

UNIVERSIDADE DO AMAZONAS - UA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA - INPA

BIBLIOTECA DO INPA

ESTRUTURA DE COMUNIDADE DA ICTIOFAUNA
EM IGARAPÉS DA BACIA DO RIO URUBU,
AMAZÔNIA CENTRAL, BRASIL

Casemiro Sérgio Martins

098113
66e
2

MANAUS - AM

2000

UNIVERSIDADE DO AMAZONAS - UA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA - INPA

BIBLIOTECA DO INPA

Estrutura de comunidade da ictiofauna em igarapés da bacia do rio Urubu,
Amazônia Central, Brasil

Cassemiro Sérgio Martins

Dissertação apresentado ao Programa de Pós-graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do convênio INPA / UA, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Ciências Biológicas, do curso de Biologia de Água Doce e Pesca Interior.

MANAUS- AM
2000

T
597.09243
43761

Martins, Cassemiro Sérgio

Estrutura de comunidades da ictiofauna em igarapés da bacia do rio Urubu, Amazônia Central, Brasil: INPA/FUA, 2000

55 p

Dissertação de Mestrado

**1. Estrutura de comunidades 2. Comunidades de peixes 3. Igarapés
4. Amazônia Central**

CDD 19ª ed.

Sinopse:

A comunidade de peixes da microbacia do rio Urubu foi caracterizada por 3 propriedades comumente usadas em estudos ictiológicos: abundância relativa, riqueza de espécies e categorias tróficas. As análises de regressões, no entanto, não revelaram nenhuma influência significativa dos fatores ambientais (tipo de substrato, profundidade, diversidade ambiental, velocidade da corrente, abertura de dossel) na distribuição dos peixes. A análise do conteúdo estomacal demonstrou uma dependência muito grande da alimentação associada à vegetação ripariana pela comunidade representada pela grande quantidade de insetos terrestres nos estômagos das espécies de peixes.

Dedico esta dissertação aos meus pais, irmãos e à minha esposa

AGRADECIMENTOS

- Inicialmente agradeço a Deus por ter me proporcionado esta oportunidade na minha vida;
- Aos funcionários do INPA dos diversos setores por serem sempre solícitos em diversas ocasiões;
- A Dr^a. Cristina Cox Fernandes e ao Dr. Carlos Lima pela confiança em mim depositada quando foi necessário;
- Às “Carminhas” secretárias e amigas do BADPI e Smithsonian Institution pelos auxílios e palavras amigas em momentos adversos;
- Aos mateiros e amigos do Smithsonian Institution pelo auxílio nos trabalhos de campo;
- Aos meus amigos de turma: Júlio Pinto, Daniele Garcez (Little blond), Gilberto Ascon, Liano Centofante (goiano), Joselda “Sam”, Sanny Maria (sunshine), Elvis (gordito), Walter Vasquez, Agostinho, Hernando, Marcus Paulo (Tomé), Francisco (sogrinho), Jorge Ivan (minêero), Fred Chu-koo (chinabox), Gustavo (Parreira), Keid Nolan (negão) pelo apoio e discussões nesse período de estudo;
- Aos meus pais e irmãos pelos incentivos e apoio nos momentos difíceis;
- À minha esposa pela paciência e compreensão durante o meu trabalho;
- Agradecimento especial ao meu amigo Giuliano por sua insistência, discussões em determinados momentos e amizade demonstrada nos momentos adversos bem como a sua esposa Rúbia;
- Aos meus amigos de outras pelas sugestões e dicas de sobrevivência nesta cidade: Carmem Rosa (Carmencita); Hermógenes, Ana Lúcia (B1), Geysa (G1);
- Às minhas psicólogas Daniela Garcez “Little blond” e Joselda “Sam”

- **Agradeço ao INPA, CNPq e ao Smithsonian Institution pelo suporte financeiro;**

ÍNDICE

Agradecimentos	i
Índice	iii
Lista de figuras	iv
Lista de tabelas	v
Resumo	vi
Abstract	vii
1- Introdução	1
1.1 - Vazão	3
1.2 - Profundidade	3
1.3 - Tipo de substrato	4
1.4 - Categorias tróficas	4
1.5 - Heterogeneidade ambiental	5
1.6 - Sazonalidade	7
2 - Objetivos	9
3 - Material e métodos	10
3.1 – Área de estudo	10
3.2 – Coleta de dados da estrutura do habitat	13
3.3 – Coleta de peixes	16
3.4 – Identificação de grupos tróficos	18
3.5 –Análise dos dados	18
4 - Resultados	20
4.1 – Variáveis ambientais	20
4.2 – Os peixes	27
4.3 – Relações de abundância e riqueza relativa das espécies de peixes com as variáveis ambientais	33
5 - Discussão	37
5.1 – Variáveis ambientais	37
5.2 – Abundância e riqueza	38
5.3 – Complexidade do habitat	40
5.4 – Velocidade da corrente	43
5.5 – Grupos tróficos	46
6 - Conclusões	48
7 - Bibliografia	49

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa da área em estudo	12
Figura 2 – Representação diagramática da técnica modificada de Angermeier e harr, 1983 usada na avaliação da estrutura do habitat nos igarapés.	15
Figura 3 – Esquema de coleta de peixes nos trechos dos igarapés. As setas indicam o sentido do deslocamento das redes durante as amostragens.	17
Figura 4 – Número de indivíduos capturados por espécies.	30
Figuras 5 - a e b) Percentuais relativos de abundância de fragmentos de insetos de origem alóctone e autóctone nas diferentes guildas.	32
Figura 6 – Variação da riqueza de espécies de peixes em função da largura média (m) e profundidade média (cm) de cada ponto de coleta.	34
Figura 7 – Regressão entre a abundância relativa das espécies de peixes em 10 m² de área de superfície d'água e velocidade média em cada trecho de coleta.	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características ambientais dos pontos de coletas de dados	22
Tabela 2 – Valores de correlação entre as variáveis ambientais e os pontos de coleta. Os asteriscos indicam correlações significativas para $p < 0,05$	23
Tabela 3 – Eixos oriundos da ordenação das variáveis independentes para cada ponto de coleta (NMS)	25
Tabela 4 – Coeficientes de correlações de “Pearson” (r) entre as variáveis independentes e os “scores” dos eixos criados pelo método do NMS	25
Tabela 5 – Índice de diversidade ambiental “Shannon-Wiener” (H) para cada ponto de coleta	26
Tabela 6 – Percentuais médios de frequência de ocorrência de itens alimentares nos estômagos dos indivíduos examinados	31
Tabela 7 – Relutados da análise de regressão entre as variáveis independentes e os eixos criados pela ordenação do NMS ($p < 0,05$)	34
Tabela 8 – Probabilidades de significância entre as variáveis independentes representando cada grupo identificado a partir da correlação es variáveis dependentes para um $p < 0,05$	35

RESUMO

No presente, estudo, foi avaliada a estrutura da comunidade de peixes em 5 igarapés de cabeceira na bacia do rio Urubu, Amazônia Central Brasil. As influências dos tipo de substrato, abertura de dossel, largura e profundidade do canal e, velocidade da corrente sobre a riqueza de espécies, abundância total de peixes e abundância relativa das categorias tróficas entre trecho sem igarapés independentes foram avaliadas usando métodos estatísticos de ordenação e estatística paramétrica. Foram registrados 26 espécies de peixes, na área em estudo, incluindo 12 novos registros para aquela área: *Astyanax* sp., *Characidium* sp., *Electrophorus electricus*, *Leporinus* sp., *Ascestrorhyncus* sp., *Hemicetopsis macilentus*, *Ancistrus* sp., *Parotocinclus* sp., *Sturisoma* sp., *Imparfinis pristos*, *Myoglanis* sp. e *Trychomycterus* sp.

Das variáveis ambientais consideradas, somente a velocidade da corrente teve um efeito significativo sobre a diferença na abundância de peixes entre os igarapés. Insetívoro alóctone foi a categoria trófica dominante indicando a importância da matéria orgânica da floresta ripariana para esta comunidade de peixes.

ABSTRACT

The structure of fish communities in five headwater of the Urubu River, Central Brazilian Amazon, was investigated. The influence of substrate coverage, canopy opening, channel width, channel depth and velocity on species richness, total fish abundance and the relative abundance of trophic groups between study reaches in independent streams was evaluated using a combination of ordinal and parametric statistical methods. Twenty-six species of fish were recorded in the study area, including 12 new register for area: *Astyanax* sp., *Characidium* sp., *Electrophorus electricus*, *Leporinus* sp., *Ascestrorhyncus* sp., *Hemicetopsis macilentus*, *Ancistrus* sp., *Parotocinclus* sp., *Sturisoma* sp., *Imparfinis pristos*, *Myoglanis* sp. e *Trychomycterus* sp. Of the environmental variables considered, only current velocity had a significant effect on the difference in fish abundance between streams. Allocthonous insetivore was the dominant trophic categories, indicating the importance of organic inputs from the riparian forest for these headwater stream communities.

Esses estudos em ecologia de comunidades de peixes procuram determinar padrões existentes na estrutura das comunidades a partir das relações entre os fatores bióticos - relações intra e interespecíficas (Angermeier & Smogor, 1995; Matthews, 1998), e entre esses e os fatores físicos - profundidade, largura, volume, velocidade da corrente, tipos de substratos, temperatura, oxigênio dissolvido, pH e outros (Gillian *et al.*, 1993; Schollosser, 1995, Poff & Allan, 1995, Collares-Pereira *et al.*, 1995; Martin-Smith, 1998). No estudo destes padrões de estrutura da comunidade de peixes, é feita a decomposição do ambiente, por meio da delimitação de variáveis a serem estudadas. Tal estratégia é mais ou menos arbitrária, pois a distribuição e atividade dos peixes devem-se as combinações de fatores bióticos e abióticos diferentemente integrados (Caramaschi, 1986; Matthews, 1998).

Estudos têm demonstrado que fatores como temperatura, profundidade, tipo de substrato, velocidade da corrente, pH, ordem do rio, altitude, heterogeneidade ambiental, volume d'água e oxigênio dissolvido influem na abundância e a distribuição das espécies (Kuehne, 1962; Gorman & Karr, 1978; Horwitz, 1978; Angermeier & Karr, 1983; Maurakis *et al.*, 1987; Rahel & Hubert, 1991; Hunter & Price, 1992; Collares - Pereira *et al.*, 1995).

Trabalhos diversos abordaram em distintas situações algumas das variáveis acima mencionadas, algumas das quais avaliadas no presente estudo: vazão, profundidade, tipo de substrato, categorias tróficas e heterogeneidade ambiental.

1.1 - VAZÃO

A vazão é um parâmetro de medida indireta quando comparado à profundidade e largura do canal, pois a mesma é obtida por uma combinação de medidas ao passo que estes são obtidos diretamente (Matthews, 1998).

Da cabeceira à foz dos riachos e rios há aumento da vazão, evidenciando a alteração do volume d'água. Trabalhos têm demonstrado que o aumento do volume é acompanhado pela elevação da riqueza e abundância das espécies devido a uma maior diversificação de microhabitats (Garutti, 1988; Edds, 1993).

Neste contexto, o volume d'água está ligado à estabilidade ambiental, isto é, em locais com baixa flutuação do nível d'água há uma pequena variação de certos parâmetros e teoricamente mantém uma comunidade mais estável (Schlosser, 1985; Matthews *et al.*, 1988; Capone & Kushlan, 1991; Matthews, 1986, 1998). Esta estabilidade é observada em poças nas partes inferiores dos cursos d'água contrastando com as áreas próximas às nascentes onde a flutuação do volume é pronunciada (Garutti, 1988).

1.2 - PROFUNDIDADE

A profundidade de um corpo d'água está intimamente associada ao seu volume e assim como este, também reflete uma maior heterogeneidade espacial - diversidade de habitat, (Matthews, 1998) que está altamente correlacionada com uma maior riqueza e abundância das espécies (Schlosser, 1982; Garutti, 1988; Kirchhofer, 1995). Outra correlação

observada refere-se ao tamanho dos indivíduos. Em locais mais rasos predomina indivíduos menores (jovens) e espécies de pequeno porte (Schlosser, 1982, 1985; Power, 1987; Garutti, 1988; Capone & Kushlan, 1991). As freqüentes alterações ambientais estão provocando um assoreamento de riachos e rios reduzindo suas profundidades, proporcionando deste modo ambientes propícios à sobrevivência de espécies de pequeno porte e tolerantes a esta agressão (Angermeier & Karr, 1983).

1.3 - TIPO DE SUBSTRATO

O tipo de substrato é um parâmetro utilizado para caracterizar a estrutura do habitat no que se refere a heterogeneidade do mesmo (Gorman & Karr, 1978; Angermeier & Karr, 1983; Zweimüller, 1995). A constituição deste substrato está relacionada, principalmente, à velocidade da corrente e ao peso específico do material transportado. Caramaschi (1986) e Martins & Oliveira (1997) encontraram associação entre a distribuição de algumas espécies e o tipo de substrato para riachos estudados na região sudeste e, Lowe -McConnell (1991); Silva (1993) e Soares (1979) para igarapés na região Amazônica.

1.4 – CATEGORIAS TRÓFICAS

A disponibilidade de recurso alimentar também está intrinsecamente relacionada à distribuição longitudinal (Schlosser, 1982; Angermeier & Karr, 1983; Moyle & Vondracek, 1985; Rahel & Hubert, 1991; Bretscho, 1995) e vertical (Soares, 1979; Lowe-McConnell, 1975, 1987; Uieda, 1984; Bussing, 1993; Sabino & Zuanon, 1998) das espécies.

A distribuição longitudinal pode ser descrita por meio da substituição de guildas tróficas ao longo do curso d'água. Na área próxima à cabeceira encontram-se espécies predominantemente insetívoras; nos trechos subsequentes do curso d'água estas espécies são substituídas pelas insetívoras bênticas, insetívoras-piscívoras, herbívoras-detritívoras e onívoras (Kushlan, 1978; Schlosser, 1982; Angermeier & Karr, 1983; Moyle & Vondracek, 1985).

Embora, os estudos em igarapés na região Amazônica não tenham estabelecidos guildas tróficas observa-se o predomínio de certos itens alimentares no conteúdo estomacal das espécies registradas (Knöppel, 1970; Soares, 1979; Lowe-McConnell, 1991; Silva, 1992, 1993) permitindo organiza-las em categorias tróficas. Uma vez que a determinação de guildas tróficas depende da avaliação da disponibilidade do recurso no meio ambiente fato esse não estudado no presente estudo.

1.5 - HETEROGENEIDADE AMBIENTAL

A heterogeneidade ambiental em riachos de cabeceira deve-se à presença de troncos, raízes, galhos, folhas da vegetação adjacente e plantas (Angermeier & Karr, 1984; Schlosser, 1995; Walker, 1995) no canal dos mesmos; muitos dos habitats formados dependem do tamanho e local de queda destes fragmentos orgânicos no curso d'água (Bisson *et al.*, 1987 **apud** Schlosser, 1995) os quais constituem o substrato juntamente com areia e rochas.

Esta heterogeneidade é observada por meio da variabilidade dos valores de parâmetros (profundidade, velocidade da corrente, vazão) entre as

sub-regiões de um determinado trecho (Dutilleul, 1993), o que pode ser analisado longitudinal e lateralmente. A heterogeneidade longitudinal é associada a diferenças na profundidade, tipo de substrato e velocidade da corrente a qual está relacionada a presença de seqüências de poções e áreas de corredeiras; ao passo que a heterogeneidade lateral está associada à proximidade do habitat ao centro do canal e à contribuição dos fragmentos da vegetação ripariana (Bretscho, 1995; Kirchhofer, 1995; Schlosser, 1995).

De uma maneira geral, os diferentes habitats (microhabitats) fornecem aos peixes a disponibilidade de locais de alimentação, de reprodução, de descanso, de abrigo contra predadores. Estudos têm demonstrado uma correlação positiva entre o aumento da abundância e riqueza de espécies com o aumento da heterogeneidade ambiental desde a cabeceira até a foz dos cursos d'água (Lotrich, 1973; Moyle & Vondracek, 1985; Maurakis *et al.*, 1987; Rahel & Hubert, 1991). Silva (1992) comparando um igarapé no estado natural e outro sob forte influência antrópica na região urbana de Manaus, encontrou composições ictiofaunísticas distintas. No igarapé em estado natural, a autora encontrou um número grande de habitats e disponibilidade de recursos alimentares autóctones e alóctones em quantidade suficiente para sustentar a comunidade de peixes. Henderson & Walker (1990), ao estudarem a organização e densidade da comunidade de peixes em um banco de liteira, inferiram que a preferência por microhabitat, definido como componente distinto do habitat, explica a elevada riqueza de espécies e a pequena população encontrada.

Neste contexto, pode-se comparar a diversidade ambiental entre pontos com uso de índices de diversidade, combinando-se parâmetros físicos

do canal (profundidade, vazão, velocidade da corrente, largura) com tipos de substratos, para ulterior correlação com a distribuição dos peixes nos cursos d'água. Como exemplo, Angermeier & Schlosser (1989) elaboraram um índice de diversidade ambiental" para cada ponto de coleta por meio da combinação dos parâmetros profundidade, velocidade da corrente e tipo de substrato, usando-se o índice de "Shannon-Wiener"

1.6 - SAZONALIDADE

A sazonalidade exerce efeitos sobre todos os fatores acima citados e, conseqüentemente, sobre a estrutura da comunidade, que é caracterizada a partir da composição e abundância relativa das espécies (Angermeier & Smogor, 1995). A influência da sazonalidade foi verificada por vários autores (Gorman & Karr, 1978; Angermeier & Karr, 1983; Moyle & Vondracek, 1985; Matthews, 1986; Garutti, 1988; Gelwick, 1990; Schlosser, 1982, 1985, 1995) em relação às mudanças na estrutura das comunidades. Estes trabalhos foram feitos em riachos onde a diferença de gradiente altitudinal entre a cabeceira e a região mais baixa era pronunciada. Contrastando com tais trabalhos, em um recente estudo em igarapés de segunda ordem em floresta contínua de terra firme na Amazônia Central, observou-se que a sazonalidade (regime de chuvas) não exerceu efeitos significativos sobre a estrutura da comunidade quanto aos padrões de composição, riqueza e abundância de peixes (Bührnheim, 1998). Knöppel (1970) e Lowe-McConnell (1991) também observaram que em igarapés de terra firme, as condições ecológicas e a comunidade de peixes provavelmente variam pouco durante o ano.

Em geral, a maioria dos trabalhos feito com a ictiofauna do Amazonas enfoca, principalmente, os peixes de interesse comercial e de grandes rios. Além disso, há uma escassez de estudos em ecologia de comunidades de peixes que relaciona as condições ambientais às propriedades: riqueza de espécies de peixes, abundância relativa e categorias tróficas. Propriedades essas comumente utilizadas nos trabalhos em ecologia de comunidades de peixes, principalmente, de regiões temperadas segundo Laroca (1995). Este contexto estimulou a realização deste estudo.

2 – OBJETIVOS

Os objetivos deste estudo são:

- (1) Caracterizar a estrutura de comunidades de peixes em igarapés tributários da bacia do rio Urubu na fazenda Porto Alegre no período de chuvas.
- (2) Caracterizar o efeito das variáveis ambientais (tipo de substrato, profundidade média, heterogeneidade ambiental, abertura de dossel, largura média e velocidades médias da corrente d'água) dos igarapés sobre a riqueza e abundância relativa das espécies de peixes bem como a proporção das categorias tróficas nas comunidades de peixes;

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1- Área de estudo

Os igarapés estudados fazem parte da bacia do rio Urubu, afluente da margem esquerda do curso médio do rio Amazonas. De acordo com o Projeto Radambrasil (1976, 1978), esta área constitui parte do planalto dissecado (conservação da área restrita aos interflúvios) do rio Trombetas - rio Negro com as formas de relevos talhados em rochas sedimentares terciárias pertencentes à Formação Barreiras, e altimetria em torno de 150 m. A rede de drenagem deste planalto possui um padrão dendrítico com aportes fluviais dos rios Urubu, Uatumã, Jatapú, Preto da Eva e Nhamundá, em geral, alinhados na direção NW-SE e seus tributários de primeira ordem na direção NE-SW, todos com foz afogada (Radambrasil, 1976).

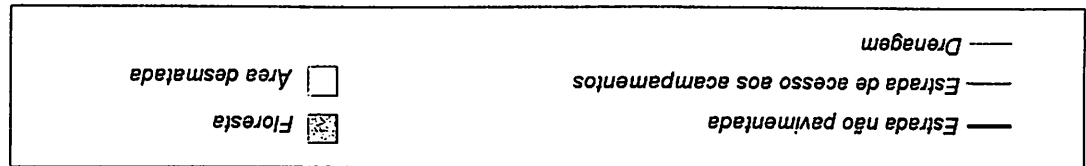
O clima é tropical chuvoso (Amw) segundo a classificação de Köppen, com temperatura média anual de 26^o C e precipitação anual relativa entre 1750 e 2000 mm, tendo como umidade relativa do ar de 80%. Na classificação de Gaussem, o clima é do tipo xeroquimêmico da sub-região submetaxérica tropical quente e subseco, com dias curtos, temperatura média do mês mais frio 15^oC e um período que se estende até 40 dias biologicamente secos, delimitados por chuvas torrenciais (Radambrasil, 1976,1978).

Os igarapés possuem águas claras, com pH variando entre 4,1 à 5, 29 e condutividade de 6,8 à 10, 3 μ s.cm⁻¹/ 25^o C segundo Bürhrhein, 1998. Raízes de buritis encontravam-se submersas próximas as margens nos trechos estudados, juntamente, com macrófitas parcial ou totalmente submersas. Estavam presentes, ainda, grandes bancos de liteira, principalmente nas zonas

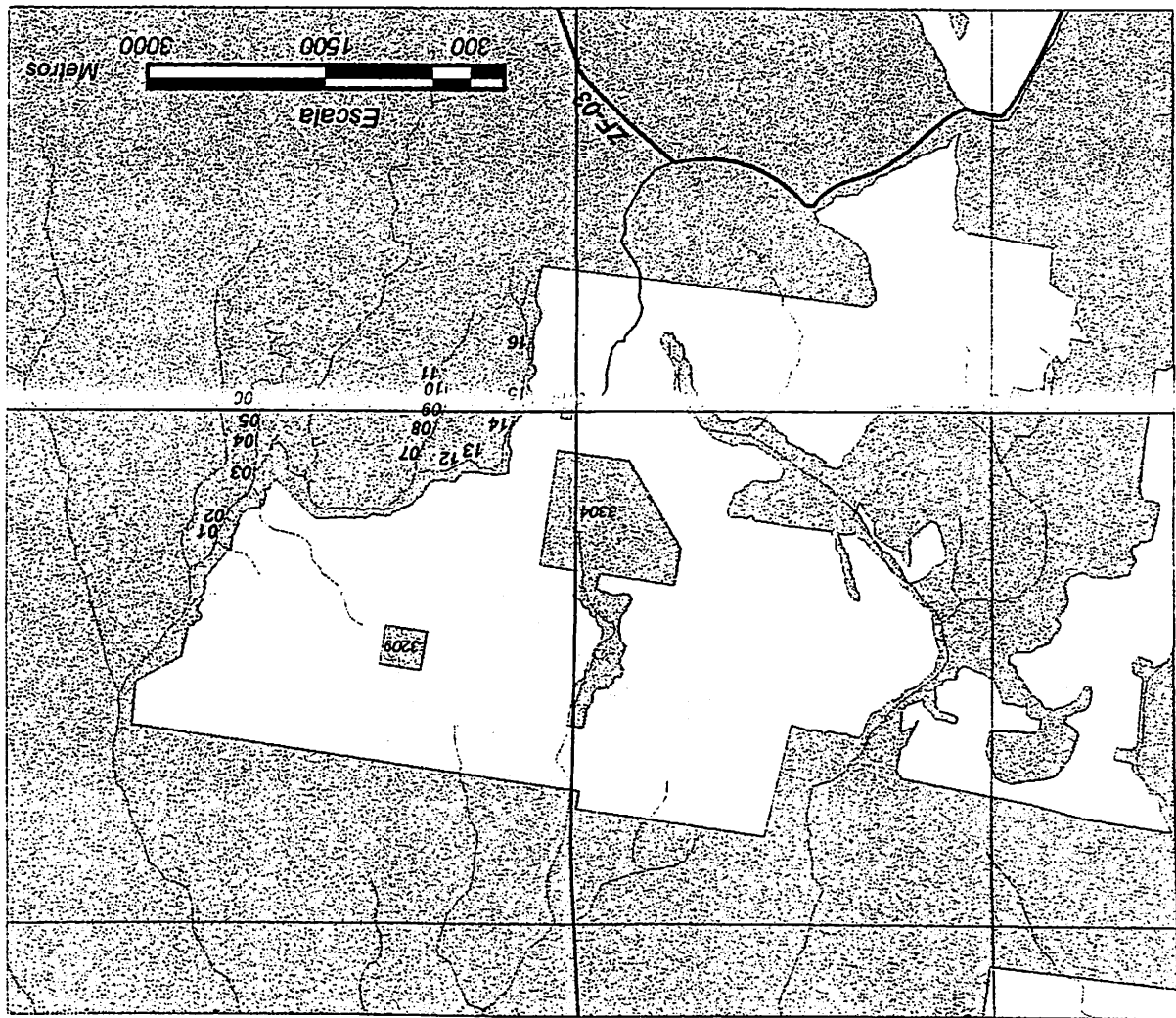
de remansos e trocos atravessados horizontalmente em alguns pontos de coleta.

Os igarapés situam-se próximos à reserva Porto Alegre (trechos numerados de 1 a 16) por volta de 70 Km ao norte de Manaus ($2^{\circ} 22'45''$ S e $59^{\circ} 58'08''$ W), na bacia do rio Urubu, administrada pelo Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF), do convênio INPA/SMITHSONIAN INSTITUTION (Figura -1).

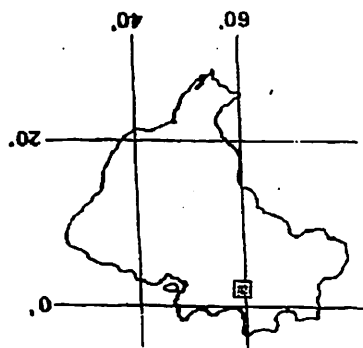
Figura 1 - Mapa da área em estudo



Legenda



02° 22' 45" S



02° 20' 00" S

60° 00' 00" W

59° 58' 08" W

Reservas da Fazenda Porto Alegre - PDBFF

Fonte: INPE Landsat TM 5, 4, 3 - RGB, 1995. Elaborado em junho de 1998 por Venturini, E. M. e Fernandes, T. L. N.

3.2 - Coleta de dados da estrutura do habitat

Os pontos de coleta foram feitos em 5 igarapés de primeira a terceira ordem, segundo a escala de Horton (1945) modificado por Sthraler (1954). Os trechos foram selecionados aleatoriamente nos igarapés perfazendo um total de 16 pontos com comprimentos correspondentes a dois meandros completos. Os pontos de coleta numerados de 1 à 3 correspondem a um igarapé de terceira ordem; 4,5,6,15, e 16 localizam-se em 2 distintos igarapés de primeira ordem e os demais 7 à 14 dois igarapés de Segunda ordem. Nestes trechos a coleta de dados ambientais foi feita de acordo com o método modificado de Angermeier & Karr (1983).

Em cada ponto foram feitos transectos transversais ao eixo dos igarapés equidistantes entre si 5 m (T). Uma corda com marcas de 10 cm distantes entre si (P) foi estendida lateralmente sobre cada transecto, sendo que o primeiro ponto de cada transecto estava distante 10 cm da margem (Figura - 2). Em cada marca foi colocada um bastão até o fundo do igarapé. Em seguida, foi registrado a profundidade e o tipo de substrato que a ponta do bastão tocou. Este procedimento foi feito para cada transecto em todos os pontos de coleta. Ulteriormente, foi feita a média da profundidade para cada transecto em cada trecho. Em seguida, calculou-se a média das profundidades médias de cada transecto para cada trecho de coleta para posterior análise.

Foi realizado contagens para cada tipo de substrato registrado nos transectos. Ao final, obteve-se contagens para cada tipo de substrato para cada trecho de coleta. Então, dividiu-se o número de contagens de cada tipo de substrato pelo número total de contagens feitas nos trechos, o que resultou no percentual individual de cada substrato.

A abertura de dossel foi calculada a partir de um densiômetro esférico convexo. No ponto médio de cada transecto foi feita a leitura da luz que penetrava nos igarapés por meio do densiômetro. Em seguida, somou-se todos os valores registrados para cada transecto e o resultado foi multiplicado por 1,04; fator este estabelecido no manual de instruções do aparelho. Posteriormente, foi feita uma média para cada trecho de coleta; representando a abertura de dossel para cada um dos mesmos.

Um dos transectos de cada trecho foi selecionado a fim de medir a vazão do mesmo. A vazão foi calculada pela seguinte fórmula (Leopoldo & Souza, 1979; Henry & Souza, 1985 *apud* Caramaschi, 1986):

$$Q = A \times V_m$$

$$Q \Rightarrow \text{Vazão (m}^3 \text{ S}^{-1}\text{);}$$

$$A \Rightarrow \text{Área da secção transversal do curso d'água;}$$

$$V_m \Rightarrow \text{Velocidade média da corrente.}$$

A velocidade da corrente foi tomada por meio de um fluxímetro - "General Oceanics Inc" em pontos equidistantes a 30 cm no transecto, a uma profundidade de 60% da profundidade total em cada ponto do mesmo, de acordo com Brakensiek *et al.*, 1979.

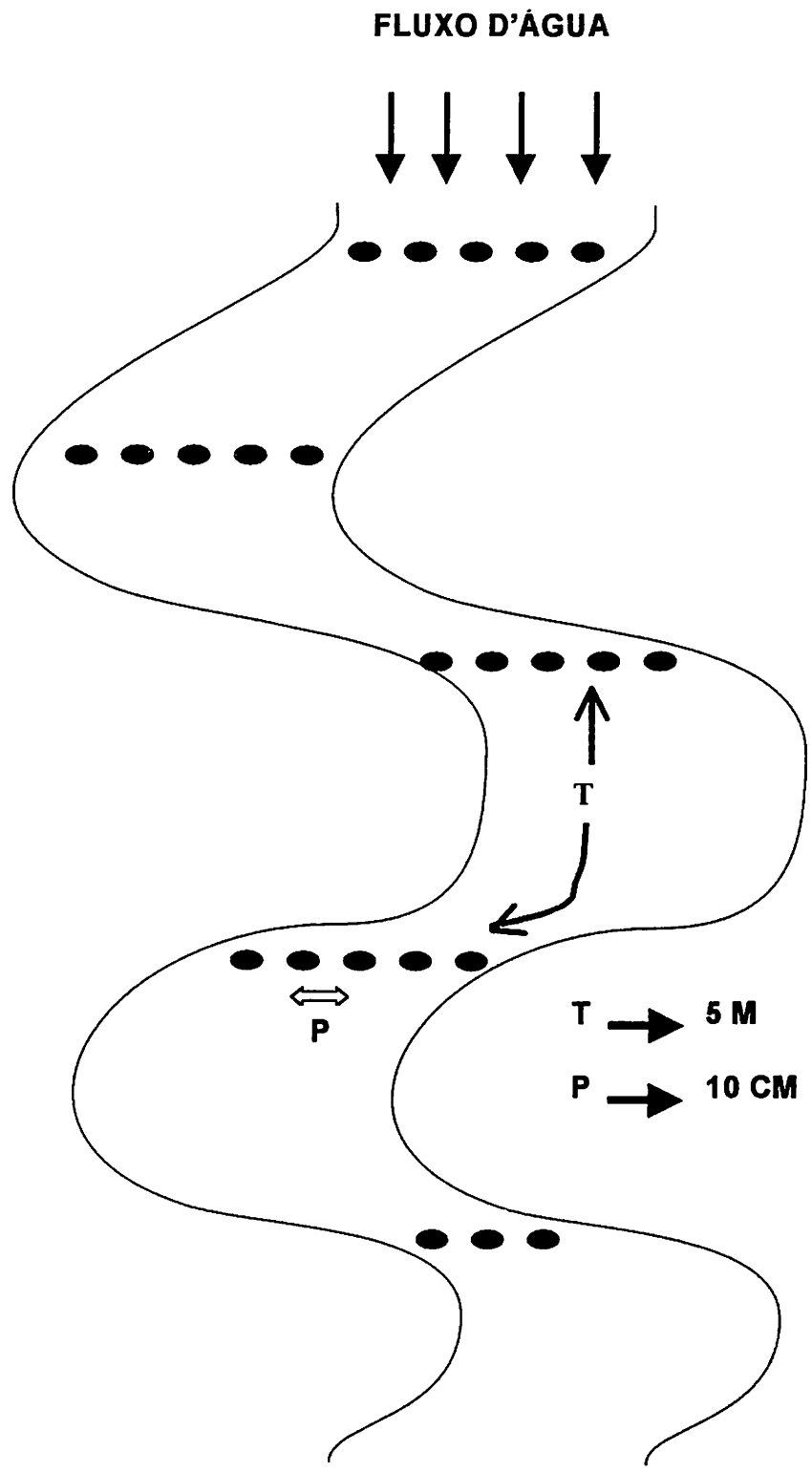


Figura 2- Representação diagramática da técnica modificada de Angermeier & Karr, 1983 usada na avaliação da estrutura do habitat nos igarapés.

3.3 - Coleta de peixes

Os peixes foram coletados entre o final de fevereiro e início de março de 1999 nos trechos selecionados, período de chuvas na Amazônia. Todas as coletas foram feitas no período diurno, e em todas elas participaram dois coletores. Foi realizada uma coleta em cada trecho com um comprimento médio de 26 metros.

A menor distância entre dois pontos amostrais foi de 220 metros, e os demais acima de 300 metros. Antes de iniciar a coleta, cada trecho foi bloqueado com redes 3 X 2 m com malha de 5 mm nos pontos A e B (média de 26 metros). Uma terceira rede 3 X 2 m com malha de 5 mm (ponto C) foi colocada a 5m a montante da rede do ponto A. Este segmento isolado foi limpo, isto é, foi retirado folhiços, galhos, raízes e outros obstáculos que pudessem prejudicar o manuseio da rede. Ulteriormente, foi utilizado uma rede de arrasto 5 X 1,5 m com malha de 5 mm entre nós adjacentes para a captura dos peixes. Após a coleta deste segmento a rede do ponto A foi movimentada a 5 m a montante da rede do ponto C; e novamente o canal foi limpo com o posterior uso da rede de arrasto. Este procedimento foi repetido até alcançar o final do trecho no ponto B (Figura 3).

No campo, os exemplares coletados foram imediatamente fixados em solução de formalina a 10% sendo nos espécimens maiores injetadas solução de formalina na musculatura e cavidade abdominal. No laboratório, após uma semana de fixação, os peixes foram lavados, triados, identificados e conservados em álcool a 70%. A identificação foi feita por meio de chaves dicotômicas pertinentes aos grupos registrados, com auxílio do material da coleção ictiológica do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), e

de especialistas da instituição. Ulteriormente, os exemplares foram depositados na coleção ictiológica do INPA.

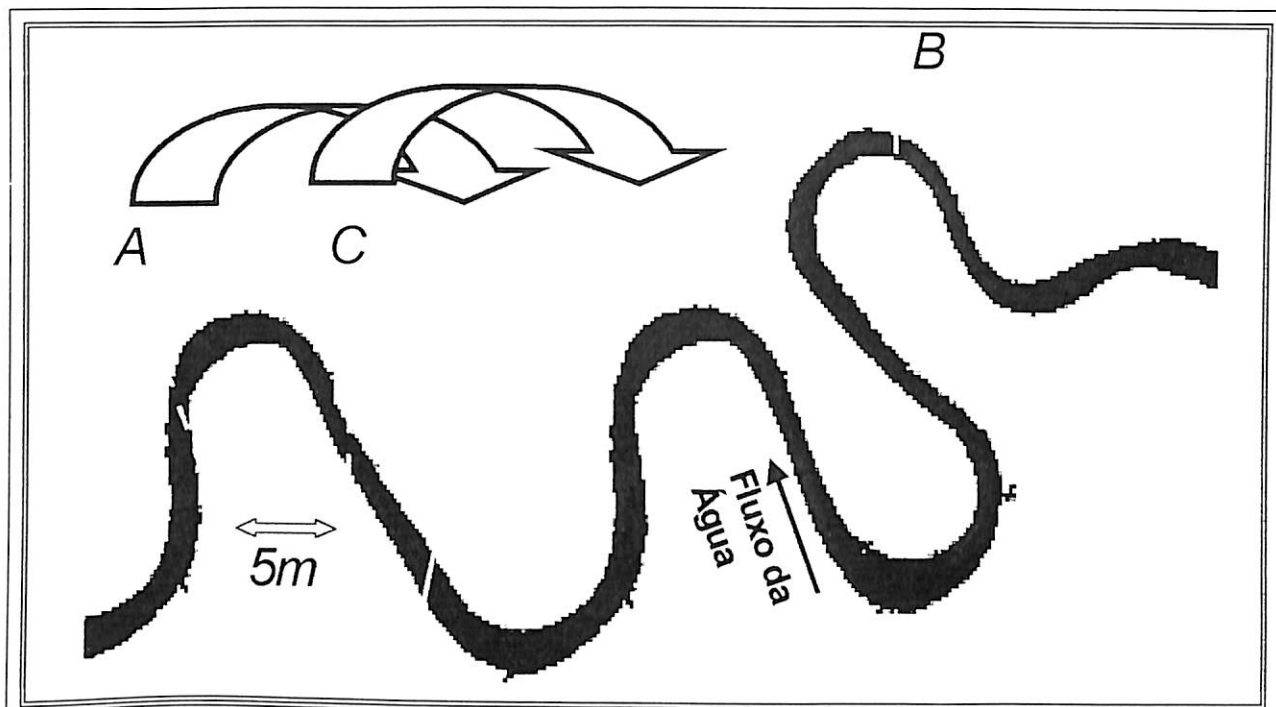


Figura 3 - Esquema de coleta de peixes nos trechos dos igarapés. As setas indicam o sentido do deslocamento das redes durante as amostragens.

3.4 - Identificação de grupos tróficos

No laboratório, exemplares das espécies com mais de 5 indivíduos capturados foram selecionados para a análise do conteúdo estomacal. Uma gastrectomia foi feita através de uma incisão da cavidade abdominal; o estômago foi aberto e lavado sobre uma placa de Petri, cujo o fundo possuía um papel milimetrado. Em seguida, o conteúdo estomacal foi analisado sob microscópio estereoscópio, e a frequência de ocorrência de cada item alimentar foi analisada a partir do método modificado de Schlosser (1982). As espécies foram classificadas como insetívoras quando a proporção de ocorrência dos fragmentos de insetos foi igual ou superior a 60 % e onívoras quando a diferença entre os percentuais dos itens mais abundantes foi igual ou inferior a 15 %.

3.5 - Análise dos dados

A análise das variáveis independentes (tipos de substrato, profundidade, largura, velocidade da corrente e abertura do dossel) foi feita utilizando-se dois métodos: análise de correlações e de ordenação.

Antes de relacionar as variáveis independentes com as variáveis dependentes, elas foram analisadas para avaliar o grau de interdependência, utilizando-se a matriz de correlação (tabela 2). Foram identificados 3 grupos de variáveis fortemente interrelacionadas. Uma variável de cada um destes grupos foi escolhida para relacionar com as variáveis dependentes. Isto foi feito para aumentar os graus de liberdade da análise e reduzir o grau de correlação entre as variáveis independentes.

Em seguida, foi feita uma análise de regressão múltipla entre variáveis independentes selecionadas e as variáveis dependentes: a riqueza de espécies, número de espécies registradas para trecho de coleta; abundância relativa das espécies de peixes, calculada a partir da proporcionalidade destas ao número total de indivíduos coletados e percentuais de grupos tróficos, calculados a partir da frequência de ocorrência de cada tipo de item alimentar identificado.

Como não foram encontrados relações significativas nesta análise utilizou-se uma abordagem alternativa. Utilizou-se o método de ordenação "Non-metric Multidimensional Scaling"(NMS) do pacote estatístico "PC-ORD" versão 3.04 para "Windows". De acordo com Beals (1984), este método de ordenação é conveniente a dados não normais, descontínuos ou de escalas questionáveis. Esta foi uma maneira de reduzir a autocorrelação entre as variáveis independentes e reduzir o número de variáveis na análise foi tratar as variáveis independentes em eixos ordinais. Nesta análise criou-se 3 novas variáveis baseadas nas variáveis independentes, representadas pelos eixos perfeitamente ortogonais. Posteriormente, foi feito um cálculo de correlação de "Pearson" ao qual determinou-se a contribuição de cada variável aos eixos criados. Em seguida, foi realizado uma análise de regressão múltipla entre as variáveis independentes representadas pelos eixos e as dependentes supracitadas

A partir das profundidades tomadas nos transectos criou-se 4 classes de profundidade. Essas classes foram relacionadas aos 6 tipos de substratos identificados definindo 24 habitats distintos. O índice de diversidade ambiental para cada trecho de coleta e o índice de diversidade

de peixes foram calculados usando-se a fórmula de "Shannon-Winner" (Zar, 1996):

$$H' = n \cdot \log n - \sum_{i=1}^k f_i \cdot \log f_i / n.$$

Onde: $n \Rightarrow$ número total de observações de habitats por trecho;

$f_i \Rightarrow$ frequência de ocorrência de um determinado habitat no trecho.

e, $n \Rightarrow$ número total de indivíduos capturados por trecho;

$f_i \Rightarrow$ frequência de ocorrência de indivíduos de cada espécie no trecho.

4 - RESULTADOS

4.1 - Variáveis ambientais

Foram identificados 6 tipos de substrato: areia, argila, folhas, macrófitas, raízes e troncos, cuja distribuição ao longo dos igarapés encontra-se descrita na Tabela 1, juntamente com os demais parâmetros ambientais.

A correlação entre todas as variáveis independentes incluindo a cobertura por tipo de substrato pode ser visualizada na tabela 2

Baseado na análise de valores de correlação entre as variáveis ambientais (Tabela 2) identificou-se 3 grupos de variáveis independentes:

Grupo 1 – Abertura de dossel;

Grupo 2 - Velocidade média da corrente, profundidade média, largura média e areia;

Grupo 3 - folha e argila.

No grupo 1, a única variável é a abertura de dossel, a qual não exibe nenhuma correlação significativa com outras variáveis. Deste modo, pode-se

considerá-la como independente. Ela refere-se ao percentual médio de abertura de dossel em cada ponto de coleta.

O grupo 2 é constituído por variáveis físicas do canal e uma relacionada ao tipo de substrato, as quais demonstraram correlações muito altas entre si, o que permitiu a escolha de uma delas para representar o grupo para ulterior análise de regressão múltipla. A variável escolhida foi a velocidade média, dada as comparadas relações ecomorfológicas dos peixes com a mesma (Smith, 1999).

Tabela 1 - Características ambientais dos pontos de coleta estudados.

Pontos	Igarapé Ordem	Largura média (m)	Profundidade média (cm)	Abertura de dossel	Vazão (m ³ s ⁻¹)	velocidade média (ms ⁻¹)	Tipos de substratos (percentuais)					
							Raiz	Areia	Folha	Tronco	Macrófitas	Argila
1	3	2.72	36.84	9.22	0.41	0.01	7.58	60.61	28.79	2.27	0.76	0.00
2	3	2.79	20.93	11.44	0.41	0.01	5.56	56.48	36.11	1.85	0.00	0.00
3	3	2.76	34.92	4.41	0.41	0.01	16.82	52.34	25.23	0.93	0.00	4.67
4	1	1.48	11.14	6.82	0.038	0.003	10.14	52.17	30.43	5.80	0.00	0.00
5	1	1.65	17.12	6.58	0.038	0.002	11.29	8.06	69.35	6.45	4.84	0.00
6	1	1.36	15.19	5	0.038	0.002	35.29	19.61	37.25	7.84	0.00	0.00
7	2	2.56	23.75	6.52	0.15	0.006	16.84	55.79	18.95	6.32	0.00	2.11
8	2	2.02	26.5	5.78	0.15	0.005	17.95	46.15	28.21	7.69	0.00	0.00
9	2	2.16	26.32	6.31	0.15	0.006	36.59	23.17	26.83	13.41	0.00	0.00
10	2	2.55	28.09	3.66	0.15	0.005	4.20	41.26	51.05	1.40	2.10	0.00
11	2	2.06	29.14	5.67	0.15	0.005	5.26	29.47	45.26	12.63	7.37	0.00
12	2	2.45	25.84	6.26	0.14	0.005	11.59	55.07	31.88	1.45	0.00	0.00
13	2	2.02	24.38	6.99	0.14	0.005	13.98	51.61	16.13	7.53	0.00	10.75
14	1	1.86	26.68	6.77	0.14	0.005	17.14	58.57	22.86	1.43	0.00	0.00
15	1	1.69	26.02	7.2	0.14	0.005	36.71	18.99	17.72	0.00	13.92	12.66
16	1	1.88	21.77	7.26	0.14	0.006	11.11	36.67	47.78	4.44	0.00	0.00

Tabela 2 – Valores de correlação entre as variáveis ambientais nos pontos de coleta. Os asteriscos indicam correlação significativa para $p < 0,05$.

	Raiz	Areia	Folha	Tronco	Macrófita aquática	Argila	Largura média	Profundida de média	Abertura de dossel	Velocidade média
Raiz	1									
Areia	-0.47	1								
Folha	-0.41	-0.53*	1							
Tronco	0.17	-0.38	0.14	1						
macrófita aquática	0.22	-0.56*	0.10	-0.11	1					
Argila	0.35	-0.07	-0.52*	-0.26	0.51	1				
Largura média	-0.38	0.56*	-0.20	-0.27	-0.25	-0.06	1			
Profundidade Média	-0.17	0.38	-0.28	-0.26	0.07	0.13	0.81*	1		
Abertura de dossel	-0.03	0.19	-0.25	-0.06	0.08	0.14	-0.09	0.04	1	
Velocidade Média	-0.19	0.55*	-0.37	-0.36	-0.17	0.11	0.80*	0.85*	0.17	1

O grupo 3 é formado apenas por 2 tipos de substratos altamente correlacionados. Dentre eles foi escolhido a variável folha como representante, por estar distribuída em todos os pontos e com frequência maior do que a variável argila (Tabela 1). A escolha de uma variável representante para cada grupo permitiu a redução da covariação entre as variáveis independentes, pré-requisito para ulterior regressão múltipla. Além disso, possibilitou a redução do número de variáveis e o aumento dos graus de liberdade, elevando a probabilidade de detectar possíveis correlações significativas entre os dados.

A ordenação das variáveis independentes através do NMS gerou 3 eixos perfeitamente ortogonais, que passaram a constituir novas variáveis independentes para cada ponto de coleta (Tabela 3). Ulteriormente, correlacionando as variáveis independentes observa-se a contribuição destas a cada um dos eixos (Tabela 4).

No eixo 1, as variáveis raiz e macrófitas aquáticas foram inversamente correlacionadas com as variáveis físicas do canal (largura, profundidade). No campo pôde-se observar que as raízes eram predominante nas margens dos igarapés e as macrófitas aquáticas estavam presentes dentro do canal nos pontos mais estreitos dos igarapés de primeira e segunda ordem.

A variável areia foi diretamente correlacionada com as variáveis físicas do canal (largura e profundidade), principalmente, nos pontos mais largos de cada trecho, onde se observou a ausência de obstáculos nos centros dos igarapés e a velocidade era suficiente forte para arrastar o material transportado.

Tabela 3 - Eixos oriundos da ordenação das variáveis independentes para cada ponto de coleta (NMS)

Pontos	Eixos		
	1	2	3
1	-0.78	-0.05	-0.20
2	-0.77	0.09	0.33
3	-0.45	-0.62	-0.22
4	0.92	-1.16	-0.33
5	0.87	0.79	0.76
6	-0.51	-0.35	0.41
7	-0.31	0.06	0.14
8	0.86	0.41	0.66
9	-0.15	0.55	-0.89
10	0.38	0.79	-0.83
11	-0.51	-0.13	-0.06
12	-0.46	-0.36	0.69
13	-0.58	-0.22	0.25
14	1.4	-0.03	0.02
15	0.07	0.22	-0.72

Tabela 4 - Coeficientes de correlações de Pearson (r) entre as variáveis independentes e os "scores" dos eixos criados pelo método do NMS.

Variáveis	Eixos		
	1	2	3
Raiz	0.618*	0.218	0.687*
Areia	-0.954*	-0.133	0.076
Folha	0.319	-0.035	-0.648*
Tronco	0.325	0.245	0.176
Macrófitas aquáticas	0.66*	0.031	-0.317
Argila	0.2	-0.151	0.319*
Largura	-0.588*	0.129	-0.095
Profundidade	-0.355*	0.311	-0.083
Densímetro	-0.07	-0.436*	0.04
Velocidade	-0.547*	0.134	0.002

O eixo 2 foi marcadamente influenciado pela cobertura vegetal, o que poderia estar relacionado à produção primária local e à disponibilidade de recursos alimentares provenientes da floresta adjacente. Deste modo, este seria um componente importante de se avaliar na estrutura de comunidades de peixes ao se analisar os grupos tróficos.

No eixo 3, houve um predomínio dos tipos de substratos folha, raiz e argila variáveis estas que determinam a presença de microhabitats (abrigos) para os peixes.

Os índices de diversidade ambiental (Tabela 5) nos pontos de coleta foram similares, exceto o ponto 6 que teve baixa diversidade devido às pequenas dimensões (profundidade e largura), o que proporcionou poucas classes na combinação entre os tipos de substratos e profundidade.

Tabela 5 - Índice de diversidade ambiental "Shannon-Wiener" (H) para cada ponto de coleta.

Pontos de coletas	H
1	0.84
2	0.81
3	0.77
4	0.64
5	0.69
6	0.38
7	0.87
8	0.94
9	0.93
10	0.8
11	0.95
12	0.72
13	0.95
14	0.7
15	0.995
16	0.76

4.2 - Os peixes

No presente estudo foram registradas 25 espécies de peixes (o número de exemplares capturados por espécies encontra-se na figura 4) pertencentes a 12 famílias e 4 ordens, listados a seguir:

Characiformes

Characidae

- Acestrorhynchus* sp.
- Astyanax* sp.
- Bryconops inpai*
- Bryconops* sp.
- Hemmigrammus ocellifer*
- Hyphessobrycon* sp.
- Iguanodectes variatus* Géry, 1993

Crenuchidae

- Characidium* sp.

Erythrinidae

- Hoplerythrinus unitaeniatus*

Lebiasinidae

- Copella* sp.
- Nannostomus marginatus* Eigenmann, 1909
- Pyrrhulina* sp.

Anostomidae

- Leporinus* sp.

Gymnotiformes

Electrophoridae

- Electrophorus electricus*

Siluriformes

Cetopsidae

- Hemictopsis macilentus*, Bleeker, 1862

Helogenidae

- Helogenes marmoratus* Günther, 1863

Loricaridae

- Ancistrus* sp.
- Parotocinclus* sp.
- Sturisoma* sp.

Pimelodidae

- Imparfinis pristos* Eigenmann & Norris, 1900
- Myoglanis* sp.

Trichomycteridae

- Trichomycterus* sp.

Perciformes

Cichlidae

- Aequidens pallidus* (Haeckel, 1840)
- Apistogramma* sp.
- Crenicichla* sp.

Foram capturados 302 exemplares. Esta ictiofauna foi dominada pela ordem Characiformes com 86.4% dos indivíduos capturados, seguidos pelos Perciformes (7%), Siluriformes (6%) e Gymnotiformes (0,33%). As espécies *Bryconops inpai* (25,2%), *Hyphessobrycon* sp. (22,2%), *Astyanax* sp. (13,6%) e *Iguanodectes variatus* (13,2%) foram as mais abundantes. Duas espécies foram apenas observadas nos pontos de coleta 1, 2 e 3: *Leporinus* sp. (os indivíduos apresentavam três manchas nos flancos) e *Acestrorhynchus* sp., vulgarmente conhecido como peixe-cachorro.

Das 23 espécies que tiveram indivíduos capturados (Figura 5), 7 foram constituídas de apenas 1 indivíduo, sendo estas: *Bryconops* sp, *Copella* sp., *Nannostomus marginatus*, *Electrophorus electricus*, *Hemicetopsis macilentus*, *Helogenes marmoratus* e *Sturisoma* sp.. As espécies *Ancistrus* sp. e *Crenicichla* sp. tiveram 2 indivíduos coletados, e *Hoplerythrinus unitaeniatus*, *Pyrrhulina* sp. e *Myoglanis* sp., 3 indivíduos cada; as demais espécies (11) tiveram mais do que 4 indivíduos capturados.

A atividade de algumas espécies de peixes para determinado habitat foi confirmado através de observações diretas no campo. As espécies *Astyanax* sp., *Bryconops. inpai*, *Bryconops* sp., *Hemigrammus. ocellifer* e *Hyphessobrycon* sp. foram observadas na coluna d'água ou nas margens em meio às raízes, e sempre em cardumes. Os indivíduos menores estavam presentes na coluna d'água em locais mais rasos, e os menores sempre próximos a uma loca e em locais mais profundos.

Electrophorus. Electricus, conhecido vulgarmente como poraquê, foi observado nos pontos 3, 7, 12, 13, 15 e 16. Destas observações pôde-se identificar cinco indivíduos distintos, distinção essa feita em relação ao

tamanho dos mesmos, sendo um deles capturado no ponto 15. O poraquê capturado mediu 1,44 m e encontrava-se em meio ao folhiço, num remanso, e fôra denunciado pelo contraste das manchas de tonalidade laranja presentes na parte ventral da cabeça. Nas observações feitas, os indivíduos encontravam-se em locais rasos junto às raízes e/ou locais de pequenas corredeiras provocadas pelo estreitamento do canal, com exceção do indivíduo capturado.

Nannostomus marginatus e *Pyrrhulina* sp. foram capturados apenas nos pontos 15 e 16 em remansos junto às margens e em meio aos folhiços, em locais mais rasos.

Parotocinclus sp. e *Ancistrus* sp. foram observados nadando junto ao fundo arenoso, sempre solitários, em locais mais profundos e junto às margens. Enquanto que outros Siluriformes (*Sturisoma* sp., *Myoglanis* sp., *Trichomycterus* sp., *Imparfinis*. *pristos*, *Helogenes*. *marmoratus* e *Hemicetopsis*. *Macilentus*) foram observados somente no momento da captura, no exame da rede de arrasto quando esta fôra passada sob o folhiço presente nas margens.

Os exemplares de *Hoplerythrinus unitaeniatus* capturados encontravam-se entocados em meio às raízes da vegetação adjacente e folhiço, num remanso raso.

Exemplares maiores de *Aequidens*. *pallidus* e *Apistograma* sp. foram observados nadando na coluna d'água em locais mais abertos enquanto que os menores ficavam junto ao folhiço presente nas margens dos igarapés.

Figura 4 – Número de indivíduos capturados por espécie

Espécies	Número de exemplares capturados
Characiformes	
Characidae	
<i>Astyanax</i> sp.	41
<i>Bryconops inpai</i>	76
<i>Bryconops</i> sp.	1
<i>Hemmigrammus ocellifer</i>	20
<i>Hyphessobrycon</i> sp.	67
<i>Iguanodectes variatus</i> Géry, 1993	40
Crenuchidae	
<i>Characidium</i> sp.	8
Erythrinidae	
<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>	3
Lebiasinidae	
<i>Copella</i> sp.	1
<i>Nannostomus marginatus</i> Eigenmann, 1909	1
<i>Pyrrhulina</i> sp.	3
Gymnotiformes	
Electrophoridae	
<i>Electrophorus electricus</i>	1
Siluriformes	
Cetopsidae	
<i>Hemicetopsis macilentus</i> , Bleeker, 1862	1
Helogenidae	
<i>Helogenes marmoratus</i> Günther, 1863	1
Loricaridae	
<i>Ancistrus</i> sp.	1
<i>Parotocinclus</i> sp.	4
<i>Sturisoma</i> sp.	1
Pimelodidae	
<i>Imparfinis pristos</i> Eigenmann & Norris, 1900	5
<i>Myoglanis</i> sp.	3
Trichomycteridae	
<i>Trichomycterus</i> sp.	2
Perciformes	
Cichlidae	
<i>Aequidens pallidus</i> (Haeckel, 1840)	14
<i>Apistogramma</i> sp.	5
<i>Crenicichla</i> sp.	2

A partir da análise do conteúdo estomacal dos peixes, identificou-se duas categorias tróficas: insetívora e onívora (Tabela 6).

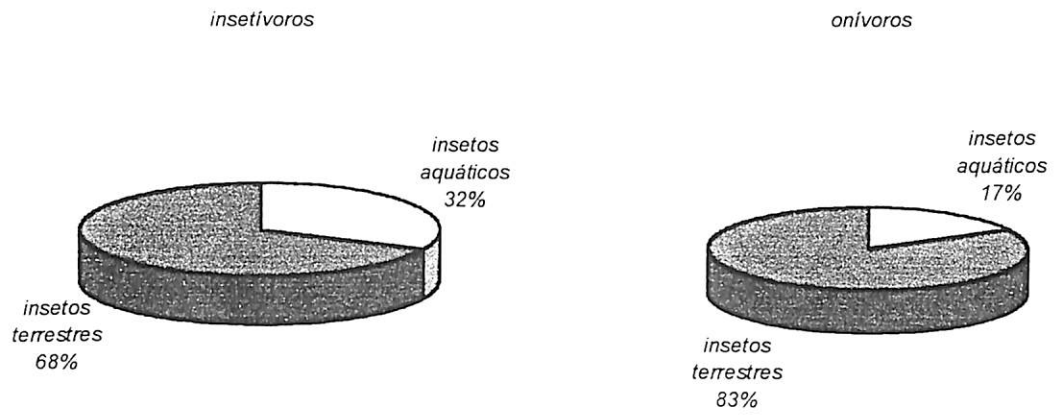
Tabela 6 - Percentuais médios de frequência de ocorrência de itens alimentares nos estômagos dos indivíduos examinados.

Espécies	Número de exemplares examinados	Insetos	Plantas	Fragmentos não identificado	Categorias tróficas
<i>Iguanodectes variatus</i>	30	65	30	5	Insetívoro
<i>Characidium</i> sp.	8	90	5	5	Insetívoro
<i>Bryconops inpai</i>	50	55	40	10	Onívoro
<i>Hyphessobrycon</i> sp.	40	85	10	5	Insetívoro
<i>Astyanax</i> sp.	35	50	45	5	Onívoro
<i>Aequidens pallidus</i>	14	45	40	15	Onívoro
<i>Hemigrammus ocellifer</i>	20	70	25	5	Insetívoro
<i>Apistograma</i> sp.	5	50	40	10	Onívoro
<i>Hoplerethrinus</i> sp.	3	70	15	15	Insetívoro
<i>Imparfinis pristos</i>	5	40	30	30	Onívoro

Em ambas categorias tróficas identificadas houve predominância de insetos terrestres nos conteúdos estomacais (Figuras 5 a e b).

Os restos de insetos aquáticos foram constituídos principalmente por quironomídeos, náíades de odonata e tricópteros, enquanto que os terrestres foram Hymenopteros (formigas) mais frequente, dípteros e coleópteros.

Regressões feitas entre os grupos tróficos e as variáveis ambientais não demonstraram nenhuma relação significativa insetívoros ($r^2 = 0,48$; $P < 0,13$) e onívoros ($r^2 = 0,10$; $P < 0,13$).



Figuras 5 - a e b) Percentuais relativos de abundância de fragmentos de insetos de origem alóctone e autóctone nas diferentes guildas.

4.3 - Relações de abundância e riqueza relativa das espécies de peixes com as variáveis ambientais

Foram capturados em média 40 indivíduos a cada 100 metros quadrados de superfície do espelho d'água. A quantidade de exemplares capturados aumentou em proporção direta com a profundidade média do canal até 30 cm com ulterior redução de abundância em profundidades maiores (figura 6).

Nos igarapés menores e nos maiores a riqueza de peixes foi maior em relação aos igarapés de dimensões intermediárias. Nos igarapés mais profundos, a existência de maior número de espécies, provavelmente, está ligada a uma maior diversidade de microhabitats.

Posteriormente, na análise de regressão múltipla entre as variáveis dependentes riqueza, abundância relativa, percentual de onívoros e insetívoros, e os eixos de ordenação das variáveis independentes, observou-se uma ausência de resultados significativos (Tabela 7).

Nas regressões múltiplas entre as variáveis dependentes e as variáveis independentes, representando cada um dos 3 grupos de variáveis ambientais identificados nas correlações, observou-se também a ausência de significância (riqueza $r^2 = 0,27$, $p < 0,314$; abundância $r^2 = 0,41$, $p < 0,11$; insetívoros $r^2 = 0,14$, $p < 0,62$ e onívoros $r^2 = 0,40$, $p < 0,12$). No entanto, analisando as probabilidades de significância das variáveis independentes nestas regressões (Tabela 8) pode-se observar a significância entre a velocidade média e a variável dependente abundância relativa.

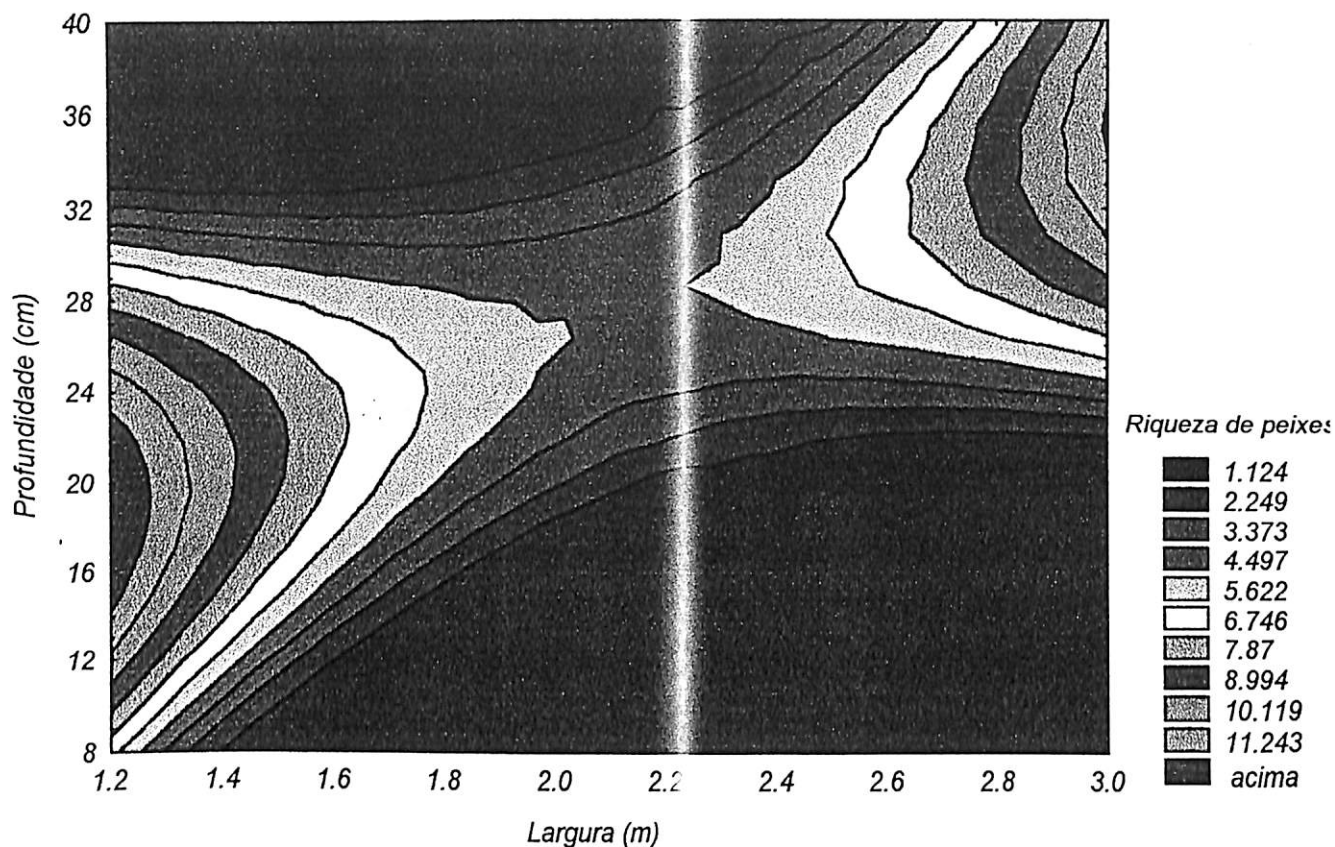


Figura – 6. Variação da riqueza de espécies de peixes em função da largura média (m) e profundidade média (cm) de cada ponto de coleta.

Tabela 7 - Resultados da análise de regressão entre as variáveis dependentes e os eixos criados pela ordenação do NMS ($p < 0,05$).

Eixos		Riqueza	abundância insetívoros onívoros		
1	r^2	0.018	0.014	0.085	0.031
	P	0.63	0.89	0.29	0.53
	F	(1,13)	(1,13)	(1,13)	(1,13)
2	r^2	0.034	0.004	0.094	0.031
	P	0.51	0.82	0.26	0.53
	F	(1,13)	(1,13)	(1,13)	(1,13)
3	r^2	0.033	0.061	0.046	0.022
	p	0.52	0.38	0.44	0.6
	F	(1,13)	(1,13)	(1,13)	(1,13)
1,2,3	r^2	0.083	0.071	0.212	0.071
	P	0.81	0.84	0.43	0.84
	F	(3,11)	(3,11)	(3,11)	(3,11)

Tabela 8 - Probabilidades de significância entre as variáveis independentes representando cada grupo identificado a partir da correlação e as variáveis dependentes para um $p < 0,05$.

Variáveis	Riqueza P	abundância insetívoro P	onívoro P
Folha	0.93	0.73	0.31
Densiômetro	0.20	0.54	0.58
Velocidade média	0.14	0.04	0.83

Ulteriormente, foi feita uma regressão entre a variável significativa da tabela acima e pôde-se observar que a velocidade média explicou cerca de 33% ($r^2 = 0,326$) da variação na abundância relativa de peixes.

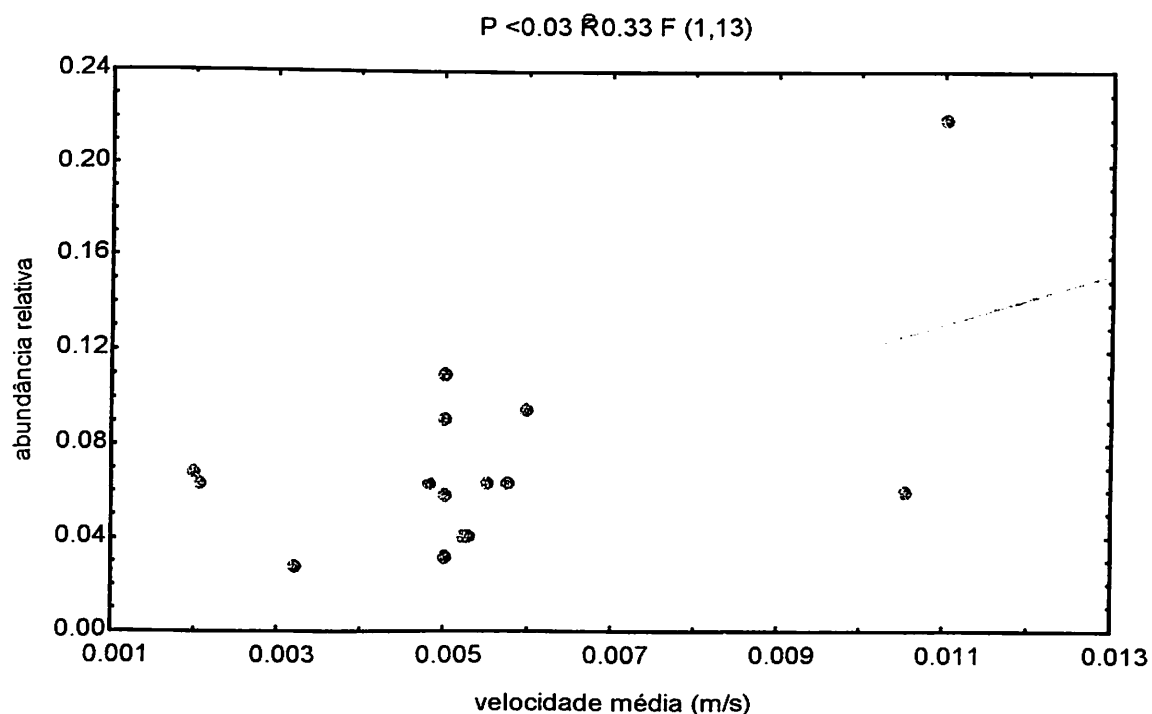


Figura -7. Regressão entre abundância relativa das espécies de peixes em 100 m² de área de superfície d' água e velocidade média em cada trecho de coleta.

Neste contexto, a figura 7 mostra uma tendência a um aumento na abundância relativa à medida que a velocidade média aumenta e, uma concentração de pontos em locais com uma velocidade intermediária entre a máxima e a mínima registrada.

As regressões das variáveis dependentes contra o índice de diversidade do habitat para cada local (índice de "Shannon-wiener", tabela 5) não foram significativas: abundância ($r^2 = 0,012$; F 1,13; $P < 0,72$); riqueza ($r^2 = 0,016$; F 1,13; $P < 0,65$); insetívoro ($r^2 = 0,029$; F 1,13; $P < 0,54$) e onívoro ($r^2 = 0,0001$; F 1,13; $P < 0,96$), assim como contra a diversidade de peixes ($r^2 = 0,021$; F 1,13; $P < 0,6$).

5 - DISCUSSÃO

5.1 - Variáveis ambientais

A caracterização das variáveis ambientais no presente estudo, é baseada nas médias determinadas para cada trecho. Neste contexto, pode-se sub ou superestimar qualquer inferência no que se refere a distribuição dos peixes e tipo de substrato. A fim de fazer tal inferência com maior precisão, é necessário trabalhar em nível de microhabitat associado a observações diretas no campo. Entretanto, a caracterização feita, no presente estudo, nos dá a idéia de como é o habitat dos igarapés, bem como as relações das variáveis analisadas.

De um modo geral, pôde-se determinar algumas relações importantes entre alguns tipos de substratos. Nestas relações foram distinguidos dois tipos de raízes presentes nos canais dos igarapés: um está intimamente relacionado à zonas de erosão (eixo 3 da tabela 3), trechos esses com poucas ou nenhuma folha, e outras estão presentes nos canais, principalmente, em trechos mais estreitos. Nestes locais as raízes formam obstáculos, acumulando folhas e criando microhabitats ocupados por espécies de pequeno porte ou indivíduos jovens.

As macrófitas foram negativamente correlacionadas à presença de areia no canal e positivamente à argila (Tabela 2). A presença de argila fornece um substrato para a fixação das macrófitas no fundo dos igarapés, estas estavam presentes em locais mais estreitos e com uma abertura maior do dossel (Tabela 1), dada a necessidade de luz para o desenvolvimento da mesma.

A areia estava presente, principalmente, no centro do canal dos igarapés mais largos onde a velocidade da corrente é maior. No entanto, vale ressaltar que as velocidades baixas registradas na tabela 1 referem-se a médias para os trechos estudados e que a mesma variou ao longo dos transectos e em profundidades distintas.

Nestes trechos a disponibilidade de microhabitat determinada pela presença de galhos, folhas, raízes e troncos estavam limitadas, principalmente, nas margens dos igarapés. Era de se esperar que uma maior disponibilidade de microhabitat resultasse numa maior riqueza e abundância relativa de indivíduos. No entanto, esta relação não foi observada no presente estudo. Talvez essa ausência de correlação tenha ocorrido em função da escala estudada (2 meandros completos) ao passo que numa escala menor essa relação, talvez, fosse significativa.

5.2 - Abundância e riqueza

No presente estudo, a metodologia usada demonstrou limitações proporcionadas pela profundidade, isto é, em locais mais profundos houve uma redução na abundância de indivíduos capturados (Figura 6), provavelmente, motivada pela diminuição na eficiência no manuseio da rede de arrasto. Este último, possivelmente, influenciou na captura de exemplares que vivem no fundo dos cursos d'água, uma vez que dado o grande volume de água associado à correnteza e a profundidade, a rede de arrasto não alcançava o fundo de maneira satisfatória em poções nos igarapés de segunda e terceira ordem, possibilitando a fuga dos indivíduos.

Concordante com trabalhos de regiões temperadas (Schollosser, 1982, 1985; Maurakis *et al.*, 1987; Matthews, 1986, 1988; Rahel & Hubert, 1991), e tropicais (Caramaschi, 1986; Garutti, 1988; Bussing, 1993; Gillian *et. al.*, 1993, Barrela & Petrere, 1994), a riqueza e abundância relativa aumentaram com o aumento da profundidade e largura, no entanto, a redução na abundância refere-se a uma limitação da metodologia (já mencionada). Ou, outra conjectura para tal fato, talvez esteja relacionada à pequena amplitude de variações registradas para alguns fatores ambientais (profundidade, velocidade da corrente) que não permitiu visualizar tendência de aumento na abundância relativa.

O presente trabalho além de englobar as principais ordens de peixes citadas para os igarapés da Amazônia (Lowe-McConnell, 1987; Silva, 1992; Bührnheim, 1998) acrescentou 12 novos registros à lista de espécies de Bührnheim (1998) para a microbacia do rio Urubu: *Astyanax* sp., *Characidium* sp., *Electrophorus electricus*, *Leporinus* sp., *Acestrorhynchus* sp., *Hemicetopsis macilentus*, *Ancistrus* sp., *Parotocinclus* sp., *Sturisoma* sp., *Imparfinis pristis*, *Myoglanis* sp. e *Trichomycterus* sp.

Estudos desenvolvidos principalmente em regiões temperadas demonstraram influências das oscilações nos parâmetros ambientais, devido à sazonalidade na riqueza e abundância relativa das espécies de peixes (Newcombe, 1981; Schlosser, 1982, 1985; Angermeier & Schollosser, 1989; Poff & Allan, 1995), portanto, modificando as relações interespecíficas de comunidade dos peixes.

Na Amazônia, Walker & Henderson (1996) estudando um

“atalho de meandro” de um igarapé sugeriram que a densidade e abundância de peixes, poderia vir a modificar-se sazonalmente, dada as oscilações na qualidade da liteira, nas condições de fluxo e outros fatores. Esta premissa nos remete ao efeito da sazonalidade sobre os parâmetros que por sua vez influencia a comunidade de peixes. Neste aspecto Bürnheim (1998) observou que a sazonalidade (na Amazônia, dividido principalmente em período chuvoso - período não chuvoso) parece não influenciar diretamente a riqueza e abundância de espécies nas comunidades de peixes de igarapés “terra firme” mas sim as características locais de cada igarapé. Neste contexto, de acordo com Knöppel (1970) e Lowe-McConnell (1991) nos igarapés de “terra firme” as condições ecológicas e a comunidade de peixes provavelmente variam muito pouco durante o ano.

5.3 - Complexidade do habitat

A heterogeneidade ambiental proporciona aos peixes locais de refúgio contra predadores, locais para reprodução e alimentação. Essa heterogeneidade ambiental em riachos de cabeceira deve-se à presença de troncos, raízes, galhos, folhas da vegetação adjacente e plantas (Angermeier & Karr, 1984; Schlosser, 1995; Walker, 1995) no canal dos mesmos. Muitos dos habitats formados dependem do tamanho e local de queda destes fragmentos orgânicos no curso d'água (Bisson *et al.*, 1987 apud Schlosser, 1995), constituindo o substrato juntamente com areia e rochas. A heterogeneidade ambiental envolve também mudanças de outros parâmetros ambientais (profundidade, largura, tipo de substrato,

velocidade da corrente) ao longo de um curso d' água. E somente desta forma de acordo com Dutilleul (1993), é possível comparar se o local é mais ou menos heterogêneo quando se confronta parâmetros de dois ou mais locais.

Trabalhos ictiofaunísticos têm demonstrado que a heterogeneidade ambiental exerce influência na abundância e riqueza de espécies de peixes, desde a cabeceira até a foz dos cursos d'água (Lotrich, 1973; Moyle & Vondracek, 1985; Maurakis *et al.*, 1987; Rahel & Hubert, 1991). No intuito de determinar a influência da diversidade ambiental à estrutura de comunidade de peixes, Angermeier & Schlosser (1989) elaboraram um índice de complexidade ambiental utilizando o índice de "Shannon-Wiener" a partir da combinação de certos parâmetros, como velocidade da corrente, profundidade e tipos de substrato. Similarmente, índices de diversidade do habitat foram criados para cada ponto de coleta para a área em estudo no presente trabalho (tabela 5). Além destes índices, os eixos de ordenação (tabelas 3 e 4) das variáveis independentes permitem também, de uma forma mais refinada (pois incluem um maior número de variáveis), inferir sobre a influência da diversidade ambiental na estrutura de comunidades de peixes. A análise destes dados mostraram ausência de significância entre a diversidade ambiental e a abundância relativa, a riqueza dos peixes e a categorias tróficas registradas.

Todavia, esse resultado não é uma peculiaridade da área em estudo, pois Angermeier & Schlosser (1989), estudando um riacho temperado, também não encontraram uma correlação significativa entre

a estrutura de comunidade e a diversidade ambiental por eles estudada.

Segundo Caramaschi (1986) e Matthews (1998) a distribuição e atividade dos peixes devem-se à combinação de fatores bióticos e abióticos diferentemente integrados dentro e entre os cursos d'água. Neste contexto, no presente estudo as combinações das variáveis não evidenciaram um padrão determinístico na estrutura de comunidade de peixes estudada.

A análise dos dados permite inferir que talvez os microhabitats sejam mais significativos à distribuição das espécies na comunidade do que grandes habitats caracterizados nos trechos, uma vez que pôde se observar uma freqüência relativamente grande de algumas espécies em determinados locais dentro dos microhabitats. Tais microhabitats são espaços proporcionados pela presença de galhos, folhas e troncos de árvores no canal dos igarapés e pontos limitados dentro da coluna d'água com características homogêneas no que se refere a velocidade da corrente d'água e profundidade.

Neste contexto, os indivíduos maiores das espécies *Astyanax* sp., *Bryconops inpai*, *Bryconops* sp. e *Hemigrammus ocellifer* eram encontrados sempre junto ao folhicho ou entre as raízes próximas as margens dos igarapés. Ao passo que, os indivíduos menores destas espécies eram encontrados, principalmente, na coluna d'água. O *Electrophorus electricus* foi observado, com maior freqüência, junto as raízes e debaixo de troncos de árvores.

Esta preferência por microhabitat foi observada por outros autores. Silva (1992) sugeriu que os peixes da comunidade estudada por

ela não apresentaram preferência por habitat, no entanto, a presença dos mesmos por microhabitats foi marcantes. Esta preferência por microhabitat também foi observada por Lowe-McConnell (1991); Silva (1993) e Henderson & Walker (1990). Ainda, segundo estes últimos autores, ao estudarem a organização e densidade da comunidade de peixes em um banco de litleira, inferiram que a preferência por microhabitat explicaria a elevada riqueza de espécies e a pequena população encontrada.

5.4 - Velocidade da corrente

Dentre as variáveis ambientais estudadas neste trabalho, somente a velocidade da corrente exerceu influência significativa sobre a abundância relativa das espécies (Tabela 6). Este fato pode ser relacionado a dois aspectos: morfologia dos peixes e formação de microhabitats.

A morfologia dos peixes pode ser avaliada por índices corporais obtidos através de caracteres mensuráveis, os quais são utilizados para inferir sobre a posição dos mesmos na coluna d'água e tipos de microhabitat ocupados (Smith, 1999). Neste contexto, pode-se citar como exemplo o índice de compressão (altura máxima do corpo/largura máxima), onde valores altos indicam peixes bastante comprimidos e que ocupam locais de baixa velocidade da corrente (Smith, 1999). Segundo este autor, esses índices, sozinhos, não são suficientes necessitando, portanto, associá-los aos parâmetros ambientais e assim torná-las mais informativas.

Embora, no presente estudo, não tenha sido testada; a distribuição dos peixes foi relacionada somente com os parâmetros ambientais, ficando a sugestão do uso de aspectos morfológicos, juntamente com os parâmetros ambientais, para inferências mais específicas em trabalhos futuros.

A formação de microhabitat quando relacionado ao tipo de substrato, está intimamente ligada ao peso específico do material transportado e a velocidade da corrente. Materiais mais pesados são transportados onde a velocidade da corrente é maior, enquanto que partículas menores são depositadas em remansos. Neste contexto, muitos microhabitats nos igarapés são formados por grandes liteiras (bancos de folhas) em áreas de remansos e zonas de deposição de meandros, onde a velocidade é menor, ou ainda, devido à presença de obstáculos no canal, como por exemplo galhos e troncos.

Os bancos de liteira podem ser deslocados, ou aumentar e diminuir de tamanho, quando chove e o volume d'água transpassa os limites das margens dos igarapés. Desta forma, os peixes devem possuir a habilidade de ocuparem os novos microhabitats formados, demonstrando assim elevada capacidade de ajustes às alterações ambientais. De acordo com Henderson & Walker (1990) e Walker & Henderson (1996), a fauna da liteira consiste de uma comunidade estável onde existem colonizadores adaptáveis, entre eles os peixes, especialistas na ocupação de nichos específicos dentro da liteira. Pode – se sugerir que tal situação ocorra nos igarapés estudados uma vez que a presença de liteiras nos mesmos foi uma constante, principalmente, nas

áreas de remanso.

Essa diversidade de microhabitats torna-se maior em grandes áreas, ou seja, à medida que se caminha em direção à foz, há um aumento da profundidade, volume d'água, largura, e conseqüentemente, da área, o que possibilita um elevado número de tipos de habitat (Caramaschi, 1986; Angermeier & Schlosser, 1989; Collares-Pereira, 1995). Este quadro, associado à baixa velocidade da corrente que influencia a distribuição dos tipos de substrato pode explicar a elevada abundância relativa encontrada no ponto 3 do igarapé de terceira ordem.

O acúmulo de pontos na velocidade intermediária entre a máxima e a mínima registrada (Figura 7) talvez possa ser explicado pela elevada abundância relativa de espécies de peixes de corpo comprimido, principalmente, *Astyanax* sp., *Bryconops inpai* e *Hemigrammus ocellifer*, pois como já mencionado, peixes com o corpo comprimido, mas baixo, tendendo a fusiforme, típico de meia água, com alguma correnteza (Smith, 1999).

Vale ressaltar que tais relações possam vir a alterar-se no período não-chuvoso, uma vez que principalmente, nas cabeceiras, alguns igarapés chegam a secar. E como a caracterização da comunidade neste estudo é pontual, as oscilações bruscas nas condições ambientais nos igarapés não foram registradas. Portanto, fica aqui a sugestão de novos estudos relacionando essas alterações à estrutura de comunidades de peixes.

5.5 - Grupos tróficos

Embora a caracterização das categorias tróficas identificados neste trabalho seja pontuais no tempo e espaço, contudo, fornecem dados importantes a serem somados para a compreensão da ecologia das espécies registradas e para a organização da comunidade em estudo.

A determinação de guildas tróficas é, de certo modo subjetiva, pois os peixes possuem uma flexibilidade alimentar bastante elástica. Além disso, de acordo com Zavala-Camin (1996), as mudanças nas dietas alimentares dos peixes possuem várias interpretações; estas variam segundo o enfoque do trabalho. No presente estudo, foi identificado apenas categorias tróficas, pois estudos de guildas implica, além da análise da frequência de ocorrência dos conteúdos estomacais, a disponibilidade destes recursos no meio ambiente.

Baseado na Figura 1, observa-se que a microbacia estudada pode ser caracterizada como uma área de cabeceira e com pouca perturbação. Este dado é importante pois, geralmente, itens alimentares ingeridos pelos peixes são influenciados pela acessibilidade e disponibilidade de recursos no meio ambiente. Esses são determinados pela qualidade ambiental (nível de perturbação) refletindo, portanto, na estrutura trófica da comunidade. Conhecer as relações tróficas em ambientes pouco alterados serve como parâmetros para avaliar a qualidade ambiental e inferir sobre as consequências das atividades humanas nesta ou em outras áreas.

Segundo o conceito do rio contínuo, os cursos d'água de baixa ordem (1ª a 3ª ordem) dependem da vegetação ripária e ciclo hidrológico

para entrada de nutrientes no ecossistema aquático, uma vez que a produção primária nestes locais é pequena (Vannote *et. al.*,1980). Este quadro pode ser observado na área em estudo, onde a abertura de dossel é muito pequena (Tabela 1). Portanto, similarmente aos estudos nos igarapés da bacia do rio Negro, a decomposição da liteira por fungos e bactérias deve ser a base da cadeia alimentar para o ecossistema aquático (Henderson & Walker, 1986, 1990; Walker *et. al.*,1991). Ainda, segundo esses autores, outros organismos como invertebrados fazem parte dessa comunidade que pode ser considerada relativamente estável.

A análise do conteúdo estomacal dos peixes da bacia do rio Urubu registrou itens alimentares que confirmaram a dependência da comunidade de peixes à vegetação adjacente aos igarapés. Os fragmentos de insetos encontrados nos estômagos dos peixes examinados eram constituídos, principalmente, de insetos terrestres (Figuras 5a e b); estes provavelmente caíram das folhas da vegetação ripária. Tal observação também foi registrada em outros trabalhos nos igarapés da Amazônia (Knöppell, 1970; Soares, 1979; Henderson & Walker, 1986, 1990; Silva, 1992, 1993; Kemenes, no prelo).

6 - CONCLUSÕES

- 1) As variáveis independentes: tipo de substrato, largura do canal, profundidade e abertura do dossel, não exerceram influência significativa na distribuição, da abundância relativa, diversidade e riqueza de espécies e proporção de grupos tróficos entre os peixe dos igarapés de cabeceira do rio Urubu;**
- 2) Velocidade da corrente foi a única variável ambiental que demonstrou alguma correlação positiva com a abundância relativa dos peixes;**
- 3) A análise do conteúdo estomacal corroborou os dados citados na literatura sobre a importância da entomofauna associada à vegetação ripariana como alimento para a comunidade de peixes dos igarapés de terra firme;**
- 4) O presente estudo contribuiu com 12 novos registros de espécies para esta microbacia do rio Urubu: *Astyanax* sp., *Characidium* sp., *Electrophorus electricus*, *Leporinus* sp., *Acestrorhynchus* sp., *Hemicetopsis macilentus*, *Ancistrus* sp., *Parotocinclus* sp., *Sturisoma* sp., *Imparfinis pristis*, *Myoglanis* sp. e *Trichomycterus* sp;**
- 5) A análise dos dados não revelou nenhum padrão de distribuição dos peixes na escala investigada, esta pareceu ser estocástica; porém, a variação em escala, como por exemplo, em nível de microhabitat pode ser importante e merece ser estudada.**

7 - BIBLIOGRAFIA

- Angermeier, P. L. & Karr, J. R. 1983. Fish communities along environmental gradients in a system of tropical streams. *Environmental Biology of Fishes* 9(3), 117-135.
- Angermeier, P. L. & Karr, J. R. 1984. Relationships between woody debris and fish habitat in a small warmwater stream. *Transactions of the American Fisheries Society* 113(6), 716-726.
- Angermeier, P. L. & Schlosser, I. J. 1989. Species-area relationships for stream fishes, *Ecology* 70(5), 1450-62.
- Angermeier, P. L. & Smogor, R. 1995. 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* 52(5), 936-949.
- Barrela, W. & Petrere Jr, M. 1994. The influence of environmental factors on fish community structure in the Jacaré Pepira river, Brasil. *Rehabilitation of Freshwater Fisheries*, 161-169.
- Bayley, P. B. 1985. Aquatic environments in the Amazon Basin, with an analysis for carbone sources, fish production and yield. P. 399-488. In: Dodge, D.P (ed.) *Proceedings of the International Large River Symposium. Can. Spec. Publ. Fish Aquat. Scien.* 106: 399-408.
- Bölke, J. E.; Weitzman, S. H. & Menezes, N. A. 1978. Estado atual da sistemática dos peixes de água doce da América do Sul. *Acta Amazonica*, 8(4), 657-77.

- Brakensiek, D. L., Osborn, H. B. & Rawls, W. J. 1979. *Field Manual for Research in Agricultural Hidrology*. United States of America Departament of Agriculture. 574p.
- Bretscho, G. 1995. River/ land ecotones: scales and patterns. *Hydrobiologia* 303, 83-91.
- Bührnheim, C. M. 1998. *Estrutura de comunidades de peixes em igarapés de floresta de terra firme na Amazônia Central*. Dissertação de Mestrado, Universidade do Amazonas- Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia- INPA; 166p.
- Bussing, W. A. 1993. Fish communities and environmental characteristics of a tropical rain forest in Costa Rica. *Revista de Biologia Tropical* 41(3), 791-809.
- Capone, T. A. & Kushlan, J. A. 1991. Fish community structure in dry-season stream pools. *Ecology* 72(3), 983-992.
- Caramaschi, E. P. 1986. *Distribuição da ictiofauna de riachos das bacias do Tietê e do Parapanema, junto ao divisor de águas (Botucatu, SP)*. Tese de doutorado, Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Federal de São Carlos - SP , 245 p.
- Collares-Pereira, M. J., Magalhaes, A. M., Geraldes, A. M. & Coelho, M. M. 1995. Riparian ecotones and spatial variation of fish assemblages in portuguese lowland streams. *Hydrobiologia* 303(1-3), 93-101.
- Dutilleul, P. 1993. Spatial heterogeneity and design of ecological field experiments. *Ecology* 74:(6), 1646-1658.

- Edds, D. R. 1993. Fish assemblage structure and environmental correlates in Nepal's Gandaki river. *Copeia* (1), 48-60.
- Garutti, V. 1988. Distribuição longitudinal da ictiofauna em um córrego da região noroeste do estado de São Paulo, bacia do Paraná. *Revista Brasileira de Biologia* 48(4), 747-759.
- Gelwick, F. P. Longitudinal and temporal comparisons of riffles and pools fish assemblages in a northeastern Oklahoma Ozark stream. *Copeia* (4):1072-82.
- Gillian, J. F., Fraser, D. F. & Alkins-Koo, M. 1993. Structure of a tropical stream fish community: a role for biotic interactions. *Ecology* 74(6), 1856-1870.
- Gorman, O. T. & Karr, J. R. 1978. Habitat structure and stream fish communities. *Ecology* 59(3), 506-515.
- Henderson, P. A. & Walker, I. 1986. On the leaf litter community of Amazonian blackwater stream Tarumazinho, *Journal of Tropical Ecology* 2:1-17.
- Henderson, P. A. & Walker, I. 1990. Spatial organization and population density of the fish community of the litter banks within a Central Amazonian blackwater stream. *Journal of Fish Biology* 37, 401-411.
- Horwitz, R. J. 1978. Temporal variability patterns and the distributional pattern of stream fishes, *Ecological Monographs* 48:307-21.
- Hunter, M. D. & Price, P. W. 1992. Playing chutes and ladders: heterogeneity and the relative roles of bottom-up and top-down forces in natural communities. *Ecology* 73(3), 724-732.

- rainforest streams in Sabah, Malaysia, *Journal of Fishes Biology*, 52: 458-82.
- Martins, C. S. & Oliveira, J. C. 1997. *Inventário e distribuição da ictiofauna da sub-bacia do alto rio do Peixe nos municípios de Lima Duarte, Olaria e Bom Jardim de Minas (MG)*. Monografia apresentada ao Departamento de Zoologia do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG. 50p. (não publicado).
- Matthews, W. J. 1986. Fish faunal structure in Ozark river stream: stability, persistence and a catastrophic flood. *Copeia* (2), 388-397.
- Matthews, W. J., Cashner, R. C. & Gelwick, F. P. 1988. Stability and persistence of fish faunas and assemblages in three midwestern stream. *Copeia* (4), 945-955.
- Matthews, W. J. 1998. *Patterns in freshwater fish ecology*. Chapman & Hall, New York. 756p.
- Maurakis, E. G., Woolcott, W. S. & Jenkins, R. E. 1987. Physiographic analyses of the longitudinal distribution of fishes in the Rappahannock river, Virginia. *ASB Bulletin* 34(1), 1-14.
- 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. 289-95.
- Moyle, P. B. & Vondracek, B. 1985. Persistence and structure of fish assemblage in a small California stream. *Ecology* 66(1), 1-13.
- Newcombe, C. 1981. A procedures to estimate changes in fish populations

- caused by changes in stream discharge. *Transactions of the American Fisheries Society* 110:382-90.
- Penczak, A. A; Agostinho, A. & Okada, E. K. 1994. Fish diversity and community structure in two small tributaries of the Paraná River, Paraná state, Brazil, *Hydrobiologia*, 294:243-51.
- Poff, N. L. & Allan, J. D. 1995. Functional organization of stream fish assemblages in relation to hydrological variability. *Ecology* 76(2), 606-27.
- Power, M. E. 1987. Predator avoidance by grazing fishes in temperate and tropical streams: importance of stream depth and prey size. pp. 333-351. In *In: Predation: Direct and Indirect Impacts on Aquatic Communities* (ed. W. C. KERFOOT and A. SIH), Hanover.
- RADAMBRASIL, 1976. Folha SA -21. Santarém. Levantamento de recursos naturais (Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra), Vol. 10, DNPM, Ministério das Minas e Energia, Rio de Janeiro, 510p.
- RADAMBRASIL, 1978. Folha SA -20. Manaus. Levantamento de recursos naturais (Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra), Vol. 18, DNPM, Ministério das Minas e Energia, Manaus, 623p.
- Rahel, F. J. & Hubert, W. A. 1991. Fish assemblages and habitat gradients in a Rocky Mountain-Great plains stream: biotic zonation and additive patterns of community change. *Transactions of the American Fisheries Society* 120, 319-332.
- Sabino, J. & Zuanon, J. 1998. A stream fish assemblage in Central Amazonia: distribution; activity patterns and feeding behavior. *Ichthyological*

Exploration of Freshwaters 8:(3), 201-210.

Schlosser, I. J. 1982. Fish community structure and function along two habitat gradients in a headwater stream. *Ecological Monographs* 52(4), 395-414.

Schlosser, I. J. 1985. Flow regime, juvenile abundance, and the assemblage structure stream fishes. *Ecology* 66(5), 1484-1490.

Schlosser, I. J. 1995. Critical landscape attributes that influence fish population dynamics in headwaters streams. *Hydrobiologia* 303(1-3), 71-81.

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/FUA, 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.

Sioli, H. (1968). Hydrochemistry and Geology in the Brazilian Amazon Region. *Amazoniana* 1(3), 267-277.

Smith, W. S. 1999. A ecomorfologia de peixes no Brasil. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ictiologia*, Porto Alegre, Agosto, 1999, Comunicação de Sócios II, p. 8-12.

Soares, M. G. M. 1979. Aspectos ecológicos (alimentação e reprodução) dos peixes do igarapé do Porto, Aripuanã, MT. *Acta Amazonica* 9:(2), 325-352.

Uieda, V. S. 1984. Ocorrência e distribuição dos peixes em um riacho de

- água doce. *Revista Brasileira de Biologia* 44:(2), 203-213.
- Vannote, R. L., Minshall, G. M., Cummins, K. W., Seddel, J. R. & E., C. 1980. The river continuum concept. *Canadian Journal Fisheries Aquatic Science* 37, 130-37.
- Walker, I. 1987. The biology of streams as part of Amazonian forest ecology. *Experientia* 43, 279-287.
- Walker, I. 1990. Ecologia e biologia dos igarapés. In *Ciência Hoje*, vol. 11:(64), pp. 45-53.
- Walker, I. 1995. Amazonian streams and small rivers. In: Tundisi, J. G.; Bicudo, C.E.M & Tundisi, T. M., *Limnology in Brazil*. Academy of Sciences & Brazilian Limnological Society, Rio de Janeiro, p. 167-93.
- Walker, I. & Henderson, P. A. 1996. Ecophysiological aspects of Amazonian blackwater litterbank fish communities. p. 7-22. In: Val. A. L.; Almeida-Val, V. M. & Randall, D. J. (eds) *Physiology and Biochemistry of the Fishes of the Amazon*
- Zavala-Camin, L. A. 1996. *Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes*. Ed. EDUEM, Maringá – PR, 129p.
- Zweimüller, I. 1995. Microhabitat use by two small benthic stream fish in a second order stream. *Hydrobiologia* 303(1-3), 125-137.