

**UNIVERSIDADE DO AMAZONAS**  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA**

**Ictiofauna de igarapés de terra firme: estrutura das  
comunidades de duas bacias hidrográficas, Reserva  
Florestal Adolfo Ducke, Amazônia Central.**

**Fernando Pereira de Mendonça**

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Biologia Tropical e Recursos  
Naturais, convênio INPA/UA, como  
parte dos requisitos para obtenção  
do título de Mestre em Ciências  
Biológicas, área de concentração  
Ecologia.

**Manaus – Amazonas**

**2002**

**UNIVERSIDADE DO AMAZONAS**  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA**

**Ictiofauna de igarapés de terra firme: estrutura das  
comunidades de duas bacias hidrográficas, Reserva  
Florestal Adolfo Ducke, Amazônia Central.**

**Fernando Pereira de Mendonça**  
**Orientador: Dr. William E. Magnusson**  
**Co-orientador: Dr. Jansen Zuanon**

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Biologia Tropical e Recursos  
Naturais, convênio INPA/UA, como  
parte dos requisitos para obtenção  
do título de Mestre em Ciências  
Biológicas, área de concentração  
Ecologia.

**Manaus – Amazonas**  
**2002**

*À Enet, Edna e Ana Paula,  
por todo o amor que me dedicam.*

**Ficha Bibliográfica:**

Mendonça, F. P. de. 2001

Ictiofauna de igarapés de terra firme: estrutura das comunidades de duas bacias hidrográficas, Reserva Florestal Ducke, Amazônia Central. Manaus: INPA/UA,

2001.

43p.

Dissertação de Mestrado

1. Estrutura de Comunidades 2. Ictiofauna de riachos 3. Igarapés de Terra-firme 4. Amazônia Central.

CDD 19. ed. 574.526.323

**SINOPSE:**

Visando determinar a composição ictiofaunística das bacias hidrográficas existentes da Reserva Florestal Adolfo Ducke, Manaus-AM, bem como investigar quais fatores influenciam a estrutura da comunidade, 35 igarapés de terra-firme foram estudados. Análises multivariadas foram aplicadas para determinar se as dimensões dos corpos de água, substrato, bacia de drenagem ou fatores físico-químicos influenciam a distribuição de espécies.

Palavras-chaves: estrutura de comunidades; ictiofauna de riachos; igarapés de terra-firme; Amazônia Central.

Keywords: community structure; stream fishes; rainforest *terra firme* streams; Central Amazonia.

## Agradecimentos

- Aos Drs. William E. Magnusson e Jansen Zuanon pela orientação, incentivo e amizade.
- À Fundação O Boticário de Proteção a Natureza e ao CNPq pelo apoio financeiro e bolsa de mestrado, ao IBAMA e à Divisão de Suporte às Estações e Reservas – INPA, pela concessão das autorizações para a realização deste trabalho.
- Ao INPA, PPG-BTRN e aos professores da Ecologia e da Biologia Aquática, que tanto contribuíram para minha formação e amadurecimento desta dissertação.
- Aos assistentes de campo, Marlisson e Ademir e aos seguranças da Reserva Ducke, pela ajuda fundamental e grande amizade.
- Aos Drs. Bruce Forsberg, José Gomes, Cláudia P. D. Silva e Assad J. Darwich pelo apoio logístico durante as fases de campo e análises limnológicas.
- Aos Drs. Renato Cintra, Lúcia H. Rapp Py-Daniel e Eduardo M. Venticinque pela grande amizade e apoio.
- Ao Cristiano, Thiago e Viviane, que se tornaram minha família em Manaus, apoiando nas horas difíceis e sobretudo pelas milhares de horas de alegria. Ao Júlio Daniel e à Ana Cláudia, amigos de longa data, me aturando desde as épocas de graduação.
- À todos os meus amigos do INPA, mestrandos da Ecologia, BADPI e Botânica.
- Em especial à Enet e Edna, minha família, que me apoiaram durante toda a minha vida, me dando forças para prosseguir.
- À Ana Paula, por todo amor e carinho que, durante estes dois anos distantes, tornaram-se ainda mais fortes.

## Sumário

<b>Resumo .....</b>	<b>1</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>2</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>3</b>
A Reserva Florestal Adolfo Ducke .....	6
<b>Material e métodos .....</b>	<b>9</b>
Parâmetros ambientais .....	9
Ictiofauna .....	11
<b>Análise dos dados .....</b>	<b>13</b>
<b>Resultados .....</b>	<b>14</b>
Características dos igarapés .....	14
A comunidade íctica .....	15
Influência das variáveis ambientais sobre a composição da ictiofauna .....	16
<b>Discussão .....</b>	<b>25</b>
<b>Bibliografia .....</b>	<b>30</b>
<b>Apêndices .....</b>	<b>37</b>

## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> – Localização geográfica da Reserva Florestal Ducke. ....	7
<b>Figura 2</b> – Reserva Ducke: relevo e hidrografia. No mapa destacam-se os igarapés que foram estudados. Círculos amarelos indicam os pontos de amostragem. S.n.m. = sobre o nível do mar. Modificado de Ribeiro <i>et al.</i> , 1999. ....	8
<b>Figura 3</b> – Equipamentos utilizados para a coleta da ictiofauna (A) e figura esquemática da disposição das armadilhas e movimentação das redes nos igarapés (B). ....	12
<b>Figura 4</b> – Ordenação por meio de Escalonamento Multidimensional Híbrido (HMDS) para dados quantitativos (A e B) e qualitativos (C e D) dos igarapés de 1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> , e 3 <sup>a</sup> ordem. Os pontos representam comunidades ictiofaunísticas distanciadas por fatores relacionados ao tamanho dos igarapés (A e C) e à bacia de drenagem (B e D). Para os gráficos referentes ao tamanho dos igarapés, círculos representam igarapés de 1 <sup>a</sup> ordem, triângulos igarapés de 2 <sup>a</sup> ordem e quadrados igarapés de 3 <sup>a</sup> ordem. Para os gráficos referentes às bacias de drenagem, círculos indicam igarapés da bacia Oeste e quadrados, da bacia Leste. ....	21
<b>Figura 5</b> – Ordenação por meio de Escalonamento Multidimensional Híbrido (HMDS) para dados quantitativos (A e B) e qualitativos (C e D) dos igarapés de 1 <sup>a</sup> e 2 <sup>a</sup> ordem. Os pontos representam comunidades ictiofaunísticas distanciadas por fatores relacionados ao tamanho dos igarapés (A e C) e à bacia de drenagem (B e D). Para os gráficos referentes ao tamanho dos igarapés, círculos representam igarapés de 1 <sup>a</sup> ordem e quadrados igarapés de 2 <sup>a</sup> ordem. Para os gráficos referentes às bacias de drenagem, círculos indicam igarapés da bacia Oeste e quadrados, da bacia Leste. ....	22
<b>Figura 6</b> – Distribuição da ictiofauna em relação à vazão dos igarapés. Abundância das espécies em frequência relativa (%); vazão em m <sup>3</sup> /s. ....	23
<b>Figura 7</b> – Distribuição da ictiofauna em função da bacia de drenagem. Abundância das espécies em frequência relativa (%). ....	24

## Lista de Tabelas

<b>Tabela 1</b> – Composição da ictiofauna capturada na Reserva Florestal Ducke, em número de exemplares por bacia de drenagem. ....	17
<b>Tabela 2</b> – Composição da ictiofauna capturada na Reserva Florestal Ducke, em número de exemplares por bacia de drenagem (continuação). ....	18

## Lista de Apêndices

<b>Apêndice 1</b> - Valores médios dos parâmetros ambientais medidos nos diferentes locais de amostragem.....	38
<b>Apêndice 2</b> - Ictiofauna capturada na Reserva Florestal Ducke, Bacia Oeste, em números de exemplares por local de amostragem.....	39
<b>Apêndice 3</b> - Ictiofauna capturada na Reserva Florestal Ducke, Bacia Oeste, em números de exemplares por local de amostragem (continuação).....	40
<b>Apêndice 4</b> - Ictiofauna capturada na Reserva Florestal Ducke, Bacia Leste, em números de exemplares por local de amostragem.....	41
<b>Apêndice 5</b> - Ictiofauna capturada na Reserva Florestal Ducke, Bacia Leste, em números de exemplares por local de amostragem (continuação).....	42
<b>Apêndice 6</b> - Coeficientes de correlação (Pearson) entre os fatores ambientais amostrados .....	43



## Resumo

Na Amazônia Central, pequenos riachos de águas ácidas e pobres em nutrientes constituem uma densa rede hídrica. Contudo, pouco é conhecido sobre a riqueza e abundância de sua ictiofauna. Para determinar a composição ictiofaunística das bacias hidrográficas existentes na Reserva Florestal Adolfo Ducke, Manaus-AM, determinar a independência das mesmas como unidades de manejo, bem como determinar quais fatores estão influenciando a estrutura da comunidade, 35 igarapés de terra-firme foram estudados. Análises multivariadas foram aplicadas para determinar se as dimensões dos corpos de água, substrato, bacia de drenagem ou fatores físico-químicos influenciam a distribuição de espécies.

A comunidade de peixes foi composta por pelo menos 49 espécies. Em média, a riqueza foi semelhante entre os sítios de amostragem independente da dimensão dos mesmos. A composição de espécies foi relacionada com a presença de ácidos húmicos, partículas em suspensão, com velocidade de corrente, vazão e com o tipo de substrato, especialmente troncos e bancos de liteira. As bacias de drenagem possuem comunidades diferentes, devendo ser consideradas unidades de manejo distintas. A riqueza por trecho amostrado (diversidade  $\alpha$ ) foi pequena, em relação a riqueza total encontrada, indicando uma alta diversidade  $\beta$ . Tais resultados indicam a necessidade da criação de mais unidades de conservação nesta região, incluindo áreas de cabeceiras, de forma a se manter a diversidade da ictiofauna de igarapés de terra-firme.

## Abstract

In Central Amazonia, small streams with acid waters and poor in nutrients form a dense hydric system. However, little is known about the richness and abundance of the fish fauna. This study was undertaken in the Adolfo Ducke Forest Reserve, near Manaus, Amazonas, Brazil. The reserve has two drainage basins and the objectives of the study were to describe the ichthyofauna of the reserve, determine whether the two drainage basins should be considered independent management units, and to determine the effects of stream size, substrate, and physical-chemical factors on species distribution.

The fish community consists of at least forty-nine species. The mean richness was similar between sites, independent of stream size. The community composition was affected by variation in humic acids, suspended material, current velocity, stream size and stream substrate. The two drainage basins within the reserve have distinct fish faunas and should be considered independent management units. The  $\alpha$  diversity was low in relation to the total number of species within the reserve, and in relation to the number of species that have been recorded from small forest streams near the reserve, indicating the necessity for a network of reserves in the region to conserve the fish fauna of the small forest streams.

## Introdução

A região Amazônica possui a maior bacia de drenagem do mundo, com cerca de 700.000km<sup>2</sup> (Santos & Ferreira, 1999). É formada por uma diversidade de corpos d'água, não somente grandes rios e lagos, mas também inúmeros pequenos riachos que constituem uma das redes hídricas mais densas do mundo (Junk, 1983). Com exceção dos rios maiores de águas brancas, cujas nascentes se encontram nas altas cadeias de montanhas andinas, quase todos os rios amazônicos são resultantes da junção de pequenos riachos que drenam a floresta (Walker, 1991).

Na Amazônia Central, os igarapés de terra firme, em sua maioria, apresentam águas ácidas, devido à presença de ácidos húmicos e fúlvicos. São pobres em nutrientes e as árvores que se fecham sobre os mesmos impedem que a luz atinja a superfície da água, de forma que plantas aquáticas são virtualmente inexistentes (Junk & Furch, 1985; Walker, 1995). Devido a isso, as cadeias alimentares são dependentes de material alóctone, proveniente da floresta, que cai sobre o igarapé, como pólen, flores, frutos, folhas, insetos e aranhas (Goulding, 1980; Angermeier & Karr, 1984; Goulding *et al.*, 1988; Walker, 1991; Lowe-McConnell, 1999). Entretanto, pequenos peixes são freqüentemente abundantes, podendo ser encontradas de vinte a cinquenta espécies em um único riacho (Lowe-McConnell, 1999; Sabino, 1999).

A maioria dos estudos ictiofaunísticos desenvolvidos até o presente na Amazônia enfoca grandes rios e espécies exploradas comercialmente (Smith, 1979; Paiva, 1983; Ferreira *et al.*, 1998; Sabino e Zuanon, 1998). O conhecimento dessa ampla diversidade de peixes depende de maiores informações sobre os sistemas aquáticos ainda pouco estudados, especialmente de cabeceiras de tributários (Menezes, 1996). Estima-se que cerca de 2.000 novas espécies de peixes dulcícolas sul-americanos estão por ser descritas, sendo a grande maioria externa às áreas da calha principal de grandes rios e lagos (Castro, 1999).

Os primeiros estudos detalhados sobre a composição e dieta da ictiofauna de igarapés da Amazônia brasileira foram feitas por Knöppel *et al.* (1968) e Knöppel (1970), baseados em coletas realizadas por E. J. Fittkau em 1965 e W. Junk em 1967. Recentemente, pesquisas sobre peixes em pequenos igarapés aumentaram em número. Estes estudos abordam distribuição espacial,

alimentação e principalmente estrutura de comunidades (Silva, 1993, 1995; Kirovsky, 1998; Sabino & Zuanon, 1998; Bührnheim, 1999; Martins, 2000; Bührnheim & Cox-Fernandes, 2001).

Modelos sobre a estrutura e dinâmica das comunidades de riachos são em grande parte baseados em padrões observados em regiões temperadas, como o Conceito de Continuidade Fluvial (Vannote *et al.*, 1980). Este indica que os sistemas fluviais variam em suas características ambientais de forma previsível, principalmente em função do processamento de matéria orgânica ao longo do gradiente longitudinal por meio de diferentes padrões tróficos. No entanto, esta teoria é pouco sensível às variáveis como a química da água e as complexas interações bióticas típicas de riachos tropicais (Angermeier & Karr, 1984), bem como a ampla dimensão do sistema amazônico (Lowe-McConnell, 1999). Outra teoria, o Conceito do Pulso de Inundação (Junk *et al.*, 1989), direcionada à grandes planícies de inundações, não se aplica aos igarapés de terra-firme uma vez que os mesmos não possuem um padrão regular de inundação sazonal.

Características estruturais dos ambientes aquáticos tropicais afetam a composição das comunidades de peixes. A estrutura da comunidade em rios e riachos tropicais tem sido relacionada principalmente com o tamanho do rio (Bussing & López, 1977; Angermeier & Karr, 1984), velocidade da água (Bussing & López, 1977; Harding *et al.*, 1998; Zuanon, 1999), profundidade (Angermeier & Karr, 1984; Martin-Smith, 1998), predação (Greenberg, 1991; Fraser *et al.*, 1999) e competição (Zaret & Rand, 1971; Piet, 1998).

Lowe-McConnell (1999) afirma que a diversidade de espécies de peixes diminui em direção às nascentes dos córregos, onde os fatores físico-químicos, as obstruções causando pequenas corredeiras, as elevadas velocidades do fluxo e o tamanho e as condições dos refúgios na estação de seca podem ser mais limitantes que recursos alimentares.

Rios amazônicos de grande porte suportam centenas de espécies, no entanto, ainda se desconhece quais os mecanismos que sustentam e/ou limitam a riqueza de espécies nas cabeceiras. Como o tamanho dos igarapés atua sobre as espécies, se velocidade de corrente, fatores limnológicos e diferenças de hábitat influenciam na distribuição dos peixes, ou se espécies de tamanhos diferentes respondem de formas distintas, são questões ainda não investigadas.

A Reserva Florestal Ducke constitui hoje uma das regiões amazônicas de floresta primária mais bem estudadas, principalmente no que se refere à flora (Ribeiro *et al.*, 1999). Entretanto, estudos ictiológicos nesta área são escassos. Duas espécies de peixes foram descritas na reserva, *Bryconops inpai* (Knöppel *et al.*, 1968) e *Rineloricaria heteroptera* (Isbrücker & Nijssen, 1976). Uma terceira espécie ainda não descrita, gênero *Pygidianops* (Trichomycteridae), foi descoberta recentemente (J. Zuanon, com. pess.).

Um platô no centro da reserva é um divisor de águas, no sentido norte-sul, entre duas bacias hidrográficas. Na parte oeste, a bacia é constituída por uma rede de igarapés que se estendem por cerca de 5 km, reunindo-se fora da reserva para formar o riacho Grande, que por sua vez deságua no igarapé Tarumãzinho e este no Tarumã Grande, afluente do Rio Negro. A bacia do leste é formada por igarapés que drenam para o rio Puraquequara, que deságua no rio Amazonas (Araujo, 1967). Os principais riachos da reserva são os igarapés Barro Branco, Acará e Bolívia, na bacia oeste, e Tinga, Uberê e Ipiranga, na bacia leste.

O rio Amazonas representa uma barreira ecológica para muitas espécies de peixes. No entanto, condições ecológicas nos igarapés periféricos são muito semelhantes e estes compartilham muitas espécies (Lowe-McConnell, 1999). Não é conhecido se o isolamento das bacias da reserva resulta em comunidades ícticas diferentes entre as mesmas.

Todos os igarapés existentes na reserva (cerca de oitenta) nascem dentro da área, e possuem água limpa, preta ou clara, exceto algumas nascentes do Igarapé Bolívia, localizadas na porção sudoeste, que se originam no ambiente urbano. A proximidade com a cidade de Manaus faz com que atualmente a reserva tenha a sua integridade e de suas nascentes de água ameaçadas pelo desenvolvimento urbano.

Na época da doação da reserva, Manaus contava com uma população de aproximadamente 173.000 habitantes em uma área de 3.000 hectares (Silva & Silva, 1993). Estima-se em 1.405.000 habitantes a sua atual população, que se distribui em uma área de 11.500 hectares (IBGE, 2001). Devido ao desenvolvimento urbano, atualmente a cidade está envolvendo a reserva, tornando-a um grande fragmento florestal. Aliado ao crescimento desordenado, a ação de caçadores, os desmatamentos e as queimadas realizadas por pequenos agricultores em suas fronteiras, constantemente ameaçam sua integridade. Estes

problemas foram atenuados com a construção de uma cerca nos limites Sul e Oeste e por uma fiscalização mais rígida. Nestas áreas de conflito, entre a cidade e a floresta, o INPA vem desenvolvendo um programa de educação ambiental e, mais recentemente, foi implantado um Jardim Botânico em ação conjunta com a Prefeitura de Manaus.

Devido ao pouco conhecimento sobre a diversidade de florestas de terra firme e ao perigo representado pelo desenvolvimento urbano da cidade de Manaus ao redor da reserva, fazem-se necessários subsídios para o plano de conservação e manejo da área. Estudos sobre a composição, riqueza e condições atuais da fauna e flora são princípios básicos para a implementação de planos de manejo em unidades de conservação, bem como a definição de áreas de uso, de preservação permanente e de recuperação. Os objetivos de criação de tais unidades estruturam-se em três níveis principais: proteção de recursos hídricos, da diversidade biológica e de belezas paisagísticas, favorecendo, entre outros, a pesquisa científica e programas de educação ambiental (Corte, 1997, Hauff, 1997).

Este trabalho visou conhecer a composição, riqueza e abundância das espécies que compõem as comunidades ictiofaunísticas presentes nas bacias hidrográficas existentes na Reserva Florestal Adolfo Ducke, bem como promover informações para o seu plano de conservação e manejo. Foi conduzido com o intuito de investigar as seguintes hipóteses: 1) as dimensões dos corpos d'água influenciam a composição de espécies; 2) espécies maiores possuem distribuição mais ampla que espécies menores; 3) as espécies distribuem-se de forma heterogênea pelos diferentes habitats; 4) há diferenças entre as comunidades ictiofaunísticas presentes nas duas bacias hidrográficas localizadas na reserva; 5) a estrutura da comunidade é influenciada por fatores ambientais associados às dimensões dos igarapés.

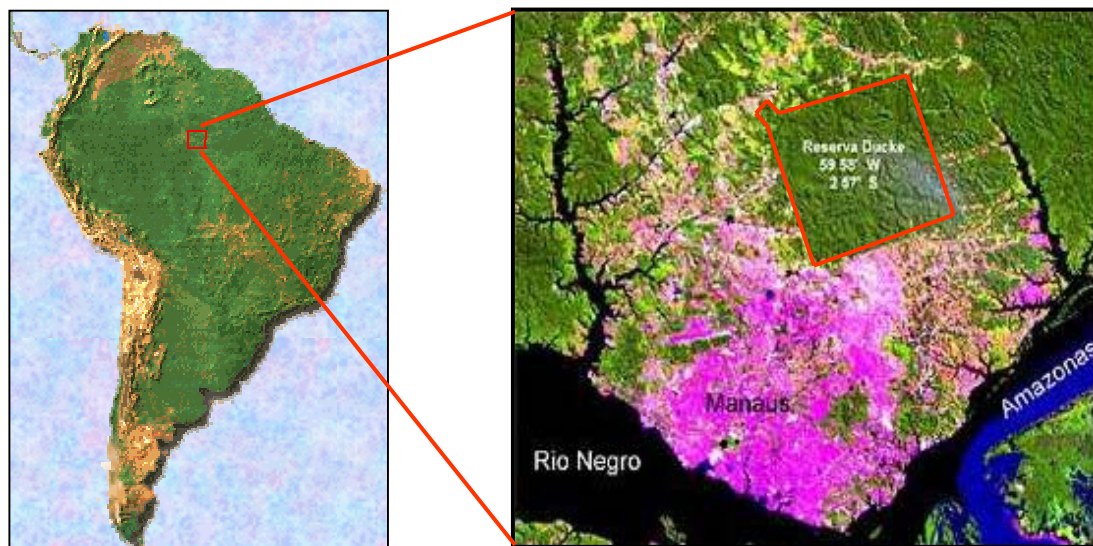
### **A Reserva Florestal Adolfo Ducke**

Criada em 1962 através da lei n.º 41, publicada no Diário Oficial da União de 16 de fevereiro de 1963, a Reserva Florestal Adolfo Ducke pertence ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). Compreende uma área de

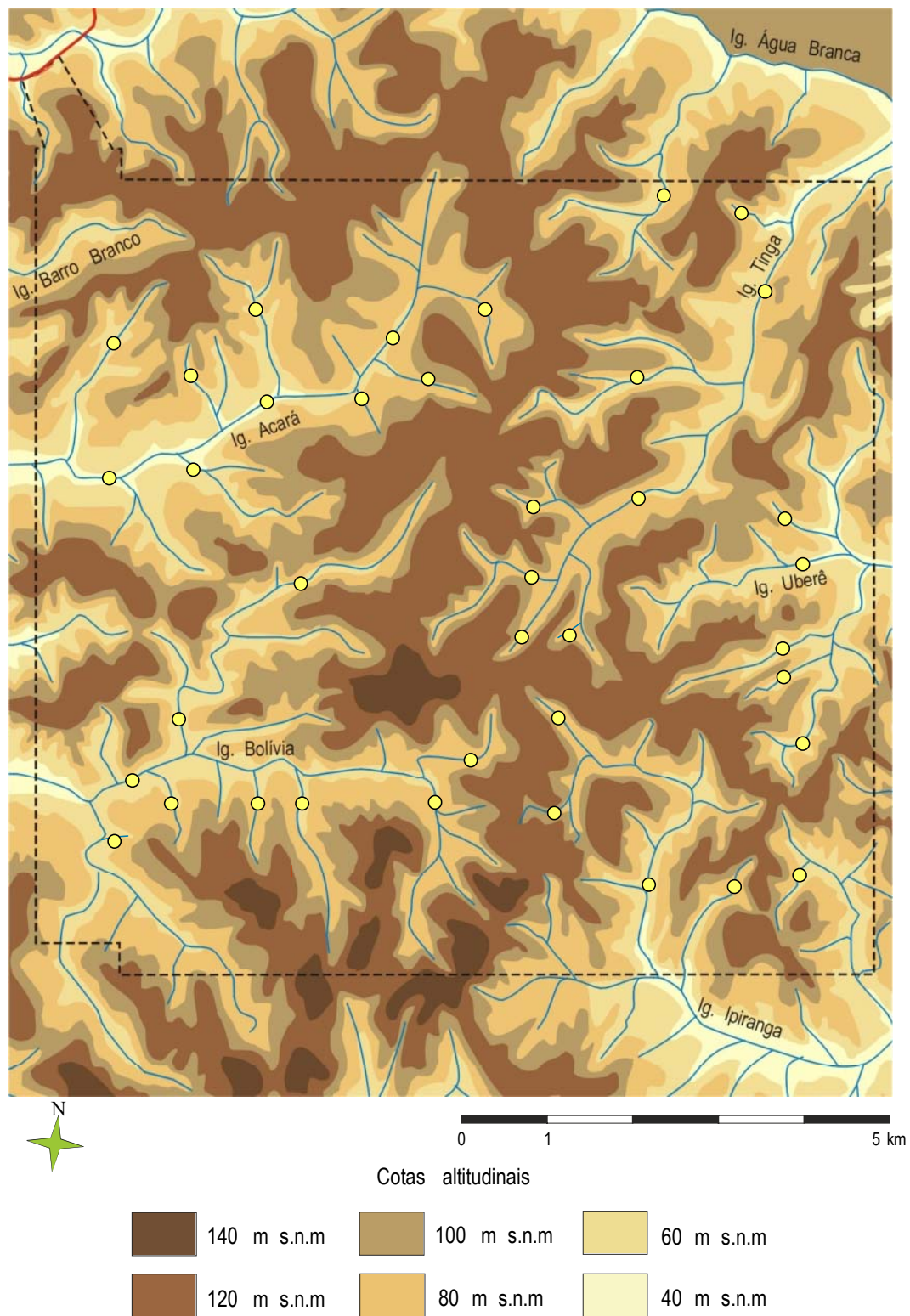
10.000 ha de floresta primária de terra firme, e localiza-se entre 02° 55' e 03° 01' latitude S e entre 59° 53' e 59° 59' de longitude W (Figura 1).

O clima da região de Manaus é equatorial úmido, com temperatura média anual de 26,7° C, variando entre 23,3° C e 31,4° C. A umidade relativa do ar em média é de 80% e a média de precipitação anual é de 2.286 mm. Há alternância de uma estação úmida chuvosa, de novembro a maio, e de uma estação seca, de junho a outubro. A vegetação é do tipo tropical densa, sendo denominada floresta de “terra firme”, uma vez que não é inundada pela cheia dos rios (Ribeiro *et al.*, 1999).

A reserva está assentada em sedimentos terciários da Amazônia Central, nos platôs sedimentares denominados “Formação Barreiras”. Há predominância de latossolo amarelo distrófico, constituído de quartzo, caolinita, óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio (Chauvel, 1981). Nos platôs, os solos são argilosos (latossolo amarelo) e nos baixios, arenosos (podzóis e areias quartzosas). O relevo é ondulado, com uma variação altitudinal de 80m entre os platôs e as partes mais baixas (figura 2).



**Figura 1** – Localização geográfica da Reserva Florestal Ducke.



**Figura 2** – Reserva Ducke: relevo e hidrografia. No mapa destacam-se os igarapés que foram estudados. Círculos amarelos indicam os pontos de amostragem. S.n.m. = sobre o nível do mar. Modificado de Ribeiro *et al.*, 1999.



## Material e métodos

Durante o período de 13/03 a 08/08 de 2001 foram amostrados riachos de cabeceira que abrangem corpos d'água de 1ª, 2ª e 3ª ordens, com forte influência da vegetação ripária. Na escala de Horton, modificado por Strahler (Petts, 1994), a junção de dois riachos de 1ª ordem (nascentes) forma um de 2ª ordem; dois riachos de 2ª ordem formam um de 3ª ordem, e assim sucessivamente.

## Parâmetros ambientais

Foram estudados 35 igarapés, em 38 pontos de amostragem, 19 em cada bacia de drenagem. Amostrou-se 22 de 1ª ordem, 10 de 2ª e 6 de 3ª. Em cada um foi selecionado um trecho de 50 metros, onde foram feitas as coletas dos peixes e as medidas dos parâmetros físicos e químicos.

A largura média do canal (m) foi calculada a partir da média de 6 medidas eqüidistantes (10m) ao longo do trecho determinado. A profundidade média do canal (m) e profundidade máxima média (m) foram calculadas a partir de sondagens a cada 10cm em 6 transectos transversais ao longo do trecho, iniciando a 10cm da margem. A velocidade da corrente (m/s) foi determinada pela média entre três pontos dispostos no centro do canal, medida no meio da coluna d'água, utilizando um fluxímetro (General Oceanics, mod. 2030, hélice para baixa velocidade, mod. R2).

A vazão média (m<sup>3</sup>/s) foi obtida relacionando-se velocidade média, largura e profundidade, pela fórmula:  $Q = A \cdot V_m$  onde, Q = vazão; V<sub>m</sub> = velocidade média da corrente; A = área média na secção transversal do curso de água.

Foi calculada a média da área de 6 transectos em cada trecho estudado, pela fórmula:  $A_t = \sum_i A_n$  onde, A<sub>t</sub> = área do transecto dada pela somatória de  $[(Z_1+Z_2)/2] \cdot l + [(Z_2+Z_3)/2] \cdot l + \dots [(Z_n+Z_{n+1})/2] \cdot l$  onde, Z<sub>n</sub> = profundidade medida em cada segmento; l = largura de cada segmento (neste caso, 0,1m).

O potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade (μS/cm) foram determinados com potenciômetro/condutivímetro portátil (Aqua-Check™ Water Analyzer Operator, O.I. Analytical). O oxigênio dissolvido (mg/L) e temperatura (°C) foram determinados com oxímetro/termômetro portátil (Yellow Springs Ints., modelo 58).

A abertura média do dossel (%) foi calculada em percentagem utilizando um densiômetro côncavo (Robert E. Lemmon Forest Densiometer, modelo C). Determinou-se a média das leituras em 3 pontos eqüidistantes ao longo do trecho, sendo que em cada ponto foram realizadas 4 leituras, direcionadas para os pontos cardeais norte, sul, leste e oeste.

O tipo de substrato foi classificado em sete categorias: areia, argila, tronco (madeiras com diâmetro acima de 10cm), liteira (composta de folhas e pequenos galhos), liteira fina (material particulado fino), raiz (emaranhado de raízes, em maioria finas, provenientes da vegetação marginal) e macrófita (*Turnia sphaerocephala*: Thurniaceae). Foi determinado a partir de sondagens a cada 10 cm em 6 secções transversais ao eixo de igarapé, iniciando a 10 cm da margem, e quantificado por de freqüência de ocorrência.

A quantidade de partículas em suspensão (mg/l) foi calculada por gravimetria, utilizando-se filtragem com dois filtros de membrana de celulose (0,45µm de poro) pré-pesados (Meade, 1985). Após ter secado o material em estufa a 40°C até peso constante, utilizou-se a fórmula:  $PS = [(Pfcs - Pics) + (Pfss - Piss)]/lf$  onde, PS = partículas em suspensão; Pfcs = peso final do filtro com sedimento; Pics = peso inicial do filtro onde foi depositado o sedimento; Pfss = peso final do filtro sem sedimento (do segundo filtro); Piss = peso inicial do filtro sem sedimento; lf = litros de água filtrados.

Para a pesagem dos filtros utilizou-se uma balança Sartorius, modelo MC1 RC210P, precisão de 0,00001g.

A presença de compostos húmicos na água foi medida por absorbância, utilizando um espectrofotômetro Milton Roy, modelo Spectronic 301. Utilizou-se as amostras de água pré-filtradas durante o processo de gravimetria, as quais foram lidas em um comprimento de onda de 400nm.

Utilizando mapas cartográficos e fotos de satélite determinou-se o posicionamento de cada igarapé estudado em relação à bacia de drenagem, Leste ou Oeste.

## Ictiofauna

Exemplares-testemunho foram coletados e depositados no acervo ictiológico do INPA. Os peixes foram coletados utilizando-se cinco diferentes métodos (Fig. 3a).

Foram dispostos doze covos e três armadilhas *fykenet* em cada ponto amostral, durante um período de 24 horas, os quais foram revistados a intervalos de 8 horas (Fig. 3b).

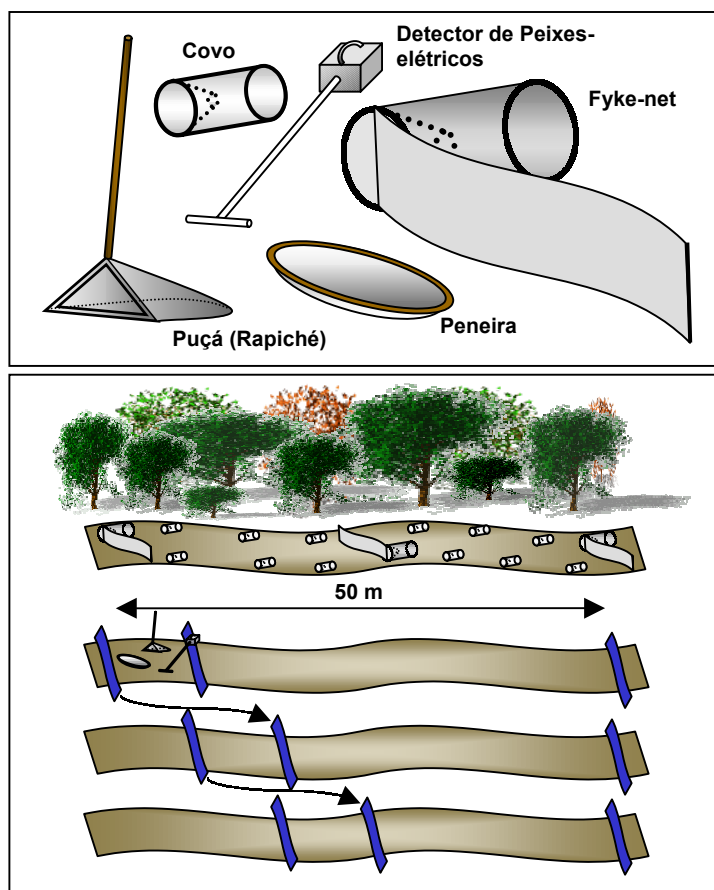
Após a fase de armadilhamento, utilizou-se redes de cerco, puçá, detector de pulsos elétricos e peneiras. Os pontos amostrais foram isolados com redes para evitar a fuga de exemplares. Uma terceira rede foi utilizada para reduzir as áreas de coleta e facilitar a utilização do puçá e peneiras. As redes foram deslocadas no sentido jusante – montante conforme foram sendo realizadas as coletas, até se cobrir completamente o trecho (figura 3b). Amostras do substrato foram revolvidas visando coletar espécies que vivem enterradas, ou em meio à serapilheira submersa.

Gymnotiformes geram campos elétricos de baixa frequência, sendo assim possíveis de serem localizados durante uma varredura realizada no leito dos igarapés utilizando um detector de pulsos elétricos. O aparelho compreende um amplificador e um alto-falante conectado a um eletrodo com os pólos dispostos no final de um cabo, o qual é imerso na água.

Buscando-se evitar que a variação temporal afetasse o estudo da comunidade, foram amostrados alternadamente igarapés das bacias Leste e Oeste, bem como igarapés de diferentes ordens.

O esforço amostral foi padronizado para todos os locais, no entanto, coletas preliminares demonstraram que tais métodos de amostragem tornavam-se menos eficientes em igarapés de 3ª ordem. Buscando diminuir este efeito, aumentou-se o esforço de pesca nestes locais. Em tais igarapés adicionou-se uma armadilha *fykenet* e três redes tipo malhadeira, com tamanho de 10,0 x 1,0m, com 3cm, 5cm e 6cm de distância entre nós opostos. Tais redes foram dispostas no canal dos igarapés, onde permaneceram durante períodos de 4 horas. Estas foram permanentemente monitoradas para que animais como jacarés, tartarugas e lagartos aquáticos não ficassem presos, resultando em

afofamento. Devido a este risco, tais redes não foram deixadas armadas durante períodos maiores.



**Figura 3** – Equipamentos utilizados para a coleta da ictiofauna (A) e figura esquemática da disposição das armadilhas e movimentação das redes nos igarapés (B).

Como as coletas foram realizadas em trechos relativamente pequenos e com curto período de amostragem, o impacto sobre as populações ícticas deverá ser insignificante.

Os exemplares coletados foram fixados em formalina (10%) e transportados para o laboratório. A identificação taxonômica foi realizada utilizando chaves dicotômicas e auxílio de pesquisadores especialistas do INPA. Para identificar os Characiformes foram utilizadas as seguintes referências: Characidae, Géry (1977), Machado-Allison *et al.* (1993), Chernoff *et al.* (1994), Planquete *et al.* (1996); Crenuchidae, Buckup (1993); Erythrinidae, Planquete *et al.* (1996); Lebiasinidade, Géry (1977), Planquete *et al.* (1996). Para Siluriformes: Burgess (1989), Callichthyidae, Cetopsidae, Planquete *et al.* (1996); Loricariidae,

Isbrücker e Nijssen, 1976; Pimelodidae, Silfvergrip (1996), Mees (1974); Trichomycteridae, Planquete *et al.* (1996). Para Perciformes, Cichlidae, Kullander (1986). Para Gymnotiformes: Mago-Leccia (1994), Gymnotidae, Albert & Miller (1995); Hypopomidae, Triques (1997); Rhamphichthyidae, Schwassmann (1989); Sternopygidae, Albert & Fink (1996). Para Cyprinodontiformes, Rivulidae, Planquete *et al.* (1996) e Synbranchiformes, Synbranchidae, Planquete *et al.* (1996).

### **Análise dos dados**

Os locais de coleta foram ordenados baseados na variação da composição ictiofaunística por meio de um Escalonamento Multidimensional Híbrido (HMDS), com duas dimensões. Esta análise foi realizada buscando-se reduzir a dimensionalidade dos dados, uma vez que os eixos ortogonais originados descrevem a estrutura da comunidade, captando o maior padrão que estrutura a composição de espécies. Ordenações foram realizadas considerando-se informações sobre abundância e presença/ausência de espécies. Dados quantitativos revelam padrões baseados nas espécies mais comuns, que tendem a possuir grandes diferenças de abundância entre locais. Dados de presença/ausência tendem a dar mais peso para espécies pouco comuns, uma vez que espécies comuns contribuem pouco para a análise de diferenças qualitativas. A matriz de dissimilaridade utilizada na ordenação com os dados quantitativos foi construída utilizando o índice de Bray-Curtis, com os sítios previamente transformados pelo método de Divisão pela Soma. Utilizou-se o índice de Czekanowski para construir a matriz de dissimilaridade baseada nos dados qualitativos. Esta combinação de transformação, medidas de distância e técnicas de ordenação constitui uma das melhores formas de descrever gradientes ecológicos baseados em dados de ocorrência de espécies (Kenkel & Orlóci, 1986, Faith *et al.*, 1987, Minchin, 1987).

As variáveis ambientais (largura média, profundidade média, profundidade máxima, velocidade da corrente, vazão média, pH, condutividade, oxigênio dissolvido, temperatura, abertura do dossel, tipo de substrato, partículas em suspensão, ácidos húmicos e bacia de drenagem) foram correlacionadas (Correlação de Pearson) para identificar a presença de colinearidade. As variáveis

ambientais correlacionadas foram agrupadas e uma variável foi usada para representar cada um dos grupos.

As relações entre as variáveis independentes e a composição de espécies, expressa pelos eixos 1 e 2 do HMDS, foram investigadas por meio de análises de Correlação Canônica (CCA), MANOVA e MANCOVA. O modelo completo foi o seguinte:

$$\text{Eixo 1, Eixo 2 (Composição)} = \text{constante} + \text{fatores ambientais}$$

Para a realização do HMDS utilizou-se o programa PATN (Belbin, 1995) e para a Correlação de Pearson, a CCA, a MANOVA e a MANCOVA, o programa SYSTAT 8.0 (Wilkinson, 1998).

## Resultados

### Características dos igarapés

Os igarapés da reserva apresentaram águas ácidas (pH 3,7-4,8), com baixa condutividade ( $\bar{X}$  = 3,7  $\mu$ S/cm, DP =  $\pm$ 1,35), temperatura pouco variável ( $\bar{X}$  = 24,4°C, DP =  $\pm$ 0,85), altamente saturados em oxigênio ( $\bar{X}$  = 7,7 mg/l, DP =  $\pm$ 0,92), pobres em partículas em suspensão ( $\bar{X}$  = 5,6 mg/l, DP =  $\pm$ 2,40) e com alta variação na concentração de ácidos húmicos (0,014-0,624 Abs.). As margens possuem densa vegetação marginal (abertura de dossel:  $\bar{X}$  = 9,0 %, DP =  $\pm$ 3,0) e o leito é recoberto principalmente por areia ( $\bar{X}$  = 49,8 %, DP =  $\pm$ 15,7) e bancos de liteira ( $\bar{X}$  = 26,1 %, DP =  $\pm$ 11,1).

Baseado nos resultados da análise de Correlação de Pearson, identificou-se cinco grupos de variáveis: 1) abertura de dossel; 2) bacia de drenagem; 3) pH, condutividade, temperatura, oxigênio dissolvido, partículas em suspensão, ácidos húmicos; 4) largura média, profundidade média, profundidade máxima, velocidade da corrente, vazão média; 5) tipos de substrato (areia, argila, tronco, liteira, liteira fina, raiz e macrófita).

Abertura de dossel não esteve correlacionada com outros fatores. Bacia de drenagem foi posta em um grupo distinto por ser um fator alfa-numérico (categórico), e numa escala geográfica distinta das outras.

O grupo 3 foi constituído por fatores físico-químicos da água. Foram escolhidos para representar tal grupo partículas em suspensão e ácidos húmicos. Houve alta correlação entre pH, condutividade e ácidos húmicos, sendo o último escolhido por apresentar grande variação entre os pontos de amostragem. Partículas em suspensão apresentou pouca relação com os demais fatores do grupo ( $r < 0,44$  em todos os casos). Descartou-se temperatura devido à variação entre os locais ser devido a fatores climáticos temporais e não a fatores inerentes às bacias de drenagem. Todos os igarapés amostrados apresentavam águas saturadas de oxigênio.

Características estruturais dos igarapés, altamente correlacionadas ( $r > 0,82$  em todos os casos), foram reunidas no grupo 4. Vazão foi o fator escolhido para representar a dimensionalidade dos igarapés, uma vez que se resulta da relação dos demais fatores. Velocidade de corrente tinha alta correlação com os demais fatores, mas foi incluída no modelo independente devido a presença de um grande número de espécies com características reofílicas.

O grupo 5 reuniu os tipos de substratos. Foram postos em um grupo distinto por serem fatores categóricos e numa escala distinta.

As variáveis ambientais escolhidas foram selecionadas de modo a evitar problemas de colinearidade nas análises com a comunidade de peixes. No entanto, as altas correlações com as demais variáveis amostradas indicam que elas devem ser consideradas representativas de classes de variáveis, e podem não ser diretamente responsáveis pelos efeitos encontrados.

Constatou-se que as bacias de drenagem foram distintas em relação aos fatores ambientais (MANCOVA: Pillai Trace=0,778,  $F=2,76$ ,  $df=19,15$ ,  $P=0,025$ ).

## **A comunidade íctica**

Os igarapés da Reserva Ducke possuem uma ictiofauna rica, com 49 espécies, pertencentes a 6 ordens e 16 famílias (Tabela 1). Foram capturados 2438 indivíduos. Os Characiformes constituíram o grupo de maior riqueza e abundância, sendo que as 19 espécies deste grupo representaram 84% do

número de exemplares coletados. Foram encontrados 11 espécies de Siluriformes, 10 de Gymnotiformes e 7 de Perciformes. Synbranchiformes e Cyprinodontiformes contribuíram com apenas uma espécie cada. Os Perciformes foram o segundo grupo mais abundante, seguidos de Cyprinodontiformes, Siluriformes, Gymnotiformes e Synbranchiformes.

Seis espécies tiveram altas abundâncias, representando 87,3% de todos os indivíduos coletados. Destacaram-se *Hyphessobrycon melazonatus* e *Pyrrhulina* gr. *brevis*, representando 37,1% e 20,5% dos exemplares, seguidas por *Hemigramus* gr. *ocellifer* (7,6%), *Aequidens pallidus* (6,8%), *Erythrinus erythrinus* (5,7%) e *Bryconops giacopinii* (4,2%).

A distribuição de muitas espécies foi relacionada com as bacias hidrográficas. Entre as espécies registradas, 24 foram encontradas em ambos os lados do divisor de águas, enquanto que 14 ocorreram apenas na bacia Oeste e 11 foram exclusivas da bacia Leste. Em média ocorreram 9 espécies em cada riacho, independente do tamanho do mesmo. Das espécies encontradas, 19 ocorreram tanto em igarapé de 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> como de 3<sup>a</sup> ordem. Entretanto, 7 espécies foram capturadas apenas em igarapés de 1<sup>a</sup> ordem, 5 apenas em igarapés de 2<sup>a</sup> ordem e 10 exclusivamente em igarapés de 3<sup>a</sup> ordem.

### **Influência das variáveis ambientais sobre a composição da ictiofauna**

Os dois eixos do HMDS conseguiram captar grande parte da variação das distâncias originais, tanto para dados quantitativos ( $r^2=0,86$ ) quanto para dados de presença-ausência ( $r^2=0,74$ ). Para os dados quantitativos da composição de espécies, a Correlação Canônica indicou que tais eixos foram significativamente relacionados com velocidade de corrente (Pillai Trace=0,29, F=5,34, df=2,26, P=0,011), vazão (Pillai Trace=0,23, F=3,93, df=2,26, P=0,032), partículas em suspensão (Pillai Trace=0,23, F=4,00, df=2,26, P=0,031), ácidos húmicos (Pillai Trace=0,20, F=3,34, df=2,26, P=0,051) e troncos (Pillai Trace=0,29, F=5,22, df=2,26, P=0,012). Os resultados da MANOVA indicaram que bacia de drenagem não influenciou significativamente a ordenação baseada na abundância das espécies (Pillai Trace=0,09, F=1,77, df=2,35, P=0,18).



**Tabela 1** – Composição da ictiofauna capturada na Reserva Florestal Ducke, em número de exemplares por bacia de drenagem.

	B. Oeste	B. Leste	Total
<b>CHARACIFORMES</b>			
<b>CHARACIDAE</b>			
<i>Acestrorhynchus falcatus</i> (Bloch, 1794)	1	1	2
<i>Bryconops giacopinii</i> (Fernández-Yépez, 1950)	102	1	103
<i>Bryconops inpai</i> Knöppel, Junk & Géry, 1968	22	-	22
<i>Carnegiella strigata</i> (Günther, 1864)	2	-	2
<i>Hemigrammus</i> gr. <i>ocellifer</i> (Steindachner, 1882)	96	89	185
<i>Hyphessobrycon heterorhabdus</i> (Ulrey, 1864)	8	8	16
<i>Hyphessobrycon melazonatus</i> Durbin in Eigenmann, 1908	430	475	905
<i>Iguanodectes geisleri</i> Géry, 1970	15	-	15
<i>Phenacogaster</i> aff. <i>Megalostictus</i> Eigenmann, 1909	-	1	1
<b>CRENUCHIDAE</b>			
<i>Characidium</i> cf. <i>pteroides</i> Eigenmann, 1909	3	-	3
<i>Crenuchus spilurus</i> Günther, 1863	45	4	49
<i>Microcharacidium eleotrioides</i> Géry, 1960	16	53	69
<i>Poecilocharax weitzmani</i> Géry, 1965	2	-	2
<b>ERYTHRINIDAE</b>			
<i>Erythrinus erythrinus</i> (Schneider, 1801)	74	64	138
<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	1	1	2
<b>LEBIASINIDAE</b>			
<i>Copella nigrofasciata</i> (Meinken, 1952)	4	18	22
<i>Nannostomus marginatus</i> Eigenmann, 1909	8	3	11
<i>Pyrrhulina</i> gr. <i>brevis</i> Steindachner, 1875	126	374	500
<i>Pyrrhulina</i> gr. <i>laeta</i> (Cope, 1872)	-	10	10
<b>SILURIFORMES</b>			
<b>CALLICHTHYIDAE</b>			
<i>Callichthys callichthys</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	2
<b>CETOPSIDAE</b>			
<i>Helogenes marmoratus</i> Günther, 1863	23	19	42
<i>Hemicetopsis macilentus</i> Eigenmann, 1912	-	1	1
<b>LORICARIIDAE</b>			
<i>Ancistrus</i> aff. <i>hoplogenys</i> (Günther, 1864)	-	2	2
Loricariidae sp.	1	1	2
<i>Rineloricaria heteroptera</i> Isbrücker & Nijssen, 1976	1	-	1
<b>PIMELODIDAE</b>			
<i>Rhamdia quelen</i> (Quoy & Gaimard, 1863)	-	1	1
<i>Pseudopimelodus raninus</i> Valenciennes, 1840	2	-	2
<i>Imparfinis pristos</i> Mees e Cala, 1989	1	-	1
<b>TRICHOMYCTERIDAE</b>			
<i>Ituglanis</i> aff. <i>amazonicus</i> (Steindachner, 1882)	1	-	1
<i>Pygidianops</i> sp. n.	1	1	2

**Tabela 2** – Composição da ictiofauna capturada na Reserva Florestal Ducke, em número de exemplares por bacia de drenagem (continuação).

	B. Oeste	B. Leste	Total
<b>PERCIFORMES</b>			
<b>CICHLIDAE</b>			
<i>Aequidens pallidus</i> (Heckel, 1840)	58	108	166
<i>Apistogramma</i> sp.	-	28	28
<i>Apistogramma</i> gr. <i>steindachneri</i> Regan, 1908	1	-	1
<i>Crenicichla</i> aff. <i>inpa</i> Ploeg, 1991	3	-	3
<i>Crenicichla inpa</i> Ploeg, 1991	2	-	2
<i>Crenicichla lenticulata</i> Heckel, 1840	1	-	1
<i>Hypselecara coryphaenoides</i> (Heckel, 1840)	1	-	1
<b>GYMNOTIFORMES</b>			
<b>GYMNOTIDAE</b>			
<i>Gymnotus cataniapo</i> Mago-Leccia, 1994	-	2	2
<i>Gymnotus pedanopterus</i> Mago-Leccia, 1994	7	9	16
<b>HYPOPOMIDAE</b>			
<i>Hypopygus lepturus</i> Hoedeman, 1962	4	5	9
<i>Microsternarchus bilineatus</i> Fernández-Yépez, 1968	-	1	1
<i>Microsternarchus</i> sp.	-	3	3
<i>Steatogenys duidae</i> (La Monte, 1929)	-	4	4
<i>Stegostenopus cryptogenes</i> Triques, 1997	1	1	2
<b>RHAMPHICHTHYIDAE</b>			
<i>Gymnorhamphichthys rondoni</i> (Ribeiro & Miranda, 1920)	5	2	7
<b>STERNOPYGIIDAE</b>			
<i>Eigenmania macrops</i> (Boulenger, 1897)	-	2	2
<i>Sternopygus macrurus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	4	7	11
<b>CYPRINODONTIFORMES</b>			
<b>RIVULIDAE</b>			
<i>Rivulus compressus</i> Henn, 1916	26	36	62
<b>SYNBRANCHIFORMES</b>			
<b>SYNBRANCHIDAE</b>			
<i>Synbranchus</i> sp.	2	1	3
Total = 49 espécies	1101	1337	2438

Para os dados de presença/ausência das espécies de peixes, a Correlação Canônica indicou que os eixos da ordenação foram significativamente relacionados com velocidade de corrente (Pillai Trace=0,29, F=5,30, df=2,26, P=0,012), vazão (Pillai Trace=0,45, F=10,61, df=2,26, P<0,001), ácidos húmicos (Pillai Trace=0,29, F=5,36, df=2,26, P=0,011) e liteira (Pillai Trace=0,27, F=4,86, df=2,26, P=0,016). A composição das espécies variou entre as duas bacias de drenagem (MANOVA: Pillai Trace=0,19, F=4,15, df=2,35, P=0,024).

Devido a presença de poucos igarapés de 3<sup>a</sup> ordem na reserva, e dos mesmos não serem distribuídos igualmente entre as bacias, optou-se por amostrar tais riachos em mais de um ponto, resultando em possíveis pseudorepetições. Para testar se os efeitos das variáveis ambientais e das bacias de drenagem foram independentes das diferenças entre composição da ictiofauna proveniente dos igarapés de 3<sup>a</sup> ordem, as análises foram repetidas utilizando-se apenas os igarapés de 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> ordem.

Os dois eixos do HMDS conseguiram capturar grande parte da variação das distâncias, tanto para dados quantitativos ( $r^2=0,87$ ) quanto para dados qualitativos ( $r^2=0,83$ ). Para os dados quantitativos, a CCA indicou que tais eixos foram significativamente relacionados com velocidade de corrente (Pillai Trace=0,44, F=8,00, df=2,20, P=0,003), vazão (Pillai Trace=0,30, F=4,23, df=2,20, P=0,029) e ácidos húmicos (Pillai Trace=0,36, F=5,64, df=2,20, P=0,011). As coordenadas da ordenação baseada em abundância foram diferentes entre as duas bacias de drenagem (MANOVA: Pillai Trace=0,56, F=18,40, df=2,29, P<0,001).

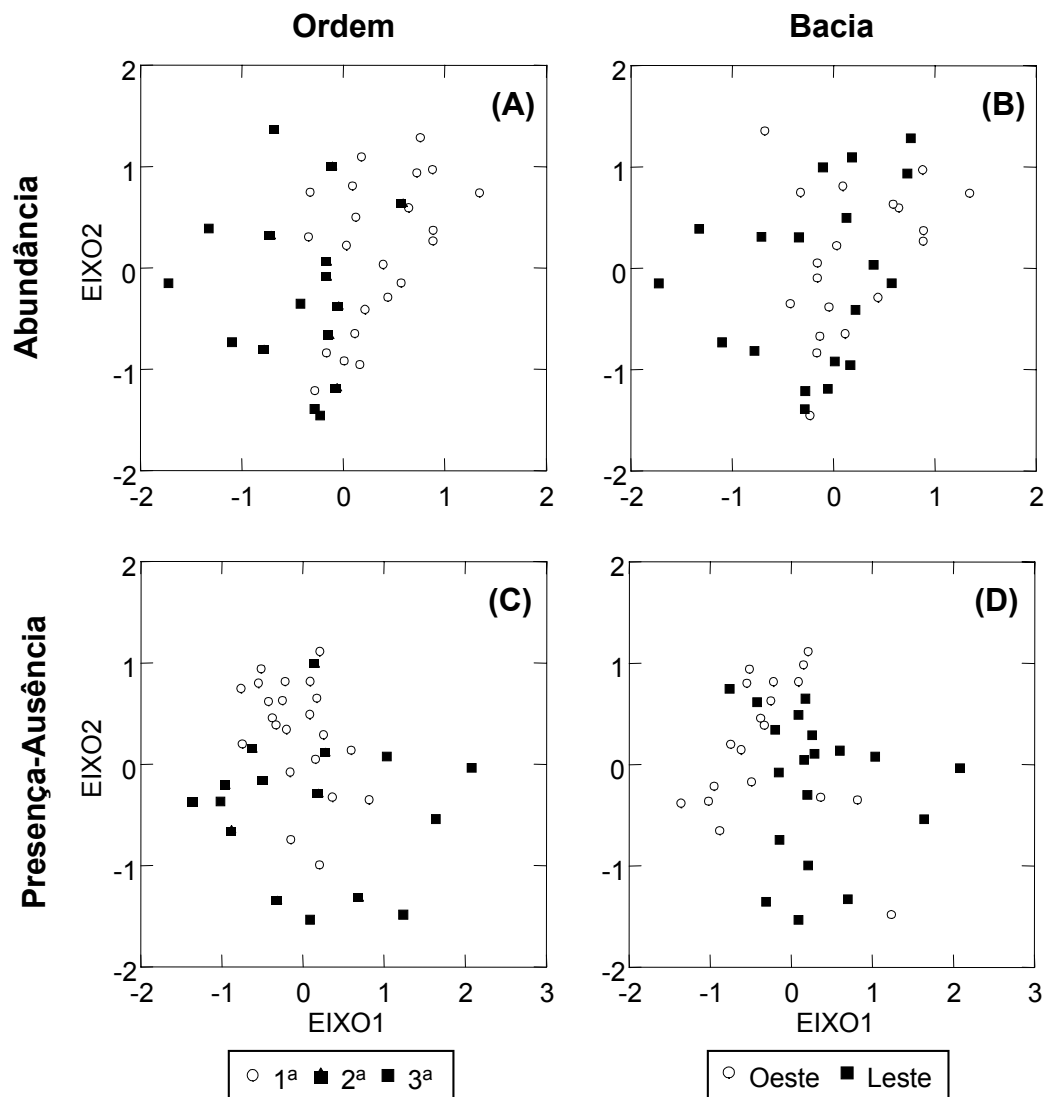
Para os dados qualitativos, a CCA indicou que os eixos foram relacionados com velocidade de corrente (Pillai Trace=0,43, F=7,70, df=2,20, P=0,003), vazão (Pillai Trace=0,29, F=4,12, df=2,20, P=0,032) e ácidos húmicos (Pillai Trace=0,36, F=5,55, df=2,20, P=0,012). A MANOVA indicou que bacia de drenagem influencia significativamente a comunidade (Pillai Trace=0,50, F=14,32, df=2,29, P<0,001).

Para os dados quantitativos, os igarapés de tamanhos diferentes (Fig. 4a) e de drenagens distintas (Fig. 4b) foram distinguidos principalmente pelo eixo 1. Para os dados qualitativos, os igarapés de tamanhos diferentes (Fig. 4c) foram distinguidos pelo eixo 2 e os igarapés de drenagens distintas pelo eixo 1 (Fig. 4d). Os dados analisados utilizando apenas igarapés de 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> ordem (Fig. 5) indicaram um padrão semelhante, com exceção dos dados quantitativos

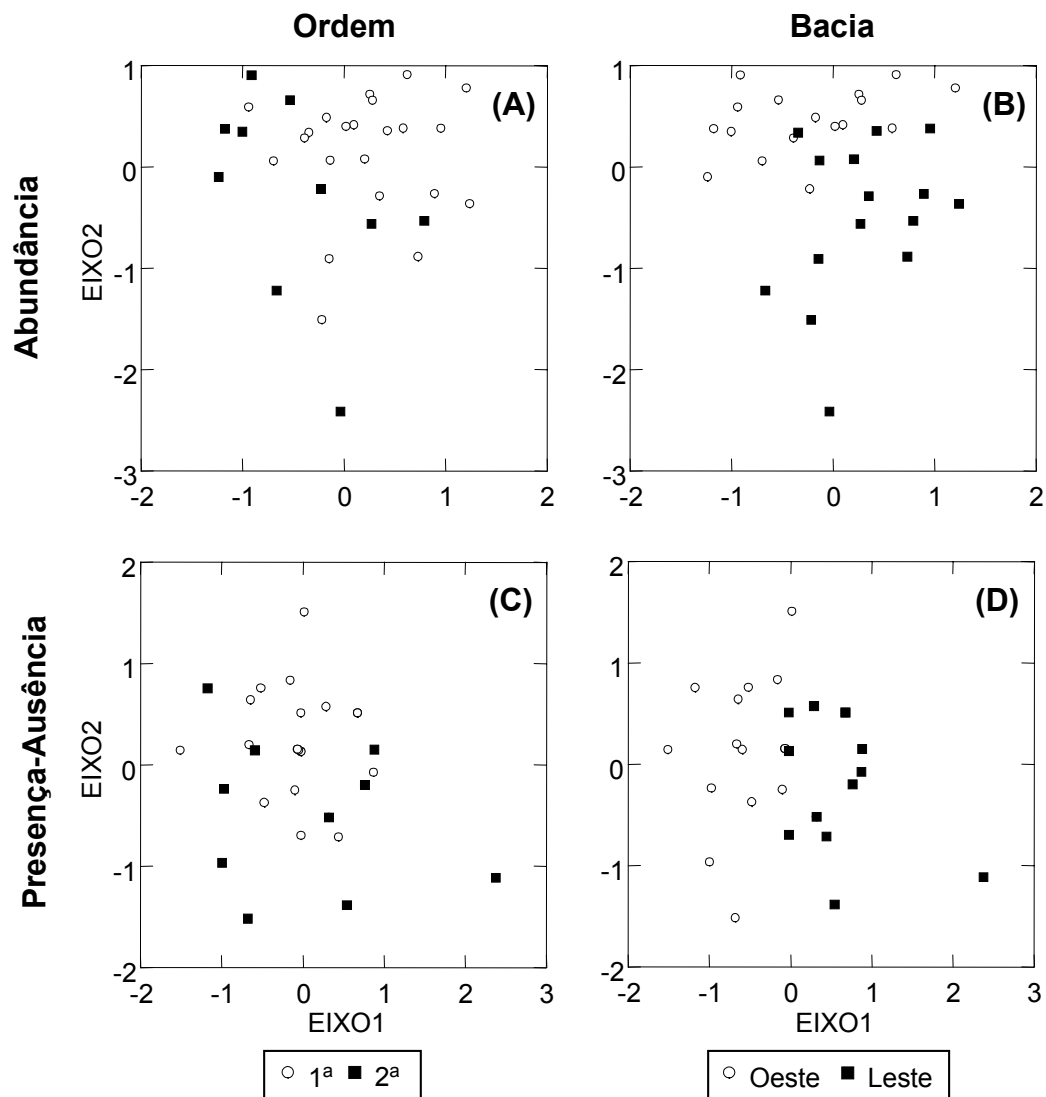
referentes à igarapés de drenagens distintas (Fig. 5b), que foram distinguidos principalmente pelo eixo 2.

A bacia de drenagem foi significativamente relacionada com a composição da ictiofauna para as ordenações baseadas em presença/ausência de espécies. No entanto, quando esta variável foi incluída no modelo com as variáveis físico-químicas, não contribuiu significativamente, apesar dos demais fatores permanecerem significativos. Isto indica que a diferença entre as bacias é principalmente devido as diferenças físico-químicas e não devido a fatores biogeográficos históricos.

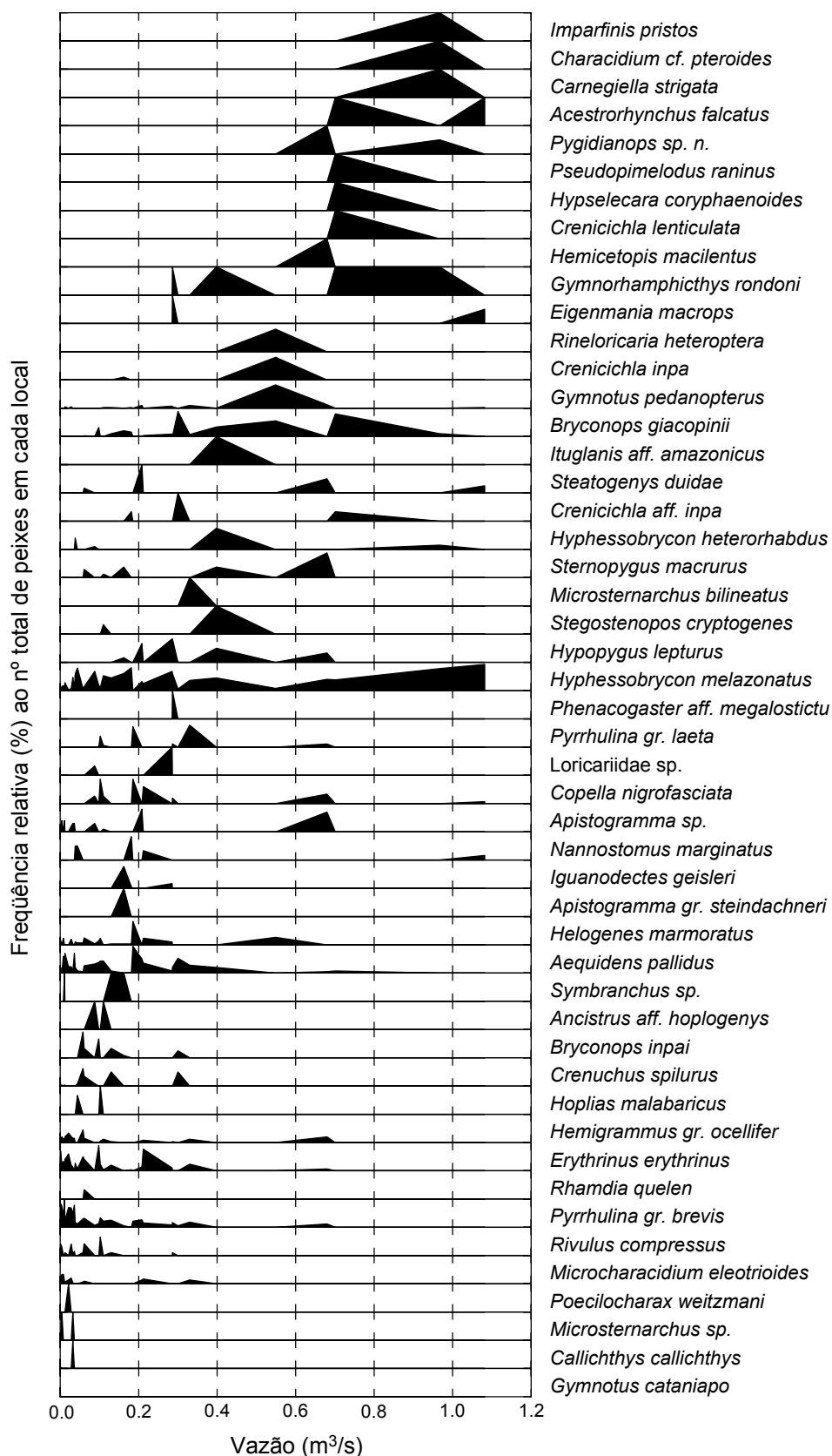
Vários fatores contribuíram significativamente para a composição da ictiofauna dos igarapés. Porém, para a análise individual de cada fator seria necessário um maior volume de dados. Devido a isto, para ilustrar diferenças principalmente associadas com o tamanho dos igarapés, ou a fatores associados, as densidades das espécies foram plotadas contra a vazão (Fig. 6) e para ilustrar as diferenças principalmente devido as diferenças nas condições físico-químicas, foram plotadas contra bacia (Fig. 7).



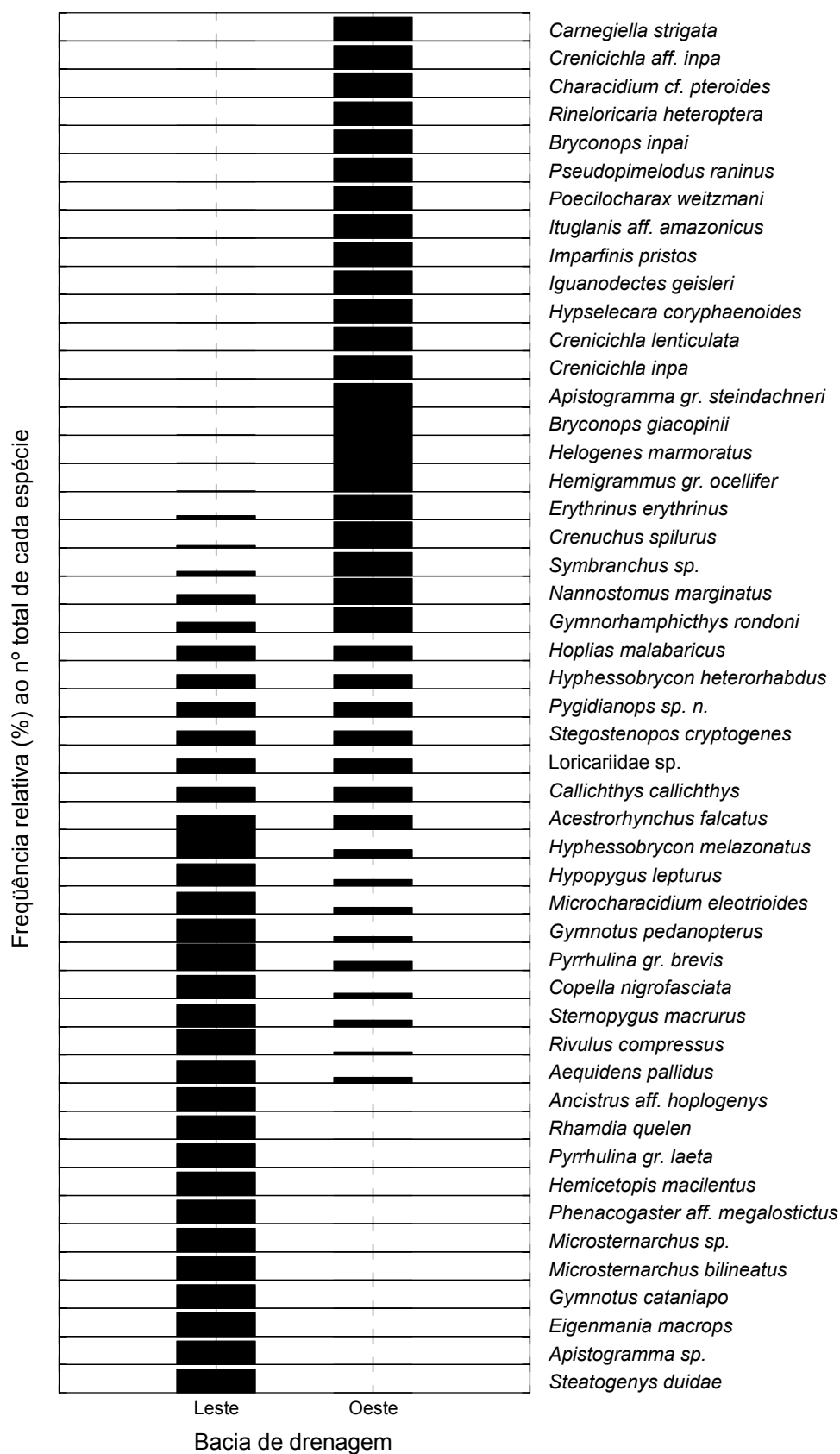
**Figura 4** – Ordenação por meio de Escalonamento Multidimensional Híbrido (HMDS) para dados quantitativos (A e B) e qualitativos (C e D) dos igarapés de 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup>, e 3<sup>a</sup> ordem. Os pontos representam comunidades ictiofaunísticas distanciadas por fatores relacionados ao tamanho dos igarapés (A e C) e à bacia de drenagem (B e D). Para os gráficos referentes ao tamanho dos igarapés, círculos representam igarapés de 1<sup>a</sup> ordem, triângulos igarapés de 2<sup>a</sup> ordem e quadrados igarapés de 3<sup>a</sup> ordem. Para os gráficos referentes às bacias de drenagem, círculos indicam igarapés da bacia Oeste e quadrados, da bacia Leste.



**Figura 5** – Ordenação por meio de Escalonamento Multidimensional Híbrido (HMDS) para dados quantitativos (A e B) e qualitativos (C e D) dos igarapés de 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> ordem. Os pontos representam comunidades ictiofaunísticas distanciadas por fatores relacionados ao tamanho dos igarapés (A e C) e à bacia de drenagem (B e D). Para os gráficos referentes ao tamanho dos igarapés, círculos representam igarapés de 1<sup>a</sup> ordem e quadrados igarapés de 2<sup>a</sup> ordem. Para os gráficos referentes às bacias de drenagem, círculos indicam igarapés da bacia Oeste e quadrados, da bacia Leste.



**Figura 6** – Distribuição da ictiofauna em relação à vazão dos igarapés. Abundância das espécies em frequência relativa (0-100%); vazão em m³/s.



**Figura 7** – Distribuição da ictiofauna em função da bacia de drenagem. Abundância das espécies em frequência relativa (0-100%).



## Discussão

Neste estudo, foi investigada a composição da ictiofauna de igarapés em trechos de 50m. Dentro de um trecho deste tamanho, ocorrem vários meandros, resultando num mosaico de substratos, profundidades e velocidades de corrente. Por isso, somente é possível relacionar a comunidade às condições médias, e as inferências sobre as associações de hábito de cada espécie são limitadas. Entretanto, alguns padrões ficaram claros.

A região neotropical, que abrange América do Sul e Central, possui uma vasta diversidade de peixes dulcícolas, como demonstram estudos sobre a composição da ictiofauna feitos no Panamá (Angermeier & Karr, 1984), Venezuela, Guiana, Suriname, Guiana Francesa (Ouboter & Mol, 1993), bem como no Brasil, especificamente nas bacias do Alto Rio Paraná (Agostinho & Júlio Jr, 1999), do Rio São Francisco (Sato & Godinho, 1999) e na bacia Amazônica (Ouboter & Mol, 1993; Santos & Ferreira, 1999). Nestas regiões ocorre a dominância de Characiformes, seguido de Siluriformes e Perciformes (em sua maioria, Ciclídeos). Gymnotiformes contribuem para a riqueza da comunidade, porém de forma menos expressiva, enquanto espécies de Cyprinodontiformes, Synbranchiformes e outros grupos, compõem uma pequena parcela da comunidade.

Nos igarapés que compõem as bacias de drenagem da Reserva Florestal Adolfo Ducke, Characiformes e Siluriformes constituíram mais da metade das espécies da comunidade íctica. No entanto, a riqueza de Gymnotiformes foi alta, superando os Perciformes. A riqueza dos Gymnotiformes pode ser devido à metodologia de coleta aplicada especificamente para este grupo, o que favoreceu a sua captura. Cyprinodontiformes e Synbranchiformes, contribuíram apenas com uma espécie cada.

Resultados semelhantes foram encontrados por Bührnheim e Cox-Fernandes (2001) em três igarapés de 2ª ordem da bacia do Rio Urubu, localizado cerca de 40 a 80 km ao norte da Reserva Ducke. No igarapé do Candirú, riacho de 3ª a 4ª ordem localizado na bacia do rio Puraquequara (o mesmo que drena o lado leste da Reserva Ducke), Characiformes também foram predominantes. Porém, o número de espécies de Perciformes foi duas vezes maior do que a soma de Siluriformes e Gymnotiformes (Silva 1995). Serão necessários mais

estudos para se poder definir como os diferentes grupos estão distribuídos nas áreas de terra-firme da Amazônia Central, mas parece que a composição das ordens mais comuns diferem entre os igarapés maiores e os de 1ª e 2ª ordem.

O tamanho dos igarapés influenciou a distribuição da comunidade de peixes. Algumas espécies predominaram em igarapés pequenos, como *Microcharacidium eleotrioides*, *Aequidens pallidus* e *Pyrrhulina* gr. *brevis*. Outras ocorreram principalmente em igarapés de grande porte, como *Pygidianops* sp. n. e *Characidium* cf. *pteroides*. A velocidade de corrente também afetou a composição da comunidade. Indivíduos de *A. pallidus* e *P. gr. brevis* ocorreram principalmente em trechos de remanso, enquanto *Pygidianops* sp. n. e *C. pteroides* foram encontrados em áreas de forte fluxo de água. *Microcharacidium eleotrioides* ocorreu em locais de pequenas corredeiras. No entanto, há espécies de ampla distribuição, independente do tamanho do riacho e do fluxo de corrente, como *Hyphessobrycon melazonatus*, *H. heterorhabdus* e *Bryconops giacopinni*.

Inicialmente foi hipotetizado que as espécies maiores possuiriam distribuição mais ampla que espécies menores, mas os resultados demonstram que não há um padrão geral de distribuição em relação ao tamanho dos peixes. Igarapés pequenos podem atuar como barreiras físicas para espécies grandes. Estudos na Costa Rica constataram que tamanho dos riachos, juntamente com velocidade de corrente, limitaram a distribuição de algumas espécies (Bussing & López 1977). Isto pode estar ocorrendo na Reserva Ducke com *Crenicichla lenticulata*. O indivíduo capturado media 34cm (comprimento total) e foi encontrado em um igarapés de 3ª ordem, de alta velocidade e grande vazão. No entanto, jovens de *H. malabaricus* e *Symbranchus* sp., espécies cujos adultos podem atingir 40 cm e 1,0 m respectivamente (Planquette *et. al.*, 1996), ocorreram em igarapés de 1ª ordem.

A composição de espécies variou entre os trechos de tamanhos diferentes e entre trechos de mesmo tamanho. No entanto, o número de espécies encontrado por trecho foi relativamente constante, indicando a substituição de espécies ao longo dos igarapés. Isto não foi apenas pela exclusão de espécies grandes. Espécies de pequeno porte ocorreram em todos os trechos, independente do tamanho dos igarapés.

As congêneres *Bryconops inpai* e *B. giacopinni* são espécies pelágicas, de tamanhos semelhantes, que se alimentam de material alóctone que cai na

superfície da água. *Bryconops inpai* ocorreu principalmente em igarapés de 1ª ordem e sua abundância diminuiu com o aumento do tamanho dos igarapés. Em contraste, a abundância de *B. giacopii* aumentou com o tamanho do igarapé, ocorrendo em maior número em trechos de 3ª ordem. Aparentemente ocorre a substituição de uma espécie pela outra. Isto pode ser por causa de adaptações específicas ou por competição interespecífica, mas estudos experimentais seriam necessários para testar estas hipóteses.

A composição da comunidade foi influenciada pelos diferentes tipos de substrato, principalmente pela presença de troncos e bancos de liteira. Espécies criptobióticas utilizam o substrato como área de forrageamento e abrigo. *Characidium* cf. *pteroides* utiliza a superfície do leito arenoso, *Pygidianops* sp. n. e *Gymnorhamphichthys rondoni*, os espaços entre grãos de areia. Raízes e troncos são usados por *Synbranchus* sp. e *Rineloricaria heteroptera*, bancos de liteira por *Microcharacidium eletrioides* e *Helogenes marmoratus*. Espécies não criptobióticas podem se beneficiar do uso esporádico e emergencial destes tipos de abrigos em riachos (Castro, 1999). *Aequidens pallidus*, *Hemigrammus* gr. *ocellifer*, *Pyrrhulina* gr. *brevis* e *Hyphessobrycon melazonatus*, freqüentemente se esconderam na liteira quando perturbados.

Os fatores associados à qualidade da água, como ácidos húmicos e partículas em suspensão, afetaram a composição das espécies, mas não a riqueza, indicando que há espécies adaptadas a todas as condições da reserva. É difícil determinar quais dos fatores físico-químicos estavam influenciando a composição da ictiofauna, uma vez que estes fatores foram altamente correlacionados entre si e alguns precisavam ser deixados fora das análises por razões estatísticas.

Fatores como oxigênio e temperatura são conhecidos por afetar a ictiofauna. No entanto, sua influência sobre peixes de riacho não tem sido constatada, provavelmente devido a sua pouca variação em pequenas escalas (Rincón, 1999). Muitas espécies amazônicas apresentam adaptações para sobreviver em situações de hipóxia (Gonzalez, 1996, Val *et al.*, 1999). No entanto, tais situações são comuns em lagos, poças temporárias, igapós e várzeas, onde a limitada circulação vertical da água, aliada a altas taxas de decomposição, reduz drasticamente a concentração de oxigênio dissolvido. Em igarapés, principalmente nas cabeceiras, a baixa profundidade, a velocidade da corrente e a

heterogeneidade do leito geram constante turbulência, resultando em alta saturação de oxigênio. Já a temperatura, variou pouco entre os trechos dos igarapés. A temperatura relativamente constante é típica da região da Amazônia Central porque e a variação altitudinal não é grande o suficiente para acarretar diferenças térmicas.

Igarapés apresentam maior ou menor quantidade de ácidos húmicos e fúlvicos, bem como de sais minerais, dependendo da natureza da rocha matriz, a inclinação topográfica, a cobertura vegetal e os estágios de pedogênese (Walker, 1995). Condições de acidez extrema e de baixos níveis de sais minerais podem atuar diretamente sobre a ictiofauna. A exposição a tais ambientes pode tornar os peixes hipertônicos e gerar acidose sanguínea, o que influencia a regulação iônica e ácido-básica das células sanguíneas, bem como a regulação osmótica de todo o organismo (Gonzalez, 1996; Val *et al.*, 1999). Diversos grupos de peixes desenvolveram respostas adaptativas, incluindo ajustes fisiológicos para sobreviver nestas condições extremas, o que pode explicar a riqueza de espécies nestes locais (Val *et al.*, 1999). Seriam interessantes estudos posteriores sobre as respostas individuais das espécies às condições físico-químicas nos riachos de água preta.

Maior quantidade de ácidos húmicos na água é resultante de drenagens em solos podzóicos (arenosos), uma vez que os solutos húmicos são adsorvidos pelos minerais de argila contidos nos latossolos (Leenheer, 1980). Os perfis topográficos da reserva diferem entre as bacias de drenagem, sendo que a bacia Leste é mais íngreme, com solos argilosos, e a Oeste possui uma maior área de baixios (vales), com solos arenosos. Tais características podem explicar porque as condições físico-químicas diferem entre as bacias resultando em diferenças entre as assembléias de peixes. O fato da bacia Oeste desaguar no rio Negro, tipicamente um rio de água preta, e a bacia Leste desaguar no rio Amazonas, com água predominantemente branca (túrbida por causa da grande quantidade de sólidos em suspensão), pode também gerar diferenças faunísticas. Independente dos fatores que diferenciam as duas bacias, o fato destas possuírem faunas distintas é uma forte razão para considerá-lasb como unidades de manejo distintas em planos de conservação da reserva.

O fato da localização da reserva incluir as cabeceiras de igarapés de duas drenagens é um aspecto muito positivo. Reservas que não englobam as

nascentes de seus corpos de água podem estar sujeitas a ameaças por poluição e mudanças na estrutura dos igarapés, como assoreamento e eutrofização.

Ações humanas têm influenciado drasticamente a ictiofauna fora da reserva. Silva (1992) encontrou uma sensível deterioração da qualidade da água e redução do número de espécies de peixes em um igarapé de Manaus. Também, foi detectada a presença de cobre, zinco, cádmio e cromo em elevadas concentrações em tamboatás (*Hoplosternum littorale*), e a presença de deformações e tumores nos raios das nadadeiras, possivelmente ocasionados por poluentes químicos. Felizmente, somente um igarapé poluído adentra a reserva e, após percorrer um trecho de cerca de 3 km, sai da área de preservação. Seu efeito, apesar de negativo, é pequeno, atuando em uma área menor que 3 km<sup>2</sup> da reserva.

Os resultados indicam que os igarapés de tamanhos e qualidades de águas diferentes têm assembléias de peixes diferentes. A riqueza por trecho amostrado (diversidade  $\alpha$ ) foi pequena ( $\bar{X} = 9$ ), em relação à riqueza total encontrada (N=49). Isto provavelmente indica uma alta diversidade  $\beta$ , e não apenas um efeito de amostragem, uma vez que a composição foi fortemente relacionada com as variáveis ambientais amostradas.

Bührnheim & Cox-Fernandes (2001) encontraram, em seu estudo na bacia do rio Urubu, 35 espécies de peixes. Destas, somente 17 foram comuns à Reserva Ducke. Das 44 encontradas por Silva (1995) no igarapé do Candirú, a aproximadamente 5 km da reserva, somente 10 também foram capturadas durante este trabalho. O número de espécies encontradas nos três estudos foi semelhante, mas, a composição de espécies foi bem diferente, mesmo sendo as áreas relativamente próximas e pertencentes a mesma formação geológica (Escudo das Guianas). Estes resultados demonstram a necessidade da criação de mais unidades de conservação nesta região, incluindo áreas de cabeceira, de forma a manter uma porção representativa da diversidade de espécies de peixes de igarapés da Amazônia Central.

## Bibliografia

- AGOSTINHO, A. A., JÚLIO JR., H. F. 1999. Peixes da Bacia do Alto Rio Paraná. In: LOWE-MCCONNELL, R. H.. **Estudos Ecológicos de Comunidades de Peixes Tropicais**. Edusp, São Paulo. pp. 345-373.
- ALBERT, J. S. FINK, W. L. 1996. *Sternopygus xingu*, a new species of electric fish from Brazil (Teleostei: Gymnotoidei), with comments on the phylogenetic position of *Sternopygus*. **Copeia**, n. 1, pp. 85-102.
- ALBERT, J. S., MILLER, R. R. 1995. *Gymnotus maculosus*, a new species of electric fish (Chordata: Teleostei: Gymnotoidei) from Middle America, with a key to species of *Gymnotus*. **Proceeding of the Biological Society of Washington**, v. 108, n. 4, pp. 662-678.
- ANGERMEIER, P. L., KARR, J. R. 1984. Fish communities along environmental gradients in a system of tropical streams. In: ZARET, T. M. (Ed.). **Evolutionary ecology of neotropical freshwater fishes**. Dr. W. Junk Publishers, The Hague, Netherlands.
- ARAUJO, V. C. de. 1967. A Reserva Florestal Ducke (Manaus): características e principais elementos florísticos e faunísticos protegidos. **Atas do simpósio sobre a Biota Amazônica**, vol. 7 (Conservação da Natureza e Recursos Naturais): 57-68.
- ARAUJO-LIMA, C. A. R. M., JIMÉNEZ, L. F., OLIVEIRA, R. S., ETEROVICK, P. C., MENDONZA, U., JEROZOLIMKI, A. 1999. Relação entre o número de espécies de peixes, complexidade do hábitat e ordem do riacho nas cabeceiras de um tributário do rio Urubu, Amazônia Central. **Acta Limnológica Brasiliensia**, v. 11., n. 2, pp. 127-135.
- BELBIN, L. 1995. PATN: Pattern Analysis Package. CSIRO Division of Wildlife & Ecology, Australia.
- BUCKUP, P. A. 1993. Review of the characidiin fishes (Teleostei: Characiformes), with descriptions of four new genera and ten new species. **Ichthyol. Explor. Freshwaters**, v. 4, n. 2, pp. 97-154.
- BÜHRNHEIM, C. M. 1999. Habitat abundance patterns of fish communities in three Amazonian rainforest streams. In: VAL, A. L., ALMEIDA-VAL, V. M. (Eds). **Biology of Tropical Fishes**. INPA, Manaus, pp. 63-74.

- BÜHRNHEIM, C. M., COX-FERNANDES, C. 2001. Low seasonal variation of fish assemblages in Amazonian rain forest streams. **Ichthyol. Explor. Freshwaters**, v. 12, n. 1, pp. 65-78.
- BURGESS, W. E. 1989. **Freshwater and marine catfishes. A preliminary survey of the Siluriformes**. T. F. H. Publications, Neptune City. 784 p.
- BUSSING, W. A., LÓPEZ, M. I. 1977. Distribución y aspectos ecológicos de los peces de las cuencas hidrográficas de Arenal, Bebedero y Tempisque, Costa Rica. **Rev. Biol. Trop.**, 25(1): 13-37.
- CASTRO, R. M. C. 1999. Evolução da ictiofauna de riachos sul-americanos: padrões gerais e possíveis processos causais. pp. 139-155. In: CARAMASCHI, E. P., MAZZONI, R., PERES-NETO, P. R. (Eds). **Ecologia de peixes de riachos**. Série Oecologia Brasiliensis, v. 6, PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro.
- CHAUVEL, A. 1981. Contribuição para o estudo da evolução dos latossolos amarelos distróficos argilosos na borda do platô, na região de Manaus: mecanismo de gibbsitização. **Acta Amazonica**, 11(2): 227-245.
- CHERNOFF, B., MACHADO-ALLISSON, A., BUCKUP, P. A., LEON, R. R. 1994. Systematic status and neotype designation for *Autanychthy giacopinii* Fernández-Yépez with comments on the morphology of *Bryconops melanurus* (Bloch). **Copeia**, n.1, pp. 238-242.
- CORTE, D. A. A. 1997. Planejamento e gestão de Áreas de Proteção Ambiental. In: I CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO. **Anais: Trabalhos Técnicos**. IAP/UNILIVRE/Rede Nacional Pro Unidade de Conservação, Curitiba, v. 2.
- FAITH, D. P., MINCHIN, P. R., BELBIN, L. 1987. Compositional dissimilarity as a robust measure of ecological distance: a theoretical model and computer simulations. **Vegetatio**, n. 69, pp. 57-68.
- FERREIRA, E. J. G., ZUANON, J. A. S., SANTOS, G. M. 1998. **Peixes comerciais do Médio Amazonas, região de Santarém – PA**. IBAMA, Brasília. 214 p.
- FRASER, D. F., GILLIAM, J. F., MACGOWAN, M. P., ARCARO, C. M. GUILLOZET, P. H. 1999. Habitat quality in a hostile river corridor. **Ecology**, 80(2): 597-607.

- GÉRY, J. 1970. **Characoids of the world**. T.F.H. Publications, Neptune City, 672p.
- GONZALEZ, R. J. 1996. Ion regulation in ion poor water of low pH. In: VAL, A. L., ALMEIDA-VAL, V. M., RANDALL, D. J. (Eds). **Physiology and biochemistry of the fishes of de Amazon**. INPA, Manaus. Pp. 111-122.
- GOULDING, M. 1980. **The Fishes and the Florest: Explorations in Amazonian Natural History**. University of California, California, U.S.A..
- GOULDING, M., CARVALHO, M. L., FERREIRA, E. G. 1988. **Rio Negro, rich life in poor water**. SPB Academic, The Hague, Hague, Netherlands.
- GREENBERG, L. A. 1991. Habitat use and feeding behavior of thirteen species of benthic stream fishes. **Environmental Biology of Fishes**, 31: 389-401.
- HARDING, J. M., BURKY, A. J., WAY, C. M. 1998. Habitat Preferences of the Rainbow Darter, *Etheostoma caeruleum*, with Regard to Microhabitat Velocity Shelters. **Copeia**, 4: 988-997.
- HAUFF, S. N. 1997. As áreas protegidas na ilha de Santa Catarina. In: I CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO. **Anais: Trabalhos Técnicos**. IAP/UNILIVRE/Rede Nacional Pro Unidade de Conservação, Curitiba, v. 2.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), 2001. **Resultados do Universo do Censo 2000: cidade de Manaus, AM**. Internet: [www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php](http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php).
- ISBRÜCKER, I. J. H., NIJSSEN, N. 1976. *Rineloricaria heteroptera*, a new species of mailed catfish from rio Amazonas near Manaus, Brazil (Pisces, Siluriformes, Loricariidae). **Zool. Anz.**, 196: 109-124.
- JEPSEN, D. B. 1997. Fish species diversity in sand bank habitats of a neotropical river. **Environmental Biology of Fishes**, n. 49, pp. 449-460.
- JUNK, W. J. 1983. As águas da Região Amazônica. In: SALATI, E., SCHUBART, H. O. R., JUNK, W. J. E OLIVEIRA, A. E. (Eds.). **Amazônia: desenvolvimento, integração e ecologia**. CNPq/Brasiliense, São Paulo. 328p.
- JUNK, W. J., FURCH, K. 1985. The Physical and Chemical Properties of Amazonian Waters and their Relationship with the Biota. In: TREHERNE, J. E.. **Key environments: Amazonia**. Pergamon, Oxford, England.



- JUNK, W., BAYLEY, J. B., SPARKS, R. E. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. In: DODGE, D. P. (Ed.). **Proceedings of the International Large River Symposium**. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.
- KENKEL, N. C., ORLÓCI, L. 1986. Applying metric and nonmetric multidimensional scaling to ecological studies: some new results. **Ecology**, v. 67, n.4, pp. 919-928.
- KIROVSKY, A. L. 1998. **Comunidades de peixes de áreas naturais e impactadas por barragens e clareiras artificiais em igarapés da Amazônia Central, AM**. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/ Universidade do Amazonas. 292pp.
- KNÖPPEL, H.A. 1970. Food of Central Amazonian Fishes: Contribution to the nutrient-ecology of amazonian rain-forest-streams. **Amazoniana** 2(3):257-352.
- KNÖPPEL, H.A., JUNK, W.J., GERY, J. 1968. *Bryconops (Creatochanes) inpai*, a new characoid fish from the central Amazon region, with a view of the genus *Bryconops*. **Amazoniana** 1(3):231-246.
- KULLANDER, S. O. 1986. **Cichlid fishes of the Amazon River drainage of Peru**. Swedish Museum of Natural History, Stockholm, 431 p.
- LEENHEER, J. A. 1980. Origin and nature of humic substances in the Amazon River Basin. **Acta Amazonica**, v.10, n.3, pp. 513-526.
- LOWE-MCCONNELL, R. H. 1999. **Estudos Ecológicos de Comunidades de Peixes Tropicais**. Edusp, São Paulo. 366 p.
- MACHADO-ALLISSON, A., BUCKUP, P. A., CHERNOFF, B., ROYERO, R. 1993. Las espécies del genero *Bryconops* Kner, 1858 em Venezuela (Teleostei, Characiformes). **Acta Biologica Venezuelica**, v. 14, n. 3, pp.1-20.
- MAGO-LECCIA, F. 1994. **Electric fishes of the continental water of America (Peces eléctricos de las aguas continentales de America)**. Biblioteca de La Academia de Ciencias Físicas, Matematicas y Naturales. v. 29, Caracas. 221p.
- MARTINS, C. S. 2000. **Estrutura da comunidade da ictiofauna em igarapés da bacia do rio Urubu, Amazônia Central, Brasil**. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/ Universidade do Amazonas. 49pp.
- MARTIN-SMITH, K. M. 1998. Relationships between fishes and habitat in rainforest streams in Sabah, Malaysia. **Journal of Fish Biology**, 52: 458-482.

- MEADE, R. H. 1985. **Suspended sediment in the Amazon River and its tributaries in Brazil during 1982-1984**. U.S. Geol. Surv. Open File Rep. 85-492. 39p.
- MEES, G. F. 1974. The Auchenipteridae and Pimelodidae of Suriname (Pisces, Nematognathi). **Zoologische Verhandelingen**. Leiden, n. 132, 268 p.
- MENEZES, N. A. 1996. Methods for assessing freshwater fish diversity. *In*: MENEZES, N.A., BICUDO, C. E. M. (eds.). **Biodiversity in Brazil: a first approach**. CNPq, São Paulo, p. 289-295.
- MINCHIN, P. R. 1987. Simulation of multidimensional community patterns: toward a comprehensive model. **Vegetatio**, n. 71, pp. 145-156.
- OUBOTER, P. E., MOL, J. H. A. 1993. The fish fauna of Suriname. *In*: OUBOTER, P. E. (Ed.). **Freshwater Ecosystems of Suriname**. Kluwer Academic Publisher, Netherlands, pp. 133-154.
- PAIVA, M. P. 1983. **Peixes e pescas da águas interiores do Brasil**. Editerra, Brasília. 158 p.
- PETTS, G. E. 1994. Rivers: Dynamic components of catchment ecosystems. *In*: CALOW, P., PETTS, G. E. (eds.). **The River Handbook**. v. 2, Blackwell Scientific, Oxford. p. 3-22.
- PIET, G. J. 1998. Ecomorphology of a size-structured tropical freshwater fish community. **Environmental Biology of Fishes**, 51: 67-86.
- PLANQUETTE, P., KEITH, P., LE BAIL, P. -Y. 1996. **Atlas des poissons d'eau douce de Guyane**. Collection du Patrimoine Naturel, v. 22. Paris. 429 p.
- RIBEIRO, J. E. L. da S. *et al.* 1999. **Flora da Reserva Ducke: Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central**. INPA. Manaus, Brasil.
- RINCÓN, P. A. 1999. Uso de micro-hábitat em peixes de riachos: métodos e perspectivas. pp. 23-90. *In*: CARAMASCHI, E. P., MAZZONI, R., PERES-NETO, P. R. (Eds.). **Ecologia de peixes de riachos**. Série Oecologia Brasiliensis, v. 6, PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro.
- SABINO, J. 1999. Comportamento de peixes em riachos: métodos de estudo para uma abordagem naturalística, pp. 183-208. *In*: CARAMASCHI, E. P.; MAZZONI, R. & PERES-NETO, P. R., (eds.). **Ecologia de peixes de Riachos**. Série Oecologia Brasiliensis, v. 6. PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.

- SABINO, J., ZUANON, J. 1998. A stream fish assemblage in Central Amazonia: distribution, activity patterns and feeding behavior. **Ichthyol. Explor. Freshwaters**, v. 8, n. 3. pp. 201-210.
- SANTOS, G. M. , FERREIRA, E. J. G. 1999. Peixes da Bacia Amazônica. In: LOWE-MCCONNELL, R. H.. **Estudos Ecológicos de Comunidades de Peixes Tropicais**. Edusp, São Paulo.
- SATO, Y., GODINHO, H. P. 1999. Peixes da Bacia do Rio São Francisco. In: LOWE-MCCONNELL, R. H.. **Estudos Ecológicos de Comunidades de Peixes Tropicais**. Edusp, São Paulo. pp. 374-400.
- SCHWASSMANN, H. O. 1989. *Gymnorhamphichtys rosamariae*, a new species of knifefish (Rhamphichthyidae, Gymnotiforme) from the Upper Rio Negro, Brasil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**. v. 24, n. 3, pp. 157-167.
- SILFVERGRIP, A. M. C. 1996. **A systematic revision of the neotropical catfish genus Rhamdia (Teleostei, Pimelodidae)**. Jannes Snabbtryck AB, Stockholm, 174 p.
- SILVA, C. P. D. 1992. **Influência das modificações ambientais sobre a comunidade de peixes de um igarapé da cidade de Manaus (Amazonas)**. Dissertação de mestrado. INPA, Manaus. 112p.
- SILVA, C. P. D. 1993. Alimentação e distribuição espacial de algumas espécies de peixes do igarapé do Candirú, Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, 23(2-3): 271-285.
- SILVA, C. P. D. 1995. Community structure of fish in urban and natural streams in the Central Amazon. **Amazoniana**, 13(3/4): 221-236.
- SILVA, E. N. S., SILVA, C. P. D. 1993. A expansão de Manaus como exemplo do processo de extinção de igarapés. In: FERREIRA, E. J. G., SANTOS, G. M., LEÃO, E. L. M., OLIVEIRA, L. A. (Eds.). **Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia, v.2**. INPA, Manaus.
- SMITH, N. J. H. 1979. **A pesca no rio Amazonas**. CNPq/INPA, Manaus. 154 p.
- TRIQUES, M. L. 1997. *Stegostenopos cryptogenes*, new genus and species of Hypoconidae electrogenic neotropical fish from the Rio Negro system, Brazil (Actinopterygii: Ostariophysi: Gymnotiformes). **Revue fr. Aquariol.**, v. 24, n. 1-2, pp. 31-36.
- VAL, A. L., MARCON, J. L., COSTA, O. T. F., BARCELOS, J. F. M., GARCIA, J. T. M., ALMEIDA-VAL, V. M. F. 1999. Fish of the Amazon: surviving

- enviromental changes. In: SAKESENA, D. N. (Ed). **Ichthyology: recent research advances**. Science Publishers, Inc. Enfield, USA. pp. 389-402.
- VANNOTE, R. L., MINSHALL. G. W., CUMMNINS, K. W., SEDELL, J. R., CUSHING, C. E. 1980. The river continuum concept. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, n.37, pp.130-137.
- WALKER, I. 1991. Algumas considerações sobre um programa de zoneamento da Amazônia. In: VAL, A. L., FIGLIUOLO, R., FELDBERG, E. (Eds.). **Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia, v.1**. INPA, Manaus.
- WALKER, I. 1995. Amazonian streams and small rivers. pp. 167-193. In: TUNDISI, J. G., BICUDO, C. E. M., MATSUMURA-TUNDISI, T. (Eds). **Limnology in Brazil**. Soc. Bras. De Limnologia/Acad. Bras. de Ciências.
- WELCOMME, R. L. 1985. River fisheries. **FAO Fisheries Technical Paper**. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma, n. 262, 330 p.
- WILKINSON, L. 1998. **SYSTAT: the system for statistics**. SYSTAT Inc., Evanston, Illinois.
- WINEMILLER, K. O. 1990. Spatial and temporal variation in tropical fish trophic networks. **Ecological Monographs**, v. 60, n. 3, pp.331-367.
- ZARET, T. M., RAND, A. S. 1971. Competition in tropical stream fishes: support for the competitive exclusion principle. **Ecology**, v. 52, n. 2, pp. 336-342.
- ZUANON, J. A. S. 1999. **História natural da ictiofauna de corredeiras do rio Xingu, na região de Altamira, Pará**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas. 214pp.

## **Apêndices**

**Apêndice 1 –** Valores médios dos parâmetros ambientais medidos nos diferentes locais de amostragem.

Igarapé	Bacia	Dossel %	pH	Temp. °C	Conduct. uS/cm	O <sub>2</sub> mg/l	Vm cm/s	Larg. m	Vazão m <sup>3</sup> /s	Prof. Med. m	Prof. Máx. m	Part. S. mg/l	Ác. Húmicos	AR %	LT %	LF %	TR %	RA %	MC %	AG %
Ac11	O	9.81	3.75	25.30	8.00	8.87	21.94	2.50	0.130	0.21	0.37	1.63	0.624	0.40	0.26	0.01	0.09	0.20	0.03	0.00
Ac12	O	7.64	4.47	25.70	3.50	8.60	11.71	1.90	0.058	0.18	0.39	2.69	0.253	0.38	0.36	0.02	0.13	0.06	0.05	0.00
Ac13	O	6.77	4.46	25.70	3.30	9.39	12.76	2.65	0.061	0.24	0.32	2.94	0.214	0.33	0.28	0.01	0.04	0.34	0.00	0.00
Ac14	O	9.20	4.85	25.50	2.99	5.43	0.00	1.26	0.000	0.19	0.27	5.34	0.123	0.30	0.32	0.19	0.04	0.14	0.00	0.00
Ac15	O	15.28	4.88	24.90	2.99	5.86	0.00	1.51	0.000	0.12	0.21	4.33	0.102	0.33	0.42	0.08	0.06	0.12	0.00	0.00
Ac22	O	6.42	4.54	24.00	2.99	7.07	13.24	2.53	0.061	0.20	0.42	4.53	0.131	0.31	0.35	0.10	0.08	0.15	0.00	0.00
Ac23	O	19.62	4.69	24.60	3.60	6.20	14.26	2.40	0.098	0.35	0.58	4.65	0.172	0.65	0.19	0.01	0.08	0.08	0.00	0.00
Ac31	O	7.29	4.03	25.80	5.60	9.42	22.45	2.92	0.300	0.60	0.85	1.86	0.428	0.61	0.08	0.02	0.11	0.18	0.00	0.00
Ac32	O	7.12	4.32	24.30	3.80	7.01	28.12	3.74	0.549	0.51	0.85	6.02	0.154	0.49	0.28	0.08	0.09	0.05	0.00	0.00
Ac33	O	12.67	4.85	24.70	2.99	7.02	25.20	5.11	0.701	0.59	0.84	6.50	0.167	0.39	0.24	0.00	0.11	0.19	0.01	0.06
Bo11	O	5.47	4.06	24.40	5.30	6.60	5.24	2.44	0.044	0.39	0.62	2.55	0.387	0.65	0.28	0.03	0.01	0.04	0.00	0.00
Bo12	O	8.33	4.33	24.80	2.99	6.51	28.09	2.76	0.285	0.34	0.53	9.27	0.158	0.39	0.44	0.07	0.04	0.04	0.01	0.00
Bo13	O	6.34	4.07	24.50	7.90	5.83	35.03	2.85	0.212	0.28	0.44	4.61	0.410	0.39	0.26	0.06	0.03	0.24	0.01	0.00
Bo14	O	9.38	4.26	24.60	5.60	7.01	15.28	3.00	0.181	0.48	0.79	3.72	0.286	0.15	0.54	0.10	0.05	0.15	0.01	0.00
Bo15	O	7.29	4.27	24.40	5.70	5.89	7.31	1.67	0.021	0.15	0.22	4.04	0.285	0.51	0.23	0.03	0.03	0.20	0.00	0.00
Bo16	O	9.03	4.36	24.70	2.99	6.75	9.24	1.27	0.008	0.07	0.11	5.83	0.055	0.46	0.24	0.09	0.11	0.09	0.02	0.00
Bo21	O	8.77	4.62	24.70	4.80	5.68	12.24	3.22	0.162	0.46	0.70	9.60	0.237	0.49	0.21	0.00	0.10	0.01	0.01	0.01
Bo22	O	8.07	4.20	23.80	5.60	7.01	26.45	3.01	0.398	0.50	0.84	5.45	0.175	0.52	0.28	0.01	0.11	0.08	0.00	0.00
Bo31	O	10.85	4.77	24.60	2.99	6.44	29.76	5.33	0.967	0.65	1.13	5.02	0.179	0.69	0.13	0.02	0.07	0.08	0.01	0.00
Br21	L	9.11	4.56	24.30	2.99	7.74	31.46	2.55	0.185	0.26	0.44	6.64	0.129	0.36	0.49	0.04	0.06	0.02	0.02	0.00
Ip11	L	6.42	4.73	21.80	2.99	7.23	16.55	1.68	0.061	0.20	0.34	5.61	0.075	0.52	0.33	0.02	0.08	0.05	0.00	0.00
Ip12	L	5.64	4.66	23.60	2.99	6.84	5.64	1.57	0.012	0.14	0.22	6.27	0.060	0.69	0.17	0.00	0.10	0.02	0.00	0.00
Ip13	L	9.03	4.72	24.60	2.99	6.77	2.47	0.81	0.001	0.08	0.13	5.15	0.022	0.34	0.42	0.14	0.01	0.07	0.01	0.00
Ip14	L	6.94	4.68	22.50	2.99	7.21	13.52	3.33	0.102	0.15	0.31	5.00	0.035	0.81	0.08	0.03	0.06	0.02	0.00	0.00
Ip21	L	7.38	4.63	24.30	2.99	7.40	28.54	3.25	0.330	0.38	0.58	5.70	0.079	0.21	0.41	0.14	0.16	0.05	0.02	0.00
Ti11	L	17.01	4.56	24.30	2.99	7.07	10.63	2.24	0.028	0.13	0.25	5.29	0.115	0.47	0.16	0.15	0.02	0.20	0.00	0.00
Ti12	L	11.63	4.71	24.40	2.99	5.59	4.19	1.02	0.004	0.13	0.45	5.15	0.039	0.53	0.22	0.07	0.03	0.16	0.00	0.00
Ti13	L	11.29	4.61	22.10	2.99	7.41	14.94	1.35	0.032	0.18	0.26	11.23	0.057	0.51	0.29	0.17	0.00	0.03	0.00	0.00
Ti14	L	7.21	4.42	25.20	2.99	6.97	0.00	1.06	0.000	0.10	0.13	5.04	0.014	0.60	0.28	0.00	0.03	0.07	0.00	0.00
Ti21	L	9.64	4.42	23.60	2.99	7.59	26.64	2.35	0.208	0.34	0.52	5.86	0.145	0.65	0.13	0.02	0.04	0.15	0.01	0.00
Ti22	L	8.16	4.43	25.10	2.99	7.55	20.44	2.41	0.110	0.21	0.38	5.00	0.053	0.55	0.22	0.00	0.09	0.12	0.00	0.01
Ti31	L	8.07	4.42	24.10	2.99	7.12	41.35	3.45	0.680	0.48	0.83	6.36	0.140	0.73	0.12	0.03	0.01	0.10	0.00	0.01
Ti33	L	7.38	4.57	24.60	2.99	7.59	38.01	5.19	1.082	0.56	0.90	7.12	0.081	0.62	0.15	0.05	0.08	0.10	0.00	0.00
Ub11	L	7.99	4.64	24.50	2.99	7.16	5.78	2.07	0.011	0.12	0.21	14.41	0.021	0.37	0.25	0.30	0.03	0.06	0.00	0.00
Ub12	L	9.64	4.55	24.10	2.99	7.51	18.71	2.60	0.088	0.18	0.30	6.74	0.034	0.61	0.21	0.05	0.06	0.07	0.00	0.00
Ub13	L	7.99	4.61	24.50	2.99	7.02	17.40	1.63	0.038	0.17	0.26	6.25	0.440	0.51	0.26	0.08	0.02	0.13	0.00	0.00
Ub21	L	6.77	4.47	24.60	2.99	7.49	31.49	3.22	0.286	0.28	0.48	5.94	0.079	0.59	0.19	0.07	0.01	0.12	0.00	0.00
Ub22	L	8.07	4.60	24.50	2.99	7.01	17.83	2.06	0.036	0.11	0.17	5.60	0.021	0.82	0.13	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00

**Apêndice 2 –** Ictiofauna capturada na Reserva Florestal Ducke, Bacia Oeste, em números de exemplares por local de amostragem.

Espécies	Ac11	Ac12	Ac13	Ac14	Ac15	Ac22	Ac23	Ac31	Ac32	Ac33	Bo11	Bo12	Bo13	Bo14	Bo15	Bo16	Bo21	Bo22	Bo31	Br21	
<i>Acestrorhynchus falcatus</i>									1												
<i>Aequidens pallidus</i>	3	1	10	2	3	2	4	7		2	2	1	6	1	4	7		3			3
<i>Ancistrus aff. hoplogenyus</i>																					
<i>Apistogramma sp.</i>																					
<i>Apistogramma gr. steindachneri</i>																					
<i>Bryconops giacopinii</i>	6				1	5	18	4	33			2	1	9			1	11	8		4
<i>Bryconops inpai</i>	4	6	5	1	2	2	1											1			
<i>Callichthys callichthys</i>				1																	
<i>Carnegiella strigata</i>																					
<i>Characidium cf. pteroides</i>																					
<i>Copella nigrofasciata</i>								1	1				4	1							1
<i>Crenicichla aff. inpa</i>								1													1
<i>Crenicichla inpa</i>																					
<i>Crenicichla lenticulata</i>																					
<i>Crenuchus spilurus</i>	11	8	7		9	5	4			1											
<i>Eigenmania macrops</i>																					
<i>Erythrinus erythrinus</i>	6	8	6	12	7	4	7			1	1	1	10	1	8	3					1
<i>Gymnorhamphichthys rondoni</i>										2											
<i>Gymnotus cataniapo</i>																					
<i>Gymnotus pedanopterus</i>	1							4				1		1							
<i>Helogenes marmoratus</i>	1	1		4	3	3	1	1		1	1	1	3	1	2	1					2
<i>Hemigrammus gr. ocellifer</i>	2	15	12	47	4	3							2	9	2						
<i>Hoplias malabaricus</i>																					
<i>Hyphessobrycon heterorhabdus</i>																					
<i>Hyphessobrycon melazonatus</i>	42	4	36		11	1	5	2	1	26	48	26	11	83	1	5	56	18			6
<i>Hypopygus lepturus</i>												2					1	1			2
Loricariidae sp.												1									
<i>Hypselecara coryphaenoides</i>										1											
<i>Iguanodectes geisleri</i>																					
<i>Imparfinis pristos</i>																					
<i>Ituglanis aff. amazonicus</i>																					
<i>Microcharacidium eleotrioides</i>													2		2	3					1
<i>Microsternarchus bilineatus</i>																					

**Apêndice 3 –** Ictiofauna capturada na Reserva Florestal Ducke, Bacia Oeste, em números de exemplares por local de amostragem (continuação).

Espécies	Ac11	Ac12	Ac13	Ac14	Ac15	Ac22	Ac23	Ac31	Ac32	Ac33	Bo11	Bo12	Bo13	Bo14	Bo15	Bo16	Bo21	Bo22	Bo31	Br21
<i>Microsternarchus</i> sp																				
<i>Nannostomus marginatus</i>											2		1	5						
<i>Phenacogaster aff. megalostictus</i>															2					
<i>Poecilocharax weitzmani</i>																				
<i>Hemicetopsis macilentus</i>																				
<i>Pseudopimelodus raninus</i>									2											1
<i>Pygidianops</i> sp. n.	14	10	19	34	2	5	2	1			4	2	4		19	7	3			1
<i>Pyrrhulina gr. brevis</i>																				1
<i>Pyrrhulina gr. laeta</i>																				1
<i>Rhamdia quelen</i>																				
<i>Rineloricaria heteroptera</i>									1											
<i>Rivulus compressus</i>	2	1	23																	
<i>Steatogenys duidae</i>																				
<i>Stegostenopus cryptogenes</i>																				1
<i>Sternopygus macrurus</i>																	3			1
<i>Symbranchus</i> sp	1																			1



**Apêndice 4 –** Ictiofauna capturada na Reserva Florestal Ducke, Bacia Leste, em números de exemplares por local de amostragem.

Espécies	Ip11	Ip12	Ip13	Ip14	Ip21	Ti11	Ti12	Ti13	Ti14	Ti21	Ti22	Ti31	Ti33	Ub11	Ub12	Ub13	Ub21	Ub22
<i>Acestrorhynchus falcatus</i>													1					
<i>Aequidens pallidus</i>	6	12	3	5	3	6	6	6	1	5	18	1		6	13	6	5	9
<i>Ancistrus aff. hoplogenyis</i>											1				1			
<i>Apistogramma</i> sp.						1	6	5	1	2	1	3		5	3			1
<i>Apistogramma</i> gr. <i>steindachneri</i>																		
<i>Bryconops giacopinii</i>					1													
<i>Bryconops inpai</i>																		
<i>Callichthys callichthys</i>								1										
<i>Carnegiella strigata</i>																		
<i>Characidium cf. pteroides</i>																		
<i>Copella nigrofasciata</i>				4						4	2	1		4			2	
<i>Crenicichla aff. inpa</i>																		
<i>Crenicichla inpa</i>																		
<i>Crenicichla lenticulata</i>																		
<i>Crenuchus spilurus</i>							1							1	2			
<i>Eigenmania macrops</i>																		1
<i>Erythrinus erythrinus</i>	7	5	8	2	2	4	11	7	2	1	1	1	1	7		6		
<i>Gymnorhamphichthys rondoni</i>																		2
<i>Gymnotus cataniapo</i>									2									
<i>Gymnotus pedanopterus</i>	1				1	1				1	1	2	1					1
<i>Helogenes marmoratus</i>	4		2	2	4	4		1	1							1	2	
<i>Hemigrammus gr. ocellifer</i>	2	5	1	1	2	8	21	16	5	1	7	5		11			1	3
<i>Hoplias malabaricus</i>				1														
<i>Hypessobrycon heterorhabdus</i>																		
<i>Hypessobrycon melazonatus</i>	3	12		3	10	5	25	82		8	56	17	83	20	2	6		3
<i>Hypopygus lepturus</i>										1		1						3
Loricariidae sp.																		1
<i>Hypselecara coryphaenoides</i>																		
<i>Iguanodectes geisleri</i>																		
<i>Imparfinis pristis</i>																		
<i>Ituglanis aff. amazonicus</i>																		
<i>Microcharacidium electroioides</i>	1	1	2	1	1	4	17	2	20	1			4					
<i>Microsternarchus bilineatus</i>																		1

**Apêndice 5** – Ictiofauna capturada na Reserva Florestal Ducke, Bacia Leste, em números de exemplares por local de amostragem (continuação).

Espécies	Ip11	Ip12	Ip13	Ip14	Ip21	Ti11	Ti12	Ti13	Ti14	Ti21	Ti22	Ti31	Ti33	Ub11	Ub12	Ub13	Ub21	Ub22
<i>Microsternarchus</i> sp						2	1											
<i>Nannostomus marginatus</i>												1				2		
<i>Phenacogaster aff. megalostictus</i>																	1	
<i>Poecilocharax weitzmani</i>												1						
<i>Hemictetops macilentus</i>																		
<i>Pseudopimelodus raninus</i>																		
<i>Pygidianops</i> sp. n.												1						
<i>Pyrrhulina gr. brevis</i>	10	6	19	6	3	26	76	51	47	4	14	3		76	4	7	6	15
<i>Pyrrhulina gr. laeta</i>				2	4					1		1					1	
<i>Rhamdia quelen</i>	1																	
<i>Rineloricaria heteroptera</i>																		
<i>Rivulus compressus</i>	3	1	3	4	5	10	2	5		1		1		1			1	1
<i>Steatogenys duidae</i>	1																	
<i>Stegostenopus cryptogenes</i>											1							
<i>Sternopygus macrurus</i>	3										1	3						
<i>Symbranchus</i> sp																	1	

**Apêndice 6 – Coeficientes de correlação (Pearson) entre os fatores ambientais amostrados.**

	pH	Temp. °C	Conduct. uS/cm	O <sub>2</sub> mg/l	Vm cm/s	Dossel %	Larg. m	Vazão m <sup>3</sup> /s	Prof. Med. m	Prof. Máx. m	Part. S. mg/l	Ác. Húmicos	Bacia	AR	AG	LF	LT	MC	RA	TR		
PH	1.																					
Temp.	-0.259	1.																				
Conduct.	-0.739	0.184	1.																			
O <sub>2</sub>	-0.366	0.232	0.033	1.																		
Vm	-0.298	-0.172	0.138	0.293	1.																	
Dossel	0.317	0.069	-0.159	-0.238	-0.152	1.																
Larg.	-0.132	-0.086	0.089	0.179	0.719	-0.028	1.															
Vazão	-0.071	-0.067	-0.027	0.105	0.740	-0.028	0.889	1.														
Prof. Med.	-0.231	-0.003	0.231	0.136	0.641	-0.022	0.818	0.825	1.													
Prof. Máx.	-0.218	-0.026	0.199	0.097	0.631	0.014	0.822	0.834	0.974	1.												
Part. S.	0.442	-0.405	-0.405	-0.234	0.076	0.016	0.006	0.064	-0.066	-0.101	1.											
Ác. Húmicos	-0.618	0.285	0.796	0.223	0.179	-0.094	0.151	0.040	0.304	0.265	-0.475	1.										
Bacia	0.344	-0.352	-0.536	0.114	0.070	-0.083	-0.206	-0.095	-0.363	-0.338	0.392	-0.549	1.									
AR	-0.207	-0.030	0.081	0.124	0.461	-0.159	0.521	0.550	0.488	0.499	-0.071	-0.032	-0.044	1.								
AG	0.123	0.093	-0.149	0.003	0.124	0.066	0.321	0.247	0.228	0.179	0.084	-0.115	0.014	0.020	1.							
LF	0.128	-0.089	-0.140	-0.142	0.009	-0.118	-0.015	0.055	-0.070	-0.075	0.437	-0.243	0.054	0.081	-0.237	1.						
LT	-0.208	0.118	0.162	-0.002	0.205	-0.167	0.181	0.204	0.260	0.256	-0.027	0.022	-0.362	0.340	-0.038	0.459	1.					
MC	-0.287	0.228	0.297	0.290	0.143	0.001	0.027	0.008	0.019	-0.019	-0.216	0.373	-0.282	-0.216	0.022	-0.043	0.161	1.				
RA	-0.421	0.411	0.486	0.250	0.307	-0.078	0.374	0.281	0.367	0.342	-0.303	0.449	-0.438	0.300	0.175	-0.091	0.215	0.056	1.			
TR	-0.188	0.121	0.178	0.212	0.341	-0.073	0.466	0.452	0.528	0.511	-0.123	0.074	-0.361	0.621	0.066	0.173	0.598	0.139	0.381	1.		