8,0	0,0	6,0	83,0	0,0	0,0	3,0	0,0
	B4-03	4,88	24,50	7,60	5,03	7,64	2,97	0,069	0,33	0,46	22,17	17,0	0,0	11,0	64,0	0,0	0,0	8,0	0,0
<b>Bacia-5</b>	B5-01	4,63	24,80	37,60	5,26	15,81	2,13	0,094	0,29	0,45	22,47	0,0	0,0	0,0	86,0	0,0	0,0	14,0	0,0
	B5-02	5,54	24,40	19,60	4,45	12,02	1,34	0,015	0,10	0,13	14,49	0,0	16,0	3,0	78,0	0,0	0,0	3,0	0,0
	B5-03	4,93	25,10	15,20	3,78	2,49	1,56	0,006	0,10	0,17	22,96	0,0	0,0	0,0	97,0	0,0	0,0	3,0	0,0
	B5-04	4,90	25,00	17,60	3,64	5,34	1,25	0,010	0,15	0,21	27,46	0,0	3,0	5,0	89,0	0,0	0,0	3,0	0,0

**ANEXO B** - Composição da ictiofauna capturada nos igarapés do interflúvio Madeira-Purus em número de exemplares por bacia de drenagem, com sua abundância total (N), frequência relativa (FR %) e frequência de ocorrência nos igarapés em porcentagem (FO %).

Ordem/Família/Espécie	BACIAS					N	FR (%)	FO (%)
	1	2	3	4	5			
<b>CHARACIFORMES</b>								
<b>Characidae</b>								
<i>aff. Bryconadenos</i> sp.	649	-	-	-	-	649	11,78	27,3
"Aphyoditeina" sp.	8	2	2	-	-	12	0,22	18,2
<i>Bryconops</i> aff. <i>collettei</i> Chernoff & Machado-Allison, 2005	16	-	-	-	-	16	0,29	4,5
<i>Bryconops</i> aff. <i>magoi</i> Chernoff & Machado-Allison, 2005	12	-	-	-	-	12	0,22	4,5
<i>Charax</i> cf. <i>condei</i> (Géry & Knöppel, 1976)	-	-	2	-	-	2	0,04	4,5
<i>Gnathocharax steindachneri</i> Fowler, 1913	-	-	-	-	8	8	0,14	4,5
<i>Hemigrammus</i> aff. <i>schmardae</i> (Steindachner, 1882)	-	215	121	44	-	380	6,90	18,2
<i>Hemigrammus belottii</i> (Steindachner, 1882)	-	109	1	-	239	349	6,33	27,3
<i>Hemigrammus gracilis</i> (Lütken, 1875)	1	-	-	-	-	1	0,02	4,5
<i>Hemigrammus ocellifer</i> (Steindachner, 1882)	179	41	-	-	1	221	4,00	31,8
<i>Hemigrammus pretoensis</i> Géry, 1965	-	-	-	12	-	12	0,22	9,1
<i>Hyphessobrycon</i> cf. <i>heterorhabdus</i> (Ulrey, 1894)	763	117	120	125	-	1125	20,42	72,7
<i>Hyphessobrycon</i> cf. <i>tukunai</i> Géry, 1965	-	15	-	1	-	16	0,29	9,1
<i>Iguanodectes geisleri</i> Géry, 1970	7	3	-	-	-	10	0,18	9,1
<i>Iguanodectes vatiatus</i> Géry, 1993	-	-	4	2	3	9	0,16	18,2
<i>Microschemobrycon</i> sp.	-	52	-	-	-	52	0,94	4,5
<i>Moenkhausia</i> aff. <i>lepidura</i> (Kner, 1858)	-	-	-	-	1	1	0,02	4,5
<i>Moenkhausia</i> aff. <i>oligolepis</i> (Günther, 1864)	7	-	-	-	-	7	0,13	4,5

(Continua)

Ordem/Família/Espécie	BACIAS					N	FR (%)	FO (%)
	1	2	3	4	5			
<i>Moenkhausia comma</i> Eigenmann, 1908	1	-	-	-	-	1	0,02	4,5
<i>Moenkhausia cotinho</i> Eigenmann, 1908	-	-	-	-	2	2	0,04	9,1
<i>Moenkhausia</i> sp.	3	-	-	-	-	3	0,05	9,1
<i>Priocharax ariel</i> Weitzman & Vari, 1987	-	169	1	3	-	173	3,14	18,2
<i>Tetragonopterus</i> sp.	-	-	-	-	1	1	0,02	4,5
<i>Tyttocharax</i> cf. <i>madeirae</i> Fowler, 1913	12	-	-	-	-	12	0,22	4,5
<i>Tyttocharax</i> sp.	-	30	3	-	-	33	0,60	9,1
<b>Crenuchidae</b>								
<i>Crenuchus spilurus</i> Günther, 1863	-	73	-	14	6	93	1,69	36,4
<i>Elachochax junki</i> (Géry, 1971)	-	-	-	-	29	29	0,52	13,6
<i>Elachochax pulcher</i> Myers, 1927	-	1	-	-	-	1	0,02	4,5
<i>Microcharacidium weitzmani</i> Buckup, 1993	6	33	11	82	-	132	2,40	36,4
<i>Odontocharacidium aphanes</i> (Weitzman & Kanazawa, 1977)	-	16	5	-	5	26	0,47	22,7
<i>Odontocharacidium</i> sp.	-	1	4	-	-	5	0,09	13,6
<b>Curimatidae</b>								
<i>Cyphocharax pantostictos</i> Vari & Barriga S., 1990	1	-	-	-	-	1	0,02	4,5
<b>Erythrinidae</b>								
<i>Erythrinus erythrinus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	13	1	2	10	5	31	0,56	63,6
<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	1	2	1	1	4	9	0,16	31,8
<i>Hoplerethrinus unitaeniatus</i> (Spix & Agassiz, 1829)	7	-	-	-	-	7	0,13	22,7

(Continuação)

Ordem/Família/Espécie	BACIAS					N	FR (%)	FO (%)
	1	2	3	4	5			
<b>Gasteropelecidae</b>								
<i>Carnegiella marthae</i> Myers, 1927	-	-	-	-	1	1	0,02	4,5
<i>Carnegiella strigata</i> (Günther, 1864)	19	8	4	4	22	57	1,03	45,5
<b>Lebiasinidae</b>								
<i>Copella nattereri</i> (Steindachner, 1876)	-	-	-	-	1	1	0,02	4,5
<i>Copella nigrofasciata</i> (Meinken, 1952)	80	149	96	163	215	703	12,76	72,7
<i>Nannostomus eques</i> Steindachner, 1876	-	-	-	-	1	1	0,02	4,5
<i>Pyrhulina brevis</i> Steindachner, 1876	63	20	33	7	1	124	2,25	68,2
<i>Pyrhulina zigzag</i> Zarske & Géry, 1997	170	-	-	-	-	170	3,09	27,3
GYMNOTIFORMES								
<b>Gymnotidae</b>								
<i>Gymnotus</i> aff. <i>carapo</i> Linnaeus, 1758	1	-	-	1	-	2	0,04	9,1
<i>Gymnotus</i> aff. <i>cataniapo</i> Mago-Leccia, 1994	1	-	-	11	-	12	0,22	9,1
<i>Gymnotus</i> aff. <i>pedanopterus</i> Mago-Leccia, 1994	-	3	-	-	1	4	0,07	9,1
<i>Gymnotus anguillaris</i> Hoedeman, 1962	19	4	7	25	5	60	1,09	63,6
<i>Gymnotus carapo</i> Linnaeus, 1758	3	-	-	3	-	6	0,11	13,6
<i>Gymnotus</i> cf. <i>stenoleucus</i> Mago-Leccia, 1994	-	-	-	-	1	1	0,02	4,5
<b>Hypopomidae</b>								
<i>Brachyhypopomus brevirostris</i> (Steindachner, 1868)	-	1	-	-	4	5	0,09	9,1
<i>Brachyhypopomus</i> sp.1	-	-	-	-	53	53	0,96	18,2

(Continuação)

Ordem/Família/Espécie	BACIAS					N	FR (%)	FO (%)
	1	2	3	4	5			
<i>Brachyhypopomus</i> sp.2	17	-	-	1	-	18	0,33	22,7
<i>Brachyhypopomus</i> sp.3	-	-	-	-	1	1	0,02	4,5
<i>Brachyhypopomus</i> sp.4	1	-	-	-	-	1	0,02	4,5
<i>Brachyhypopomus</i> sp.5	2	-	-	-	-	2	0,04	9,1
<i>Hypopygus lepturus</i> Hoedeman, 1962	14	56	9	14	10	103	1,87	40,9
<i>Microsternarchus bilineatus</i> Fernández-Yépez, 1968	-	24	3	31	1	59	1,07	22,7
<i>Racenisia</i> sp.1	-	-	-	15	-	15	0,27	9,1
<i>Racenisia</i> sp.2	2	-	-	-	-	2	0,04	9,1
<i>Steatogenys duidae</i> (La Monte, 1929)	-	1	-	-	-	1	0,02	4,5
<b>Rhamphichthyidae</b>								
<i>Gymnorhamphichthys rondoni</i> (Miranda Ribeiro, 1920)	1	-	-	-	-	1	0,02	4,5
<b>Sternopygidae</b>								
<i>Sternopygus</i> cf. <i>obtusirostris</i> Steindachner, 1881	-	-	1	-	-	1	0,02	4,5
PERCIFORMES								
<b>Cichlidae</b>								
<i>Acaronia nassa</i> (Heckel, 1840)	-	-	-	-	1	1	0,02	4,5
<i>Aequidens</i> cf. <i>pallidus</i> (Heckel, 1840)	6	1	1	3	-	11	0,20	31,8
<i>Apistogramma agassizii</i> (Steindachner, 1875)	67	10	7	5	127	216	3,92	77,3
<i>Apistogramma</i> cf. <i>resticulosa</i> Kullander, 1980	15	-	-	-	-	15	0,27	9,1

(Continuação)

Ordem/Família/Espécie	BACIAS					N	FR (%)	FO (%)
	1	2	3	4	5			
<i>Crenicara punctulatum</i> (Günther, 1863)	-	-	-	-	1	1	0,02	4,5
<i>Crenicichla inpa</i> Ploeg, 1991	1	-	-	-	-	1	0,02	4,5
<b>Gobiidae</b>								
<i>Microphilypinus ternetzi</i> Myers, 1927	-	-	-	-	18	18	0,32	9,1
<b>SILURIFORMES</b>								
<b>Auchenipteridae</b>								
<i>Tatia creutzbergi</i> (Boeseman, 1953)	1	-	-	-	3	4	0,07	13,6
<i>Tatia</i> sp.	-	-	-	1	-	1	0,02	4,5
<b>Callichthyidae</b>								
<i>Megalechis thoracata</i> (Valenciennes, 1840)	3	-	-	-	6	9	0,16	18,2
<b>Cetopsidae</b>								
<i>Helogenes marmoratus</i> Günther, 1863	10	10	8	22	-	50	0,90	50,0
<b>Doradidae</b>								
<i>Physopyxis ananas</i> Sousa & Rapp Py-Daniel, 2005	-	-	-	-	11	11	0,20	4,5
<b>Heptapteridae</b>								
<i>Gladioganis cf. conquistador</i> Lundberg, Bornbusch & Mago-Leccia, 1991	26	1	1	-	107	135	2,45	45,5
<i>Rhamdia</i> sp.1	-	-	-	-	1	1	0,02	4,5
<i>Rhamdia</i> sp.2	-	-	-	2	-	2	0,04	9,1



(Conclusão)

Ordem/Família/Espécie	BACIAS					N	FR (%)	FO (%)
	1	2	3	4	5			
<b>Loricariidae</b>								
<i>Ancistrus</i> sp.	2	-	-	-	-	2	0,04	4,5
<i>Otocinclus caxarari</i> Schaefer, 1997	4	-	-	-	-	4	0,07	4,5
<b>Pseudopimelodidae</b>								
<i>Batrochoglanis raninus</i> (Valenciennes, 1840)	1	-	-	-	-	1	0,02	4,5
<b>Trichomycteridae</b>								
<i>Ituglanis</i> cf. <i>amazonicus</i> (Steindachner, 1882)	6	-	-	-	-	6	0,11	13,6
<i>Trichomycterus hasemani</i> (Eigenmann, 1914)	-	-	-	-	5	5	0,09	9,1
CYPRINODONTIFORMES								
<b>Rivulidae</b>								
<i>Rivulus</i> aff. <i>compressus</i> Henn, 1916	20	3	29	2	2	56	1,01	50,0
<i>Rivulus</i> aff. <i>kirovskyi</i> Costa, 2004	22	1	-	2	-	25	0,45	27,3
<i>Rivulus</i> sp.	65	-	-	-	-	65	1,18	18,2
SYNBRANCHIFORMES								
<b>Synbranchidae</b>								
<i>Synbranchus</i> sp.1	2	3	3	1	13	22	0,40	40,9
<i>Synbranchus</i> sp.2	2	-	-	-	-	2	0,04	9,1
<b>N= 86</b>	<b>2332</b>	<b>1175</b>	<b>479</b>	<b>607</b>	<b>916</b>	<b>5509</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>