

Luciano Fogaça de Assis Montag

**Diversidade, Distribuição e Estrutura da
Comunidade de Peixes na Estação Científica
Ferreira Penna – Amazônia Oriental**

Dissertação apresentada ao Curso de
Mestrado em Zoologia, do Museu Paraense
Emílio Goeldi e a Universidade Federal do
Pará, como requisito para a obtenção do
grau de Mestre em Zoologia.

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Borges Barthem

BELÉM

2001



MCT/MPEG
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI

**Diversidade, Distribuição e Estrutura da Comunidade
de Peixes na Estação Científica Ferreira Penna –
Amazônia Oriental**

Luciano Fogaça de Assis Montag

Prof. Dr. Ronaldo Borges Barthem
Orientador

Com o apoio do WWF – CSR 157-00



Montag, Luciano Fogaça de Assis.

Diversidade, distribuição e estrutura da comunidade de peixes na Estação Científica Ferreira Penna : Amazônia Oriental / Luciano Fogaça de Assis Montag. – Belém : Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emílio Goeldi, 2001.

135 p. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emílio Goeldi, 2001.

Orientador: Dr. Ronaldo Borges Barthem, Coordenador de Zoologia / MPEG.

1. Peixes – Estação Científica Ferreira Penna, PA. 2. Peixes – Diversidade – Brasil – Amazônia. 3. Ecologia aquática. 4. Ictiofauna. I . Título

CDD 597.09811

Luciano Fogaça de Assis Montag

**Diversidade, Distribuição e Estrutura da Comunidade
de Peixes na Estação Científica Ferreira Penna –
Amazônia Oriental**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre do Programa de Pós – Graduação em Zoologia da Universidade Federal do Pará e do Museu Paraense Emílio Goeldi, pela Banca Examinadora formada pelos professores:

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Borges Barthem
Departamento de Zoologia, MPEG

Prof. Dr. Walter Barrella
Departamento de Ciências do Ambiente, PUC-SP

Prof. Dr. Horácio Higuchi
Departamento de Zoologia, MPEG

Prof^a. Dr^a. Marlúcia Bonifácio Martins
Departamento de Zoologia, MPEG

Prof. Dr. Ulisses Galatti
Departamento de Zoologia, MPEG

Belém, de 20 de Novembro de 2001.

O Rio e o Oceano

*D*iz-se que, mesmo antes de um rio cair no oceano ele treme de medo. Olha para trás, para toda a jornada, os cumes, as montanhas, o longo caminho sinuoso através das florestas, através dos povoados, e vê à sua frente um oceano tão vasto que entrar nele nada mais é do que desaparecer para sempre.

Mas não há outra maneira. O rio não pode voltar. Ninguém pode voltar. Voltar é impossível na existência. Você pode apenas ir em frente. O rio precisa se arriscar e entrar no oceano. E somente quando ele entra no oceano é que o medo desaparece. Porque, apenas então, o rio saberá que não se trata de desaparecer no oceano. Mas tornar-se oceano. Por um lado é desaparecimento por outro lado é renascimento.

(Osho)

DEDICATÓRIA

À minha avó Dina, os meus pais Antonio e Penha, a minha avó Ju (*in memoriam*), ao meu avô Vile e ao meu irmão Fabricio pelo apoio, dedicação, carinho e compreensão nos momentos mais difíceis.

AGRADECIMENTOS

Os meus sinceros agradecimentos ao Prof. Dr. Ronaldo Borges Barthem, pela orientação, apoio, respeito, amizade, confiança e incentivos decisivos na realização deste meu trabalho acadêmico;

Ao Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) à atenção e apoio da administração, funcionários e alunos durante o curso;

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudo concedida;

A World Wildlife Found (WWF-BR) e USAID, Programa Natureza e Sociedade (CSR 157-00) pela concessão de auxílio ao projeto: **“ESTRATÉGIAS DE CONSERVAÇÃO EM COMUNIDADE DE PEIXES DA BACIA DE CAXIUANÃ (MELGAÇO/PA) – UM LAGO ANTIGO A SER COMPARADO COM REPRESAS NOVAS”**;

Ao Prof. Dr. Walter Barrella (PUC-SP/Depto de Ciências do Ambiente) pela minha iniciação e apoio na carreira científica;

Ao Prof. Dr. Heraldo A. Britski (MZUSP) por me iniciar no aprendizado da sistemática de peixes;

Ao Prof. Dr. Júlio César Garavello (UFSCar – Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva) pela co-orientação e o auxílio na identificação do material zoológico;

A Prof.^a Msc. Alba Lins (MPEG – Depto Botânica) pela identificação do material botânico;

A coordenadora do curso de pós-graduação, Prof.^a. Dr.^a. Ana Yoshi Harada pelo apoio durante o curso;

As funcionárias da pós-graduação Telma e Ana Cristina pelo apoio durante o curso;

Aos amigos de curso Luiz Rodolfo Costa, Patrícia Charvet de Almeida, Liliane Pirker, Maurício Almeida, Ricardo R. dos Santos, Caio José Carlos e Fabrício L. Siqueira Mendes por todo apoio e compreensão nos momentos alegres e difíceis e em especial ao Marcos Pérsio Dantas Santos por todo companherismo durante esta dissertação;

Aos amigos e funcionários do setor de ictiologia do MPEG: Sr. Aragão, Janaína, Dona Luciana, Ivaneide Assunção, Dr. Horácio Higuchi, Wolmar, Dona Célia e Sr. Alberto;

As estagiárias da ictiologia Francy e Valéria, por me auxiliar e “suportar”;

Aos meus recentes amigos: Manuella pela revisão ortográfica e sugestões e ao João Paulo, pela elaboração do Abstract;

Aos funcionários do Departamento de Documentação do Museu Paraense Emílio Goeldi;

Aos amigos e funcionários da ECFPn: Alcy, Vigo, Renato, Bene, Pão, Mo, Ronaldo, Dona Maria, Sr. Miraldo, Roberto, Madalena, Martins, Sr. Wilson, Sarraf, Sr. Carlos;

Ao Sr. Pascoal, Marlene, Ricardo (Galho), Renan e Raquel que sempre muito me incentivaram e apoiaram;

A todos que de alguma forma colaboraram para a realização deste trabalho;

E em especial a DEUS, pois sem ELE nada é possível de se realizar na vida.

RESUMO

Montag, L. F. A. **Diversidade, Distribuição e Estrutura da Comunidade de Peixes na Estação Científica Ferreira Penna – Amazônia Oriental**. Belém; 2001. (Dissertação de Mestrado – Museu Paraense Emílio Goeldi/Universidade Federal do Pará).

A conservação da biodiversidade nos ecossistemas aquáticos é um dos desafios mais importantes e difíceis que se enfrenta o mundo atual. De acordo com as informações disponíveis, a biodiversidade dos ecossistemas aquáticos é pobremente conhecida, quando se compara com ecossistemas terrestres tropicais. A carência nesta área inclui o conhecimento sistemático e taxonômico das espécies, suas relações filogenéticas, biogeográficas e ecológicas. A primeira questão aqui abordada é a caracterização do ambiente, onde observou-se a ocorrência de uma variação espacial quanto às características ambientais ao longo dos rios, principalmente pelas variáveis morfológicas (largura e profundidade), destacando-se os trechos inferiores, caracterizados por uma zona de transição entre rio e lago. A questão seguinte é a estimativa de riqueza de peixes na Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn). Para isto utilizou-se de protocolos com várias técnicas de captura, e obteve-se 130 espécies, sendo que 39 foram apenas separadas como morfoespécie, indicando que aproximadamente 30% da fauna pode ser nova para a ciência ou não possui uma literatura adequada para a identificação. Mesmo assim, acredita-se que o conjunto de espécies coletadas no inventário representou razoavelmente a ictiofauna da área. A terceira e última questão é caracterizar as comunidades ictias e explicitar o padrão de distribuição das espécies em relação aos habitats investigados. Pode-se observar que a composição de espécies nas comunidades seguiu o padrão de substituição e adição. A maior diversidade de espécie foi observada em geral para os trechos finais dos rios. O aumento no volume d'água e na área de alguns habitats nos rios, possibilita que os mesmos sejam explorados por um número maior de indivíduos e por novas espécies.

ABSTRACT

Montag, L. F. A. Diversidade, Distribuição e Estrutura da Comunidade de Peixes na Estação Científica Ferreira Penna – Amazônia Oriental (Diversity, distribution and community structure of fishes in the Ferreira Penna Scientific Station – Oriental Amazon). Belém (BR); 2001. (Master Thesis – Museu Paraense Emílio Goeldi / Universidade Federal do Pará).

The conservation of the biodiversity in aquatic ecosystems is one of the most important and difficult challenges in the current world. According to available information, the biodiversity of aquatic ecosystems is poorly understood in comparison with tropical terrestrial ecosystems. Thus, systematic and taxonomic analyses, the understanding of phylogenetic, biogeographical and ecological relationships represent items that need to be investigated. The first question addressed is the characterization of the ecosystem. We observed that the environmental features, mainly wideness and depth, ranges spatially along the rivers and possess the inferior zone with strong characteristics of river–lake transitional areas. The following question was to estimate fishes richness of in the Ferreira Penna Scientific Station. In order to answer this question, we used protocol techniques and obtained 130 species, of these 39 were separated by morphospecies. This fact indicates that approximately 30% of the fauna might be new or there is no available bibliography for identification. The species collected in the inventory are considered to represent a reasonable set of the ichthyofauna of the region. Lastly, we aimed to characterize fish communities and expose the patterns of distribution of species concerning the investigated habitats. As a result, we observed that the composition of species in the communities followed the substitution and addition pattern. The greatest diversity of species was observed for the final zones of the rivers. The increase in the water volume and area in some habitats of the rivers makes possible their exploitation by a larger number of individuals or new species.

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS	3
LISTA DE TABELAS	7
INTRODUÇÃO GERAL	9
OBJETIVO	12
OBJETIVO GERAL	12
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
CAPÍTULO 1 - VARIAÇÃO ESPACIAL DOS PARÂMETROS AMBIENTAIS NOS SISTEMAS HÍDRICOS DE CAXIUANÃ – MELGAÇO (PA).	13
INTRODUÇÃO	13
DESCRIÇÃO DA ÁREA	14
MATERIAIS E MÉTODOS	15
PERÍODO DE COLETA	15
LOCAIS DE COLETA	17
Limites da área de estudo	17
Caracterização dos locais de coletas	17
Parâmetros ambientais	19
ANÁLISE ESTATÍSTICA	21
Análise de agrupamento	21
Análise de componente principal	22
RESULTADOS	22
Condições físico-químicas, morfológicas e fisiográficas dos sistemas hídricos de Caxiuanã ..	25
Análise de agrupamento	34
Análise de componente principal	35
DISCUSSÃO	39
CAPÍTULO 2 - INVENTÁRIO DOS PEIXES DE CAXIUANÃ – MELGAÇO (PA)	42
INTRODUÇÃO	42
MATERIAIS E MÉTODOS	43
COLETA DA ICTIOFAUNA	43
PREPARAÇÃO DO MATERIAL	43
IDENTIFICAÇÃO DA ICTIOFAUNA	44
PREPARAÇÃO E CONSERVAÇÃO	45
ANÁLISE DOS DADOS	46
Análise de Similaridade	46
RESULTADOS E DISCUSSÕES	47
Similaridade entre Ambientes	55
Análise de Agrupamento	59
CONSIDERAÇÕES SOBRE O INVENTÁRIO	60
CAPÍTULO 3- ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE PEIXES DE CAXIUANÃ - MELGAÇO (PA).	62
INTRODUÇÃO	62
MATERIAIS E MÉTODOS	63
BIOMETRIA	65
ANÁLISE DOS DADOS	65
Padrão de distribuição longitudinal (Diversidade β)	65
Diversidade α , dominância e uniformidade de espécies	66
Whittaker-plot: Modelos de espécie-abundância	68

Estimativas de riqueza de espécies.....	69
Análise de agrupamento e componente principal (PCA)	70
Análise de Mantel.....	70
RESULTADOS.....	70
CARACTERIZAÇÃO DA COMUNIDADE	75
Padrão de distribuição das espécies.....	75
Diversidade β	81
Diversidade α , dominância e uniformidade de espécies.....	81
Whittaker plot e modelos de relação espécie-abundância para a coleção total.....	85
Estimativa de riqueza de espécies para a bacia de Caxiuanã.....	86
Análise de agrupamento.....	87
Análise de componente principal	89
Teste de Mantel	93
DISCUSSÃO.....	93
RECOMENDAÇÕES FINAIS.....	101
CONSIDERAÇÕES FINAIS	102
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	104
PRANCHAS.....	115

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da área de estudo. Em detalhe, hidrografia da Floresta Nacional de Caxiuanã ($1^{\circ}42'30''\text{S}$, $51^{\circ}31'45''\text{W}$), e as estações de coleta. I – Brasil; II – Estado do Pará; III – Floresta Nacional de Caxiuanã; A – baía de Caxiuanã; B – rio Caxiuanã; C – Igarapé Curuá; D – Igarapé Puraquequara; E – Igarapé Tijucaquara; F – Igarapé Laranjal; G – Igarapé Sapucuzinho.

Figura 2 – Esquema da seqüência dos ambientes amostrados. Igarapé Estreito Temporário (IT), Igarapé Permanente Estreito (IPE), Igarapé Aberto Com Macrófita (IAM), Igarapé Aberto Sem Macrófita (ISM), Rio-Lago (RL) e Baía (BA).

Figura 3 – Rede hidrográfica da ECFPn, mostrando as sub-bacias e a localização das unidades amostrais utilizadas neste trabalho. A – Baía de Caxiuanã; B – Rio Caxiuanã; C – Igarapé Curuá; D – Igarapé Puraquequara; E – Igarapé Tijucaquara; F – Igarapé Sapucuzinho; G – Igarapé Laranjal.

Figura 4 – Trecho IT (Igarapé Temporário) do Igarapé Puraquequara (Caxiuanã - outubro de 2000).

Figura 5 – Trecho IPE (Igarapé Permanente Estreito) do Igarapé Curuá (Caxiuanã - outubro de 2000).

Figura 6 – Trecho IAM (Igarapé Aberto com Macrófita) do Igarapé Curuá, demonstrando os bancos flutuantes (matupá) e aningas (*Montrichardia linifera*) (Caxiuanã - outubro de 2000).

Figura 7 – Trecho ISM (Igarapé Aberto sem Macrófita) do Igarapé Curuá (Caxiuanã - outubro de 2000).

Figura 8 – Foz do Rio Caxiuanã – RL-Cu (Caxiuanã - outubro de 2000).

Figura 9 – Baía de Caxiuanã (Caxiuanã - outubro de 2000).

Figura 10 – Trecho IPE do Igarapé Laranjal – Pedreira (Caxiuanã - outubro de 2000).

Figura 11 – Dendrograma com os agrupamentos das estações de coleta baseado nos parâmetros físico-químicos e morfológicos nos ambientes estudados na Bacia de Caxiuanã. Os valores estão transformados (ln). A – Igarapés temporários; B – Igarapé permanente estreito; C – Igarapés aberto com e sem macrófitas; D – Rio-Lagos e E – Baía de Caxiuanã.

Figura 12 – Análise de Componente Principal (CP1 e CP2) no período de outubro e novembro de 2000 para as estações de coleta da Bacia de Caxiuanã, as setas representam os autovetores. larg = largura do rio (m), Prof = profundidade do rio (m); Secchi = transparência do disco de Secchi (m); OD = oxigênio dissolvido (% de saturação); Temp = temperatura da água (°C), pH = potencial hidrogeniônico e Cond. = condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$). A = trechos de 1ª ordem dos Igarapés Curuá e Puraquequara; B = Trechos IPE, C e D = Trechos IAM, ISM e RL e E = Baía de Caxiuanã. A média dos valores dos parâmetros estão transformados em logaritmo natural (ln).

Figura 13 – Número de famílias e espécies nas Ordens dos peixes de Caxiuanã.

Figura 14 – Relação entre o esforço de coleta (número de amostra) pelo número de espécies capturadas para cada estação de coleta ($r = 0.953$; $p < 0,02$).

Figura 15 – Esquema da rede de drenagem estudada, os círculos representam as estações de coletas e número de espécies (n) e suas respectivas conexões. Os valores ao longo das conexões e as flechas entre os ambientes representam as porcentagens da similaridade pelo índice de Jaccard.

Figura 16 – Esquema da rede de drenagem estudada, os círculos representam as estações de coletas e número de espécies (n) e suas respectivas conexões. Os valores ao longo das conexões e as flechas entre os ambientes representam o número de espécies compartilhadas.

Figura 17 – Dendrograma resultante da ordenação e classificação das estações de coleta, baseadas na incidência das espécies. O método de ligação foi a média de grupos (UPGMA), à distância pela similaridade de Jaccard. A – Igarapés

Temporários; B – Trecho médio; C - Trecho inferior; D – Trecho superior; E – Igarapé Laranjal; F – Lago Cacuri.

Figura 18 – Comprimento Padrão Médio (CPM) das espécies coletadas por rede de espera nas bacias dos Igarapés Curuá, Puraquequara, Tijucaquara, Laranjal, rio Caxiuanã e baía de Caxiuanã (Melgaço – PA).

Figura 19 – Biomassa total por espécie de peixes capturados por rede de espera nas bacias dos Igarapés Curuá, Puraquequara, Tijucaquara, Laranjal, rio Caxiuanã e baía de Caxiuanã (Melgaço – PA).

Figura 20 – Esquema da distribuição longitudinal das espécies capturadas nos três pontos do Igarapé Curuá (A). A quilometragem refere-se às distâncias de cada ponto desde da desembocadura dos rios em direção a cabeceira.

Figura 20 (cont.) – Esquema da distribuição longitudinal das espécies capturadas nos três pontos do Igarapé Puraquequara (B). A quilometragem refere-se às distâncias de cada ponto desde da desembocadura dos rios em direção a cabeceira.

Figura 20 (cont.) – Esquema da distribuição longitudinal das espécies capturadas nos três pontos do Igarapé Tijucaquara (C). A quilometragem refere-se às distâncias de cada ponto desde da desembocadura dos rios em direção a cabeceira.

Figura 20 (cont.) – Esquema da distribuição longitudinal das espécies capturadas nos três pontos do Rio Caxiuanã (D). A quilometragem refere-se às distâncias de cada ponto desde da desembocadura dos rios em direção a cabeceira.

Figura 21 – Valores da Diversidade Beta entre pares de estações de coleta para os Igarapés Curuá e Puraquequara. β_r = Medida de Routledge; β_c = Medida de Cody; Tr = “turnover”.

Figura 21 (cont.) – Valores da Diversidade Beta entre pares de estações de coleta para o igarapé Tijucaquara e o rio Caxiuanã. β_r = Medida de Routledge; β_c = Medida de Cody; Tr = “turnover”.

Figura 22 – Curva de espécies ($\ln(N+1)$) “*Whittaker plot*” da coleção total de peixes capturados por rede de emalhar nos Igarapés Curuá, Puraquequara, Tijucaquara e Laranjal, rio Caxiuanã e a baía de Caxiuanã (Melgaço – PA).

Figura 23 – Curva de acumulação de espécies para as 99 unidades amostrais realizadas na bacia de Caxiuanã entre os meses de outubro e novembro de 2000.

Figura 24 – Dendrograma resultante da ordenação e classificação das estações de coleta, baseadas na abundância das espécies. Método de média de grupo (UPGMA), distância de Morisita-Horn.

Figura 25 – Diagrama “diplot” representando o agrupamento das estações de coleta em relação à abundância das espécies. O CP1 é aplicado a diferenciação do trecho inferior (Baía e RL-Cu) das outras estações e o CP2 é aplicado no gradiente longitudinal dos rios entre os trechos superiores e médios (IPE a RL).

Figura 26 – Esquema da rede de drenagem estudada, os círculos representam as estações de coletas e entre os parênteses suas respectivas riquezas (S). Nesta representação a riqueza das espécies de Caxiuanã teve suas estações amostrais somadas.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Lista, descrição e localização dos ambientes amostrados em torno da ECFPn, Caxiuanã – Melgaço – PA.

Tabela 2 – Relação das estações de coleta com o número de amostras

Tabela 3 – Média, Desvio-Padrão ($\bar{X} \pm DP$) e o número de medições (n) dos parâmetros físico-químicos e morfológicos das estações de coleta (E.C.), amostradas durante a época seca (outubro e novembro/2000). [Larg = largura do rio (m); Prof = profundidade do local (m); Secchi = transparência da água pelo disco de Secchi (m); pH = potencial hidrogênioônico; Cond.= condutividade elétrica ($\mu S/cm$); Temp = temperatura da água ($^{\circ}C$); OD = oxigênio dissolvido (% saturação)].

Tabela 4 – Autovetores dos sete parâmetros físico-químicos e morfológicos analisados para os dois primeiros componentes principais e suas respectivas porcentagens de variância e seus autovalores. Os valores dos parâmetros foram transformados (ln). Os autovetores maiores que $|0,10|$ estão em destaque.

Tabela 5 – Valores dos escores para as estações de coleta durante os meses de outubro e novembro de 2000.

Tabela 6 – Métodos de coleta utilizados para amostragem da ictiofauna na ECFPn (modificado de Barthem, 1999; Uieda & Castro, 1999).

Tabela 7 – Número de unidades amostrais por método de pesca para cada estação de coleta.

Tabela 8 – Valores do índice de similaridade de Jaccard para a ictiofauna da bacia de Caxiuanã para as estações de coletas (E.C.), os valores em destaque apresentam valores superiores a 30%; n = número de espécies presentes; u = número de espécies únicas; % = porcentagem das espécies únicas.

Tabela 9 – Descrição das estações de coletas para os rios amostrados em Caxiuanã e número de unidades amostrais.

Tabela 10 – Lista das espécies de peixes coletadas por redes de emalhar em Caxiuanã. Cód. = código utilizado para representar as espécies nas figuras e tabelas; família das espécies; nome da espécie; nome local (vulgar); abundância de indivíduos capturados (N); o comprimento padrão (mm) médio da espécie (CPM); o peso total (g) capturado (PT); e o peso médio (g) dos indivíduos na coleção total (PM). Em ordem decrescente de abundância (N).

Tabela 11 – Riqueza de espécie (S); Índices de diversidade de Shannon-Wiener (H'), uniformidade de Pielou (U), diversidade de Simpson (D), e a diversidade de Berger-Parker (d) para os Igarapés Curuá, Puraquequara, Tijucaquara e Laranjal, para o rio Caxiuanã e a baía de Caxiuanã.

Tabela 12 – Resultados do ajuste ao modelo da série logarítmica para a captura total da bacia de Caxiuanã.

Tabela 13 – Resultados do ajuste ao modelo lognormal para a captura total da bacia de Caxiuanã.

Tabela 14 – Resultados da análise de componentes principais: autovetores das 69 espécies obtidas em cada componente principal com as duas maiores porcentagens de variância. Os coeficientes maiores de |0,10| estão em destaque. (Cód. = código da espécie utilizado no banco de dados).

INTRODUÇÃO GERAL

A conservação da biodiversidade nos ecossistemas aquáticos é um dos desafios mais importantes e difíceis que se enfrenta o mundo atual (Chernoff *et al.*, 1996; Chernoff & Wilink, 1999). De acordo com as informações disponíveis, a biodiversidade dos ecossistemas tropicais aquáticos é pobremente conhecida, quando se compara com ecossistemas tropicais terrestres. A carência nesta área inclui um conhecimento sistemático e taxonômico das espécies, suas relações filogenéticas e biogeográficas (Machado-Allison & Fink, 1996; Mago-Leccia, 1978) e sua ecologia (Goulding, 1979; Winemiller, 1989).

Para se tomar decisões sobre como minimizar ou evitar os impactos ambientais (tais como, exploração de minério, canalização, represamento e hidrovias) sobre a biodiversidade nos ecossistemas aquáticos é necessário que tenham informações confiáveis ou, ao menos, que haja uma avaliação das complexidades ecológicas apresentadas pelos ecossistemas aquáticos e a história da vida de seus organismos (Chernoff *et al.*, 1996).

Uma das maneiras de se avaliar a diversidade biológica é através de inventários, porém estes enfatizam a riqueza de espécies. No entanto, as definições propostas concordam que biodiversidade é mais do que o número de espécies que existem em um lugar ou região. Em todas as definições, desde os termos conceituais que se referem genericamente à variedade de vida, até as mais formais e concretas, a biodiversidade abrange uma gama de entidades ou níveis de organizações biológicas, porém diversidade de espécie é vista como a melhor forma de representação da diversidade biológica (Lewinsonhn, 2001).

Bons inventários da diversidade local em unidades de conservação são informações importantes para a elaboração de planos de manejo e de ações globais para a conservação de espécies e ecossistemas (Wilson, 1988). A descrição da composição das espécies é imprescindível na elaboração de um inventário. No entanto, esta meta dificilmente é atingida para grupos *megadiversos*, o que inclui a ictiofauna, especialmente na Amazônia. As dificuldades estão relacionadas principalmente ao conhecimento das espécies,

pois ainda nos falta definições taxonômicas precisas para boa parte das espécies e suas respectivas distribuições, o que nos leva a questionar a validade da identificação dos exemplares coletados, o que compromete as estimativas de diversidade local e regional.

A Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn), com uma área de 33.000 ha, é uma das poucas unidades de conservação da Amazônia Oriental situada no Estado do Pará, no extremo norte da Floresta Nacional de Caxiuanã, no Município de Melgaço, distando 400 km de Belém. A ECFPn é vinculada diretamente ao Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) e ao Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT), e seu objetivo principal é a conservação e a pesquisa da fauna e flora local, com a utilização e gerenciamento de seus recursos naturais de maneira sustentável (Lisboa, 1997). Os ambientes naturais bem conservados, a baixa densidade demográfica determinada pela criação da Floresta Nacional de Caxiuanã na década de 60, e os sinais de uma alta biodiversidade local foram os fatores que mais influenciaram ao MPEG na escolha desta área para suas pesquisas sobre a diversidade biológica amazônica (Lisboa, 1997).

Os inventários biológicos realizados na ECFPn indicaram uma alta diversidade florística, com um total de 1.013 espécies (Lisboa *et al.*, 1997). Os estudos faunísticos ainda são preliminares, e a diversidade até agora encontrada é menor que a da flora (Lisboa, 1997).

Dentre os invertebrados, a entomofauna tem sido o grupo melhor estudado, destacando-se os dípteros, térmitas e formigas. Entre os vertebrados, o grupo com maior conhecimento é a herpetofauna, com 86 espécies catalogadas para a área (Ávila-Pires & Hoogmoed, 1997), havendo também alguns inventários preliminares envolvendo aves (Silva & Pimentel Neto, 1997) e mamíferos (Lisboa, 1997).

Lisboa (1997) cita uma avaliação da ictiofauna realizada em Caxiuanã, onde estão registradas 41 espécies, pertencentes a 27 gêneros de 15 famílias.

A primeira questão abordada nesta dissertação é a da caracterização do ambiente investigado. Os ambientes aquáticos amazônicos melhor descritos são os relacionados à Amazônia Central, sendo pouco conhecidos os habitats existentes no Baixo Amazonas, e que compreende um complexo de rias fluviais ao

sudoeste da Ilha de Marajó. A área da Estação Científica Ferreira Penna foi escolhida por apresentar algumas peculiaridades em relação à pouca flutuação anual e diária do nível do rio, ocasionada por características geomorfológicas da região. Para abordar este tema foram inicialmente caracterizados os habitats do em torno da ECFPn. Para tal, foram realizadas medições dos parâmetros morfológicos, físico-químicos e fisiográficos dos sistemas hídricos de Caxiuanã, com a finalidade de se averiguar como estes parâmetros variam espacialmente nestes sistemas de rios-lagos. Este tema é apresentado no Capítulo 1.

A questão seguinte é estimar a riqueza de espécies de peixes na área da Estação Científica Ferreira Penna. Este assunto é tratado no segundo capítulo desta dissertação, onde são apresentados também os métodos de coleta utilizados no inventário e a lista de espécies catalogadas.

A terceira questão tratada nesta dissertação é a de caracterizar as comunidades ictias e explicitar o padrão de distribuição das espécies em relação aos habitats investigados. Neste âmbito, no terceiro e último capítulo se discute a estrutura da comunidade de peixes de Caxiuanã e indica-se entre os fatores investigados, aqueles que melhor explicaram o padrão de distribuição e abundância dessas espécies, os quais podem ser úteis no plano de manejo e conservação dos ambientes aquáticos da Estação Científica Ferreira Penna.

OBJETIVO

OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem por objetivo descrever os fatores ambientais que interferem na composição, distribuição e abundância das espécies de peixes na região em torno da Estação Científica Ferreira Penna (Floresta Nacional de Caxiuanã).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever a variação longitudinal dos parâmetros ambientais dos sistemas de Caxiuanã;
- Realizar um inventário de peixes da Bacia de Caxiuanã;
- Relacionar a afinidade das espécies aos diferentes tipos de hábitat;
- Caracterizar as comunidades de peixes quanto à sua composição e estabelecer modelos gerais referentes à sua estrutura biótica.

CAPÍTULO 1 - VARIAÇÃO ESPACIAL DOS PARÂMETROS AMBIENTAIS NOS SISTEMAS HÍDRICOS DE CAXIUANÃ – MELGAÇO (PA).

INTRODUÇÃO

Os rios e igarapés apresentam características limnológicas resultantes da geologia, morfologia e do tipo de solo drenado da região que percorrem (Stanford, 1996). Essas características limnológicas são determinantes na composição dos organismos aquáticos, e podem sofrer alterações cíclicas diárias e anuais. Os ciclos diários nestes sistemas estão associados às flutuações de marés e os ciclos anuais são em geral associados com o ciclo de chuvas, que na Bacia Amazônica alteram significativamente o nível dos rios (Santos & Ferreira, 1999).

A Bacia Amazônica, com seus sete milhões de km², apresenta uma grande variedade de habitats que estão fortemente influenciados pelos ciclos hidrológicos locais, sendo a maioria deles de características lóticas e, com raríssimas exceções, ocorrem lagos verdadeiros. No entanto, o termo “lago” na Amazônia normalmente é aplicado a corpos d’água que são, de fato, parte de rios ou produto das flutuações anuais (Santos & Ferreira, 1999). Assim, os lagos da Amazônia são denominados “lagos de várzea” para as planícies alagadas, “lagos de ferraduras” nos meandros abandonados, que formam pequenos lagos nas margens do curso inferior de alguns afluentes, ou ainda “lagos de rias” quando formados pelo afogamento de vales (Sioli, 1984).

A Baía de Caxiuanã se apresenta como um “lago de ria”, formado pelo afogamento de vales do Rio Anapu. Este afogamento, no Holoceno, fez com que o Rio Anapu perdesse as planícies de inundações marginais, tornando acentuado o declive de suas margens e fazendo com que as áreas de terra firme praticamente chegassem até a borda do lago. Além disso, o sistema hidrológico não segue o padrão da Amazônia Central, não apresentando um ciclo anual de cheia marcante. Estas duas características, reduzida área de alagação e cotas do nível da água pouco marcantes, fazem com que este ambiente apresente características

lacustres. O afogamento não alterou somente o antigo Rio Anapu, hoje Baía de Caxiuanã, mas também toda a bacia hidrográfica local, onde o grande volume de água da Baía de Caxiuanã representa um represamento para seus afluentes, dando a estes características de rios-lagos (Costa *et al.*, *no prelo*).

Neste capítulo são descritos os habitats aquáticos da região de Caxiuanã no complexo de rias fluviais a sudoeste da Ilha de Marajó e definidos os parâmetros físico-químicos que melhor possam caracterizá-los.

DESCRIÇÃO DA ÁREA

A região de Caxiuanã está situada na porção inferior do Rio Anapu, entre os rios Tocantins e Xingu, na Amazônia Oriental, nos municípios de Melgaço e Portel (Estado do Pará). Esta área pertence à Floresta Nacional de Caxiuanã (1°42'30" S, 51°31'45" W) (Figura 1).

De acordo com dados da Sudam (1973) o tipo climático para a região é Am (classificação de Köppen), ou seja, clima tropical úmido com precipitação pluviométrica excessiva durante alguns meses, com a ocorrência de um a dois meses (outubro e novembro) de pluviosidade inferior a 60mm. A temperatura média anual é de 26°C, com a mínima de 22°C e a máxima de 32°C. A umidade relativa do ar fica em torno de 88%. A vegetação de terra-firme é caracterizada como Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, com dossel emergente, em uma altitude zero (Carta IBGE, 1971; Carta SUDAM/IBGE, 1989).

Geologicamente, a região de Caxiuanã apresenta sedimentos correlacionados à formação Alter do Chão, que foram posteriormente lateritizados (Kern & Costa, 1997).

A Baía de Caxiuanã (Figura 1 – III – A) é uma “ria fluvial” delimitada ao sul pela Baía de Pracaí e a leste pela Baía de Pacajaí, formada por fraturas que foram alargadas pela erosão das vertentes, aprofundadas pelas sucessivas regressões marinhas e “afogadas” pela elevação do nível do mar. (IBGE, 1977). A rede de drenagem é geralmente perpendicular às margens da baía (Costa *et al.*, *no prelo*).

A oeste da baía de Caxiuanã o relevo caracteriza-se por interflúvios extensos e tabulares, que irão constituir o divisor dos sistemas de drenagem do Rio Anapu e do Rio Xingu. Ao norte estão terrenos baixos, alagados, com furos ou estreitos, retilínios e sinuosos, que interligam corpos d'água bloqueados, cujos complexos contornos, indicam drenagens fluviais anteriores afogadas por esses bloqueios (Costa *et al.*, *no prelo*).

As datações radiocarbônicas dos sedimentos dos furos do Rio Caxiuanã e o Igarapé Curuá indicam que esta região foi formada recentemente, durante o Holoceno (a idade mais antiga obtida foi de 7.990 anos), e não no Terciário como se pensava anteriormente (IBGE, 1977). As datações obtidas confirmam a natureza lacustre da baía nos últimos 7.000 anos, principalmente ao norte, onde a correnteza do Rio Anapu perdeu sua competência devido à barragem natural formada ao norte, pela deposição de sedimentos do Amazonas, que deu origem à baía. Os tributários como o Rio Caxiuanã e os igarapés Curuá, Puraquequara e Tijucaquara também perderam a condição de rios, tendo sido sufocados pelas águas da baía, depositaram grande quantidade de sedimentos em sua desembocadura, desenvolvendo uma barragem natural sub-aquática e transformando-se em lagos, sendo aqui denominados como rios-lago (Costa *et al.*, *no prelo*).

MATERIAIS E MÉTODOS

PERÍODO DE COLETA

A obtenção dos parâmetros ambientais para a caracterização do ecossistema e das estações de coleta foi realizada simultaneamente com a coleta da ictiofauna, para as futuras comparações apresentadas no Capítulo 3 desta dissertação, nos meses de outubro e novembro de 2000.

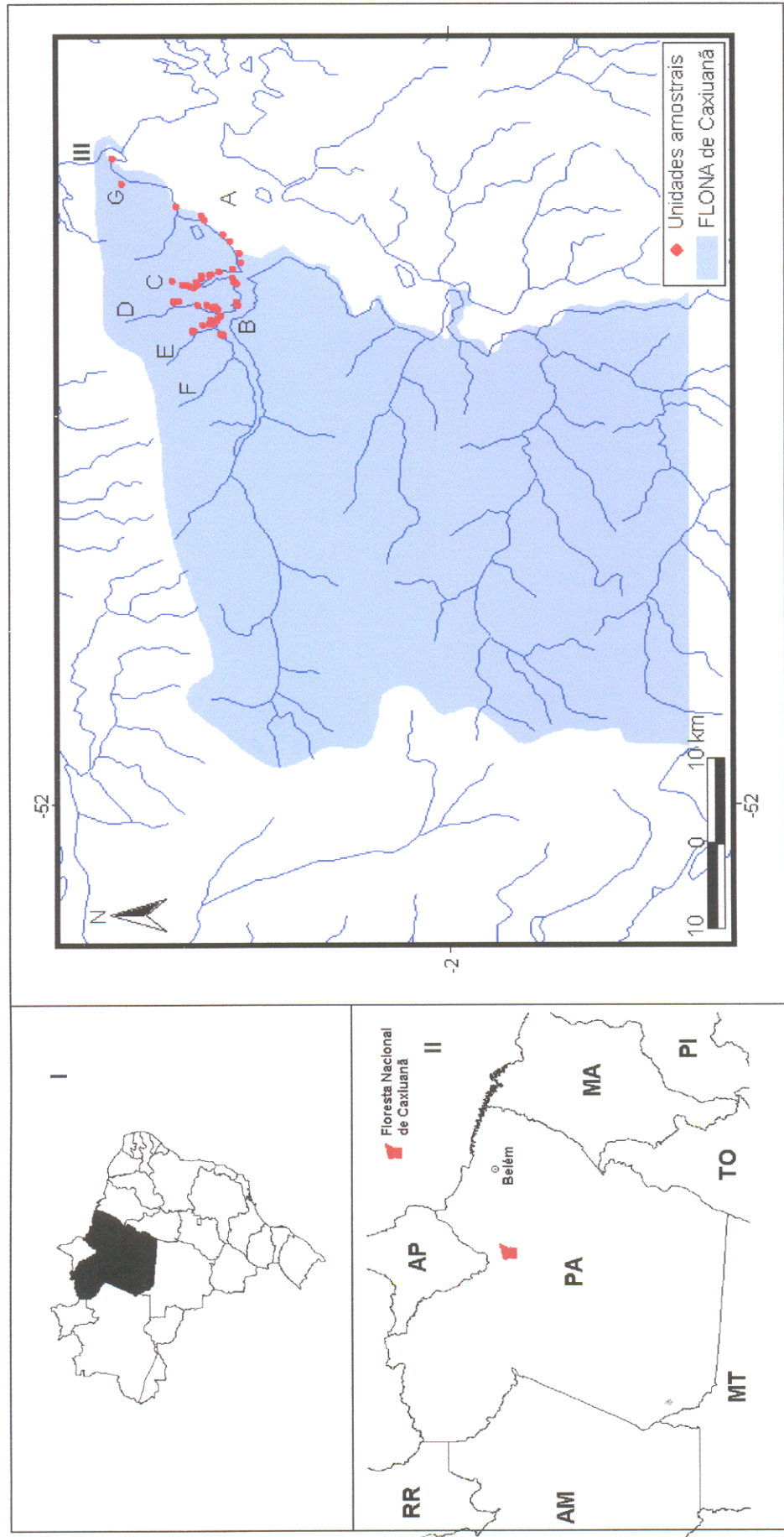


Figura 1 - Localização da área de estudo. Em detalhe, hidrografia da Floresta Nacional de Caxiuanã ($1^{\circ}42'30''\text{S}$, $51^{\circ}31'45''\text{W}$), e as estações de coleta. I – Brasil; II – Estado do Pará; III – Floresta Nacional de Caxiuanã; A – Baía de Caxiuanã; B – Rio Caxiuanã; C – Igarapé Curuá; D – Igarapé Puraquequara; E – Igarapé Tijucaquara; F – Igarapé Laranjal; G – Igarapé Sapucuzinho.

LOCAIS DE COLETA

Limites da área de estudo

A área central do estudo foi a porção inferior do Rio Caxiuanã ($1^{\circ}45'S$, $51^{\circ}30'W$), e seus afluentes, os igarapés: Curuá ($1^{\circ}44'S$, $51^{\circ}26'W$); Puraquequara ($1^{\circ}45'S$, $51^{\circ}28'W$); e Tijucaquara ($1^{\circ}44'S$, $51^{\circ}29'W$); o Igarapé Laranjal ($1^{\circ}39'S$, $51^{\circ}20'W$), e a margem esquerda da Baía de Caxiuanã ($1^{\circ}46'S$, $51^{\circ}25'W$) entre o Rio Caxiuanã e o Igarapé Laranjal (Figura 1).

Caracterização dos locais de coletas

A amostragem dos dados ambientais e biológicos foi realizada em trechos de rios da bacia de Caxiuanã, ao longo de uma sucessão de ambientes que se iniciaram em igarapés temporários e terminaram na baía.

Previamente uma seqüência de ambientes foi elaborada para estruturar a metodologia de coletas nos igarapés e rios, são estes: Igarapé Temporário (IT), Igarapé Permanente Estreito (IPE), Igarapé Aberto Com Macrófita (IAM), Igarapé Aberto Sem Macrófita (ISM), Rio-Lago (RL) e Baía (BA). Foram estabelecidas estações de coleta em quatro igarapés: Curuá, Puraquequara, Tijucaquara e Laranjal; além do Rio e Baía de Caxiuanã, conforme o esquema apresentado na Figura 2. O ambiente "igarapé temporário (IT)" foi amostrado somente nos igarapés Curuá e Puraquequara, devido à possibilidade de acesso. O ambiente "igarapé permanente estreito (IPE)" foi amostrado para os igarapés Curuá, Puraquequara, Tijucaquara e Laranjal. Os ambientes "igarapé aberto com macrófita (IAM)" e "igarapé aberto sem macrófita (ISM)" foram amostrados para os igarapés Curuá, Puraquequara e Tijucaquara. O ambiente "rio-lago (RL)" foi amostrado no Rio Caxiuanã em três trechos, entre a confluência dos igarapés Sapucuzinho-Tijucaquara, de Tijucaquara-Puraquequara e de Puraquequara-Curuá. E as coletas na Baía de Caxiuanã ocorreram na margem esquerda, na área da Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn) entre o Rio Caxiuanã e o Igarapé Laranjal (Tabela 1).

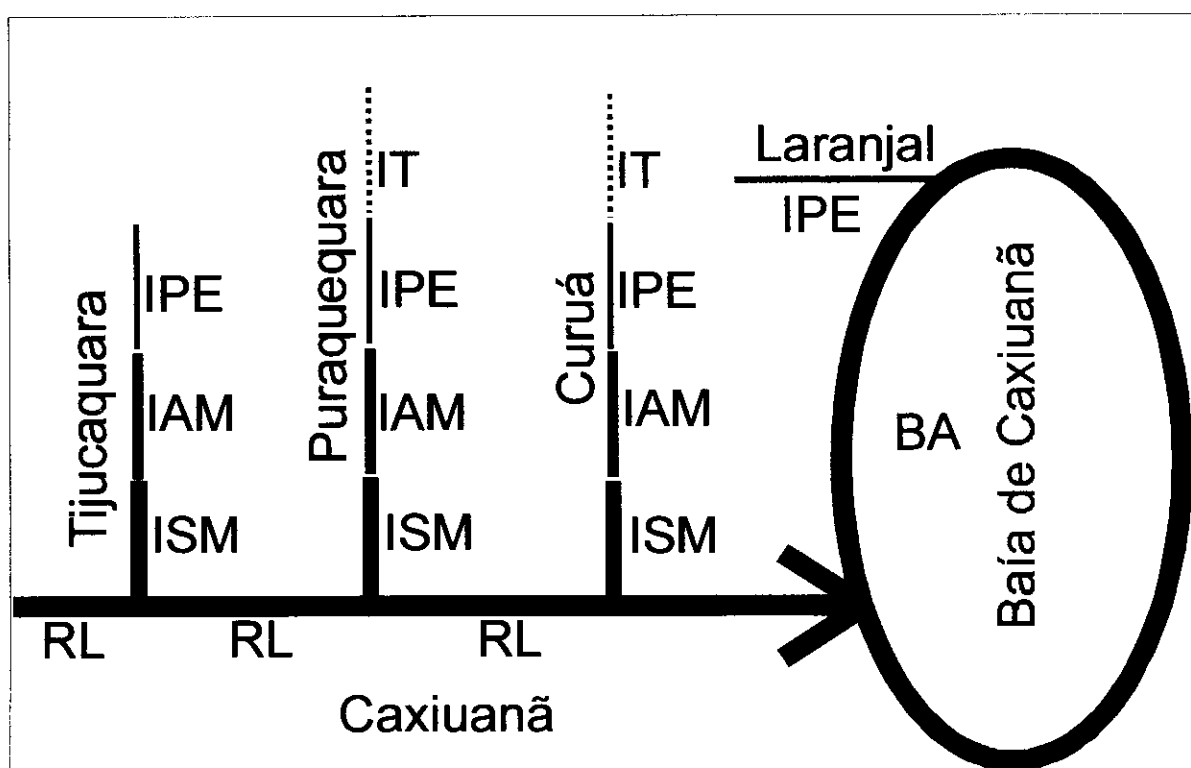


Figura 2 - Esquema da seqüência dos ambientes amostrados. Igarapé Estreito Temporário (IT), Igarapé Permanente Estreito (IPE), Igarapé Aberto Com Macrófitas (IAM), Igarapé Aberto Sem Macrófitas (ISM), Rio-Lago (RL) e Baía (BA).

Tabela 1- Lista, descrição e localização dos ambientes amostrados em torno da ECFPn, Caxiuanã – Melgaço - PA.

Ambiente	Código	Rios	Descrição
Baía	BA	Anapu	Foz do Rio Anapu, região de inter-flúvio do Rio Caxiuanã e o Igarapé Laranjal; mistura de águas claras do Rio Anapu com os sedimentos das áreas rasas levantados por ação de ventos. Presença de longos trechos com vegetação emergente e flutuante em suas margens.
Igarapé Aberto com Macrófita	IAM	Curuá, Puraquequara e Tijucaquara.	Rio perene; água preta; com grandes bancos de vegetação flutuante, trecho em que se inicia a transição entre IPE e ISM.
Igarapé Aberto sem Macrófita	ISM	Curuá, Puraquequara e Tijucaquara.	Rio perene; água preta; vegetação flutuante e emergente esporádico; ocorrência freqüente de "enseadas".
Igarapé Permanente Estreito	IPE	Curuá, Puraquequara e Tijucaquara.	Rio perene; mata de galeria densa; água preta; alguns trechos com vegetação emergente; 5-6 m de largura; estreita área inundável.
Igarapé Permanente Estreito	LA	Laranjal	Igarapé "artificial"; em área de igapó; água preta. Influência antrópica (comunidade pedreira). Semelhante ao trecho IPE.
Igarapé Temporário	IT	Curuá e Puraquequara	Rio de cabeceira podendo secar nos períodos de seca intensa; mata de galeria densa; trecho temporariamente alagado; não mais que 2 m de largura.
Rio – Lago	RL	Caxiuanã	Trechos do Rio Caxiuanã em que se encontram mais largos; inter-flúvio dos igarapés Curuá, Puraquequara e Tijucaquara; trechos com vegetação emergente e flutuante; mistura de água clara/branca da baía com a água preta do Rio Caxiuanã.

Parâmetros ambientais

As caracterizações das estações de coletas foram realizadas através dos seguintes parâmetros abaixo relacionados:

Parâmetros morfológicos:

- Dimensões do sistema: medidos em metros nos ambientes (largura e profundidade);

Parâmetros físico-químicos:

- **Transparência:** medida em metros. Foi realizado através de disco branco de 20 cm de diâmetro, com quadrantes pintados de preto, acoplado a uma corda graduada com intervalo de 50 cm, denominado disco de Secchi. Esta medida foi obtida mergulhando o disco no lado de sombra do barco, anotando-se a profundidade de desaparecimento do disco;
- **Temperatura:** medida em °C, através do medidor de Oxigênio Dissolvido (OD) da marca OAKTON 35630-00;
- **Condutividade:** medida em $\mu\text{S}/\text{cm}$, através do medidor de pH/Condutividade da marca OAKTON 35630-00; relacionada com a capacidade de conduzir corrente elétrica. É a quantidade de sais dissolvidos na água;
- **Potencial hidrogeniônico:** obtido através do medidor de pH/Condutividade da marca OAKTON 35630-00. Refere-se à concentração de ácidos orgânicos, caracterizando o ambiente com pH altos ou baixos;
- **Oxigênio dissolvido:** medido em % saturação, através de um medidor de OD da marca OAKTON 35640;

Parâmetros fisiográficos:

- **Substrato:** foi classificado como arenoso, lodoso, pedregoso e misto (combinação de dois ou mais tipos de substrato).
- **Estrutura vegetal:** Para a padronização da terminologia de macrófita aquática nas análises de estrutura vegetal, foram incluídos todos os vegetais que variam de macroalgas até a angiospermas. Para uma caracterização dos ambientes observados utilizou-se a padronização das formas biológicas citadas por Lins *et al.* (no prelo), onde: a) **anfíbias:** fixa em solos saturados e/ou inundáveis a cada maré; b) **emergentes:** fixas ao substrato permanentemente submerso, emergindo seus órgãos vegetativos e/ou reprodutivos de acordo com o nível da maré; c) **flutuante fixas:** fixa ao substrato com órgãos vegetativos e/ou reprodutivos flutuantes; d) **flutuantes livres:** apenas as raízes ficam imersas e os órgãos vegetativos e reprodutivos emergem; e) **submersas fixas:** fixas ao substrato sempre

imerso; f) **submersas livres**: órgãos vegetativos sempre imersos e livres de substrato, algumas emergem os órgãos reprodutivos.

- Presença de folhiço e troncos submersos foram estimados visualmente.

A análise de estrutura vegetal, a presença de folhiços e a presença de troncos caídos foram estimados através de uma escala ordinal visual, onde: ausência (0 %) = 0; Algum (50%) = 0,50; Denso (100%) = 1 (Coop, 1992).

- Cobertura vegetal: A vegetação sobre a superfície ou cobertura vegetal foi medida em: nenhuma; menor que um metro acima da superfície (< 1m); de 1 a 3 metros acima da superfície; de 3 a 10 metros acima da superfície e acima de 10 metros da superfície (Gatz, *et al*, 1987; Rincón, 1999).

Os parâmetros físico-químicos e morfológicos foram transformados em logaritmo natural (ln) e os parâmetros fisiográficos (vegetação, cobertura, substrato e troncos) foram apenas apresentados descritivamente não sendo utilizados nas análises multivariadas.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Análise de agrupamento

A análise de agrupamento (*Cluster Analysis*) foi utilizada para classificar as localidades de acordo com as características físico-químicas e morfológicas separando estações com características mais distintas e unindo as mais semelhantes.

A análise de agrupamento consiste na transformação de um conjunto heterogêneo de unidades, não separadas a princípio, em grupos que adequadamente reflitam certos aspectos, considerados importantes, das relações originais entre as mesmas unidades (Curi, 1983). Os dados envolvidos nesta análise não requerem distribuição normal ou homogeneidade das variâncias. Podendo ser quantitativo, qualitativo ou ambos (Manly, 1986). Esta técnica visa a construção de um gráfico (dendrograma), no qual é possível identificar grupos com características mais semelhantes, o que facilita a classificação das amostras (Ludwing & Reynolds, 1988). Na construção do dendrograma utilizamos a

distância euclidiana simples como métrica e como função de ligação à média de grupos não ponderada (UPGMA – Unweighted Paired Group Method by Mathematical Average).

Análise de componente principal

A Análise de Componente Principal (PCA) foi também desenvolvida para verificar se os resultados correspondiam aos agrupamentos gerados pela análise de agregação. Utilizamos uma matriz de dados logaritimizados, para análise dos eixos, aqueles que tiveram autovalores maiores que $|0,10|$. Um gráfico “biplot” foi construído para a ordenação dos locais de coletas, demonstrado por setas os autovetores das variáveis em cada eixo.

RESULTADOS

Ao todo foram estabelecidas 101 amostras em 22 estações de coletas para os parâmetros ambientais (Tabelas 2 e 3). As estações de coletas foram distribuídas da seguinte forma: quatro no Igarapé Curuá, quatro no Igarapé Puraquequara, três no Igarapé Tijucaquara, três no Rio Caxiuanã, sete na Baía de Caxiuanã e um no Igarapé Laranjal. A Tabela 2 mostra a distribuição das estações de coleta em relação aos rios e tipos de ambientes e a Figura 3 mostra suas localizações nos respectivos rios em torno da base física da Estação Científica Ferreira Penna.

Os igarapés Curuá e Puraquequara foram amostrados em quatro ambientes diferentes cada (IT, IPE, IAM e ISM) e o Igarapé Tijucaquara foi amostrado em três ambientes diferentes (IPE, IAM e ISM), não sendo possível amostrar sua cabeceira (IT) pela sua inacessibilidade. O Rio Caxiuanã foi amostrado em três trechos diferentes (RL-Cu, RL-Pu e RL-Ti) localizados na confluência dos igarapés Curuá/Puraquequara, Puraquequara/Tijucaquara e Tijucaquara/Sapucuzinho, respectivamente. A Baía de Caxiuanã foi estabelecida como um ambiente com sete estações de coleta, compreendendo a sua margem esquerda no trecho entre o Rio Caxiuanã e o Igarapé Laranjal, o que resultou em 24 unidades amostrais. O Igarapé Laranjal foi amostrado em um ponto ao longo de sua calha principal. Além

da preocupação espacial, os pontos amostrais foram também escolhidos de acordo com as situações ecológicas descritas na Tabela 1.

Tabela 2 - Relação das estações de coleta com o número de amostras.

Ambiente	Rio	Código	Número de	
			Estações	Amostras
Baía de Caxiuanã	Anapu	BA	7	24
Igarapé Aberto com Macrófita	Curuá,	IAM-Cu	1	6
Igarapé Aberto com Macrófita	Puraquequara	IAM-Pu	1	6
Igarapé Aberto com Macrófita	Tijucaquara	IAM-Ti	1	6
Igarapé Aberto sem Macrófita	Curuá,	ISM-Cu	1	6
Igarapé Aberto sem Macrófita	Puraquequara	ISM-Pu	1	6
Igarapé Aberto sem Macrófita	Tijucaquara	ISM-Ti	1	6
Igarapé Permanente Estreito	Curuá	IPE-Cu	1	6
Igarapé Permanente Estreito	Puraquequara	IPE-Pu	1	6
Igarapé Permanente Estreito	Tijucaquara	IPE-Ti	1	6
Igarapé Permanente Estreito	Laranjal	LA	1	3
Igarapé Temporário	Curuá,	IT-Cu	1	1
Igarapé Temporário	Puraquequara	IT-Pu	1	1
Rio – Lago	Caxiuanã	RL	3	18
	TOTAL		22	101

a 3 - Média, Desvio-Padrão ($\bar{X} \pm DP$) e o número de medições (n) dos parâmetros físicos-químicos e lógicos das estações de coleta (E.C.), amostradas durante a época seca (outubro e novembro/2000).
 = largura do rio (m); Prof = profundidade do local (m); Secchi = transparência da água pelo disco de ii (m); pH = potencial hidrogênioônico; Cond.= condutividade elétrica ($\mu S/cm$); Temp = temperatura da ($^{\circ}C$); OD = oxigênio dissolvido (% saturação)].

C.	Larg (m)	Prof. (m)	Secchi (m)	PH	Cond. ($\mu S/cm$)	Temp. ($^{\circ}C$)	OD (% sat.)
IA1	8000 $\pm$ 0,0 n = 3	2,50 $\pm$ 0,0 n = 3	1,00 $\pm$ 0,0 n = 3	5,93 $\pm$ 0,0 n = 3	11,03 $\pm$ 0,0 n = 3	28,10 $\pm$ 0,0 n = 3	71,90 $\pm$ 0,0 n = 3
IA2	8000 $\pm$ 0,0 n = 3	1,50 $\pm$ 0,0 n = 3	1,00 $\pm$ 0,0 n = 3	6,24 $\pm$ 0,0 n = 3	15,13 $\pm$ 0,0 n = 3	29,40 $\pm$ 0,0 n = 3	110,70 $\pm$ 0,0 n = 3
IA3	8000 $\pm$ 0,0 n = 3	1,67 $\pm$ 0,29 n = 3	0,50 $\pm$ 0,0 n = 3	6,79 $\pm$ 0,5 n = 3	15,37 $\pm$ 0,59 n = 3	28,63 $\pm$ 0,35 n = 3	89,30 $\pm$ 9,82 n = 3
IA4	8000 $\pm$ 0,0 n = 3	2,50 $\pm$ 0,0 n = 3	0,50 $\pm$ 0,0 n = 3	6,92 $\pm$ 0,0 n = 3	12,99 $\pm$ 0,0 n = 3	28,70 $\pm$ 0,0 n = 3	79,90 $\pm$ 0,0 n = 3
IA5	8000 $\pm$ 0,0 n = 4	2,50 $\pm$ 0,0 n = 4	0,50 $\pm$ 0,0 n = 4	7,15 $\pm$ 0,0 n = 4	11,85 $\pm$ 0,0 n = 4	29,00 $\pm$ 0,0 n = 4	78,60 $\pm$ 0,0 n = 4
IA6	8000 $\pm$ 0,0 n = 4	2,50 $\pm$ 0,0 n = 4	0,50 $\pm$ 0,0 n = 4	7,39 $\pm$ 0,0 n = 4	16,14 $\pm$ 0,0 n = 4	29,30 $\pm$ 0,0 n = 4	84,60 $\pm$ 0,0 n = 4
IA7	8000 $\pm$ 0,0 n = 4	1,50 $\pm$ 0,0 n = 4	1,00 $\pm$ 0,0 n = 4	6,08 $\pm$ 0,0 n = 4	13,66 $\pm$ 0,0 n = 4	29,60 $\pm$ 0,0 n = 4	66,30 $\pm$ 0,0 n = 4
-CU	1 $\pm$ 0,0 n = 1	0,3 $\pm$ 0,0 n = 1	0,3 $\pm$ 0,0 n = 1	5,4 $\pm$ 0,0 n = 1	17,7 $\pm$ 0,0 n = 1	25,7 $\pm$ 0,0 n = 1	43,50 $\pm$ 0,0 n = 1
E-Cu	8 $\pm$ 2,19 n = 6	2,25 $\pm$ 0,85 n = 6	1,75 $\pm$ 0,27 n = 6	5,43 $\pm$ 0,02 n = 6	21,20 $\pm$ 2,74 n = 6	25,30 $\pm$ 0,11 n = 6	32,85 $\pm$ 0,93 n = 6
M-Cu	50 $\pm$ 0,0 n = 6	4,50 $\pm$ 0,55 n = 6	2,50 $\pm$ 0,55 n = 6	5,09 $\pm$ 0,31 n = 6	17,79 $\pm$ 2,37 n = 6	29,90 $\pm$ 1,53 n = 6	43,75 $\pm$ 4,33 n = 6
M-Cu	30,83 $\pm$ 2,04 n = 6	3,92 $\pm$ 0,20 n = 6	2,42 $\pm$ 0,49 n = 6	5,55 $\pm$ 0,41 n = 6	15,25 $\pm$ 1,50 n = 6	29,47 $\pm$ 0,21 n = 6	61,80 $\pm$ 6,63 n = 6
-PU	1 $\pm$ 0,0 n = 1	0,3 $\pm$ 0,0 n = 1	0,3 $\pm$ 0,0 n = 1	5,5 $\pm$ 0,0 n = 1	18,5 $\pm$ 0,0 n = 1	28 $\pm$ 0,0 n = 1	18,50 $\pm$ 0,0 n = 1
E-Pu	8,33 $\pm$ 2,58 n = 6	3,67 $\pm$ 0,75 n = 6	2,08 $\pm$ 0,20 n = 6	5,36 $\pm$ 0,38 n = 6	19,33 $\pm$ 4,41 n = 6	26,05 $\pm$ 0,97 n = 6	21,02 $\pm$ 2,53 n = 6
M-Pu	55 $\pm$ 27,39 n = 6	3,25 $\pm$ 0,27 n = 6	2,50 $\pm$ 0,55 n = 6	5,47 $\pm$ 0,47 n = 6	15,79 $\pm$ 1,03 n = 6	29 $\pm$ 0,80 n = 6	44,92 $\pm$ 14,78 n = 6
M-Pu	78,33 $\pm$ 16,02 n = 6	5,08 $\pm$ 0,97 n = 6	3,50 $\pm$ 0,0 n = 6	5,37 $\pm$ 0,53 n = 6	15,74 $\pm$ 3,24 n = 6	29,17 $\pm$ 0,61 n = 6	46,47 $\pm$ 15,88 n = 6
E-Ti	7 $\pm$ 0,0 n = 6	2,50 $\pm$ 0,55 n = 6	2,50 $\pm$ 0,55 n = 6	5,47 $\pm$ 0,16 n = 6	19,03 $\pm$ 0,09 n = 6	27,60 $\pm$ 2,08 n = 6	33,30 $\pm$ 12,49 n = 6
M-Ti	26 $\pm$ 15,34 n = 6	4,00 $\pm$ 1,10 n = 6	2,75 $\pm$ 0,27 n = 6	5,22 $\pm$ 0,55 n = 6	13,76 $\pm$ 2,38 n = 6	29,45 $\pm$ 1,48 n = 6	40,80 $\pm$ 2,85 n = 6
M-Ti	15 $\pm$ 5,48 n = 6	4,42 $\pm$ 0,92 n = 6	3,17 $\pm$ 0,26 n = 6	5,39 $\pm$ 0,41 n = 6	14,65 $\pm$ 3,0 n = 6	29,82 $\pm$ 0,61 n = 6	52,47 $\pm$ 9,61 n = 6
L-Ti	133,33 $\pm$ 60,5 n = 6	4,58 $\pm$ 1,63 n = 6	2,67 $\pm$ 0,61 n = 6	5,03 $\pm$ 0,45 n = 6	14,38 $\pm$ 2,43 n = 6	29,70 $\pm$ 0,15 n = 6	52,62 $\pm$ 8,17 n = 6
L-Pu	150 $\pm$ 0,0 n = 6	3,08 $\pm$ 1,24 n = 6	2,25 $\pm$ 0,61 n = 6	5,10 $\pm$ 0,51 n = 6	13,26 $\pm$ 1,25 n = 6	29,03 $\pm$ 0,37 n = 6	63,52 $\pm$ 6,092 n = 6
L-Cu	183,33 $\pm$ 25,8 n = 6	3,17 $\pm$ 1,47 n = 6	1,83 $\pm$ 0,26 n = 6	6,13 $\pm$ 0,42 n = 6	12,46 $\pm$ 1,05 n = 6	29,68 $\pm$ 0,40 n = 6	85,78 $\pm$ 22,30 n = 6
PE-La	7 $\pm$ 0,0 n = 3	1,50 $\pm$ 0,0 n = 3	1,00 $\pm$ 0,0 n = 3	5,71 $\pm$ 0,0 n = 3	15,13 $\pm$ 0,0 n = 3	27,60 $\pm$ 0,0 n = 3	39,40 $\pm$ 0,0 n = 3

Condições físico-químicas, morfológicas e fisiográficas dos sistemas hídricos de Caxiuanã.

A Tabela 3 apresenta a média e o desvio padrão ($\bar{X} \pm DP$) e o número de medições (n) dos parâmetros físico-químicos e morfológicos das águas de Caxiuanã durante a época seca (outubro e novembro de 2000). Estes dados formam a base da matriz que será analisada pelas análises multivariadas de agrupamento e de componente principal a seguir.

Caracterizando os Igarapés Curuá, Puraquequara e Tijucaquara.

As quatro estações de amostragem (IT, IPE, IAM e ISM) dos igarapés Curuá e Puraquequara e as três estações amostrais (IPE, IAM e ISM) do Igarapé Tijucaquara foram escolhidos para representar um panorama geral das diferentes situações ecológicas dos igarapés (Figura 3). Da primeira a última estação de coleta há uma distância de 5,69 km para o Igarapé Curuá, 4,89 km para o Igarapé Puraquequara e 3,06 km para o Igarapé Tijucaquara (GPS-Garmin 12). A Tabela 3 apresenta uma média dos parâmetros físico-químicos e morfológicos da água dos igarapés Curuá, Puraquequara e Tijucaquara.

A primeira estação IT (Igarapé Temporário) dos igarapés Curuá e Puraquequara está representando o trecho superior dos igarapés, as cabeceiras deste sistema. Nesta área os igarapés apresentaram uma profundidade de 0,3 m e uma largura que não ultrapassou 2 metros. A vegetação é densa e alta (> 10 m), sobre uma área sazonalmente alagada. As macrófitas flutuantes estão ausentes, porém há abundância de macrófitas anfibias e emergentes, folhiço e troncos submersos (Figura 4).

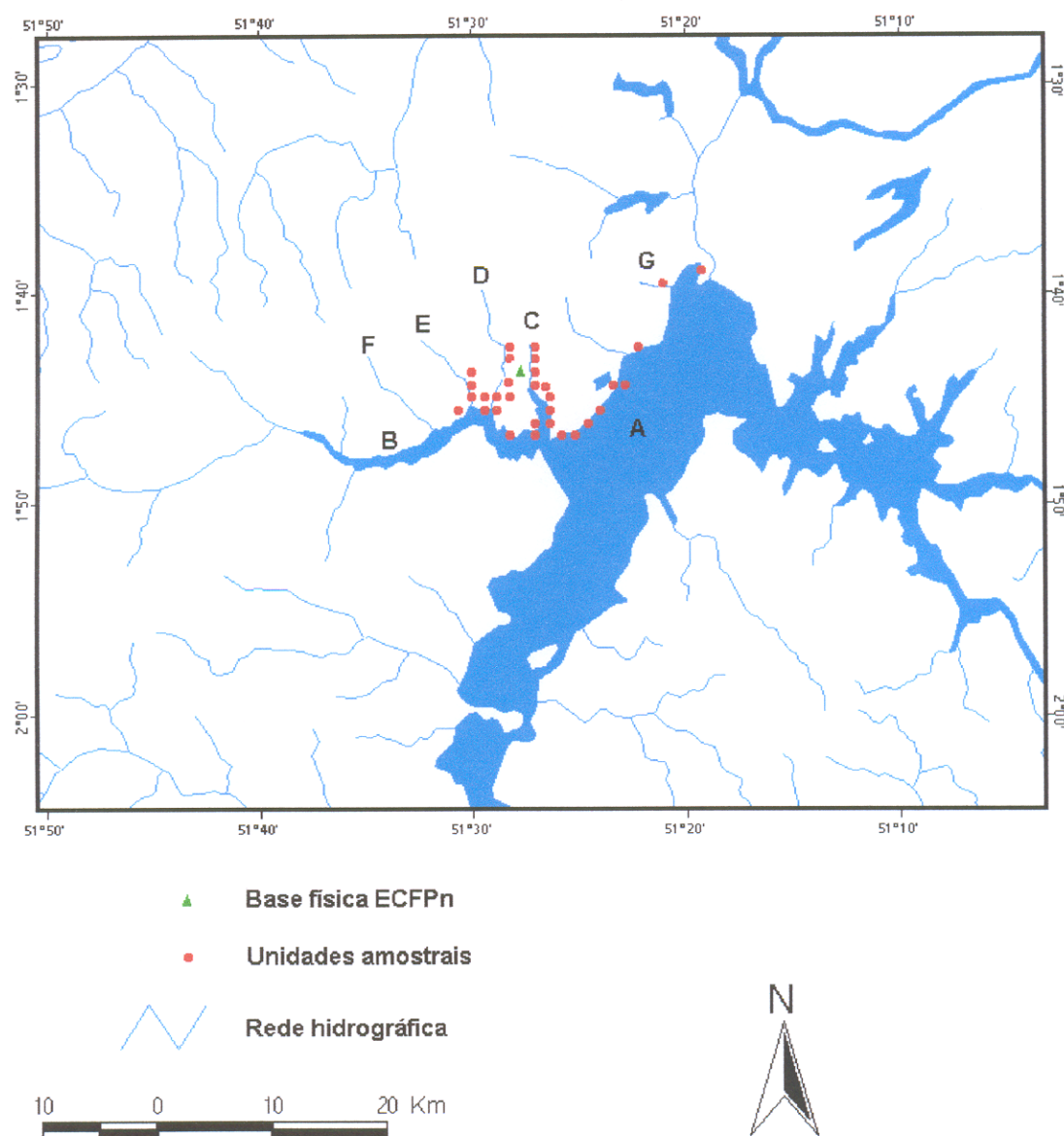


Figura 3 - Rede hidrográfica da ECFPn, mostrando as sub-bacias e a localização das unidades amostrais utilizadas neste trabalho. A – Baía de Caxiuanã; B – Rio Caxiuanã; C – Igarapé Curuá; D – Igarapé Puraquequara; E – Igarapé Tijucaquara; F – Igarapé Sapucuzinho; G – Igarapé Laranjal.



Figura 4 - Trecho IT (Igarapé Temporário) do Igarapé Puraquequara (Caxiuanã - outubro de 2000).

A estação IPE (Igarapé Permanente Estreito) dos igarapés Curuá, Puraquequara e Tijucaquara (Figura 5) está localizada no trecho estreito dos rios que não seca; a profundidade varia entre 1,5 a 4 m com uma transparência de 1,0 a 3 m. Neste trecho ocorre uma estreita área alagada sazonalmente e diariamente, coberta por uma mata ciliar densa. Há abundância de troncos submersos. A vegetação aquática é dominada por emergentes e anfíbias como aningas (*Montrichardia linifera*) e tiriricas (*Becquerelia cymosa*), com ocorrências também de submersas fixas, como *Tonina fluviatilis*, *Utricularia* sp., *Mayaca fluviatillis*, *Philodendrum* cf. *muricatum*.

A estação IAM (Igarapé Aberto com Macrófita) dos igarapés Curuá, Puraquequara e Tijucaquara (Figura 6) compreende o início do alargamento do rio, neste ponto são encontrados extensos bancos de macrófitas pioneiras, tanto fixas emergentes como flutuantes, tais como aninga (*Montrichardia linifera*), tiririca (*Becquerelia cymosa*), *Philodendrum* cf. *muricatum*; bancos flutuantes (matupá) de Cyperaceae, com abundância de *B. cymosa* e *Fuirena umbellata*; *Tonina fluviatillis*; *Mayaca fluviatillis*; *Ischnosiphon polyphullus*. A profundidade é em torno

de 4 m com uma transparência de 2,5 m. A cobertura vegetal fica restrita às margens.



Figura 5 - Trecho IPE (Igarapé Permanente Estreito) do Igarapé Curuá (Caxiuanã - outubro de 2000).

A estação ISM (Igarapé Aberto sem Macrófita) dos igarapés Curuá, Puraquequara e Tijucaquara (Figura 7) apresenta-se como o trecho mais largo dos igarapés, a cobertura vegetal fica restrita às margens, os bancos de macrófitas flutuantes são esporádicos, nos trechos mais profundos há predomínio das vegetações submersas fixas representadas principalmente pelas famílias *Cambobaceae* e *Lentibulariaceae*, com presença também de *Leguminosae* anfibias e *Phylodendrum cf. muricatum*. Nos trechos mais rasos há predomínio de *Cabomba aquatica*, mururé (*Eichonia azuracea*); *Nymphoides indica* e *Nymphaea rudgeana*. São freqüentes as ocorrências de enseadas e pequenos igarapés. Este trecho se estende até a foz onde os igarapés deságuam no Rio Caxiuanã.



Figura 6 - Trecho IAM (Igarapé Aberto com Macrófita) do Igarapé Curuá, demonstrando os bancos flutuantes (matupá) e aningas (*Montrichardia linifera*) (Caxiuanã - outubro de 2000).



Figura 7 - Trecho ISM (Igarapé Aberto sem Macrófita) do Igarapé Curuá (Caxiuanã - outubro de 2000).

À medida que estes igarapés se aproximam da foz, suas características abióticas se alteram, a profundidade e a largura aumentam consideravelmente. Os valores de pH se mantêm estáveis, somente o Igarapé Curuá quando se aproxima da Baía de Caxiuanã apresenta água menos ácida, causada pela neutralização das águas da baía, resultado da mistura das águas do Rio Anapu, que é clara, com os sedimentos de áreas rasas levantados pela ação dos ventos (Tabela 2). Inversamente ao pH, os valores da condutividade elétrica diminuem com a descida dos igarapés. O trecho que apresentou menor condutividade é no ISM do Igarapé Puraquequara. À medida que se aproximam da foz há um aumento da quantidade de oxigênio dissolvido, causada, provavelmente, tanto pela ação do vento quanto pela diluição da matéria orgânica provida da mata, decorrente do aumento de volume de água. A temperatura também aumenta com a aproximação da foz, causada pela diminuição da cobertura vegetal, expondo estes ambientes a uma maior radiação solar.

Caracterizando o Rio Caxiuanã

As três estações de amostragem (RL-Cu; RL-Pu; RL-Ti) do Rio Caxiuanã foram escolhidos por representarem um ambiente semelhante, e trechos largos do mesmo rio situados a diferentes distâncias da Baía de Caxiuanã (Figura 3). Estes trechos representam as confluências entre os igarapés Curuá/Puraquequara (RL-Cu), Puraquequara/Tijucaquara (RL-Pu) e Tijucaquara/Sapucuzinho (RL-Ti). Da primeira à última estação de coleta há uma distância de 7,95 km (GPS – Garmin 12). A Tabela 2 apresenta algumas das características abióticas da água do Rio Caxiuanã.

O Rio Caxiuanã é o principal afluente da margem esquerda do Rio Anapu, desaguando na Baía de Caxiuanã, apresentando profundidades que variam de 1,5 a 5 m em larguras variadas, sofrendo vários estrangulamentos, os quais formam trechos de rios-lagos. O pH variou entre 4,73 a 6,5, e o aumento dos valores de pH na confluência entre os igarapés Curuá e Puraquequara se deve à mistura com águas claras e brancas da Baía de Caxiuanã. A condutividade elétrica diminui quando se aproxima da foz. O inverso ocorre com a porcentagem de saturação de

oxigênio dissolvido, que aumenta com a aproximação da Baía de Caxiuanã. A temperatura não apresentou grandes variações, tendo seus valores altos para todos os pontos.

Como nos trechos finais dos igarapés, a cobertura vegetal fica restrita às margens dos rios. Nos trechos mais profundos há um predomínio de vegetação submersa fixa representada principalmente pelas famílias Cambobaceae e Lentibulariaceae, com presença também de Aracea anfíbias, como *Phylodendrum cf. muricatum*. Nos trechos mais rasos há predomínio de *Cabomba aquatica*, mururé (*Eichomia azuracea*); *Nymphoides indica* e *Nymphaea rudgeana*. É freqüente a ocorrência de trechos de praias ou áreas sem obstáculos, “limpas”, caracterizadas por um substrato arenoso e ausência de troncos, folhiço ou qualquer vegetação aquática (Figura 8).



Figura 8 - Foz do Rio Caxiuanã – RL-Cu (Caxiuanã - outubro de 2000).

Caracterizando a Baía de Caxiuanã

A baía é um corpo d'água que apresenta como formato uma forma retangular, alongada NNE-SSE, com aproximadamente 8 km de largura e 40 km de extensão (Figura 9). Foram estabelecidas sete estações de coleta na Baía de

Caxiuanã (Figura 3), todas distando aproximadamente 100 metros da margem esquerda, entre o Rio Caxiuanã e o Igarapé Laranjal.

A profundidade da baía é de aproximadamente 2,5 m, com a ocorrência de um trecho mais profundo no canal principal do “Anapu” e várias falésias submersas que podem atingir uma profundidade de aproximadamente 20 metros. A transparência da água pelo disco de Secchi variou de 0,5 a 1 m, podendo estes valores ser influenciados pelas flutuações de maré e por ações eólicas, que ocasionam maior turbidez. A Baía de Caxiuanã apresentou os maiores valores de pH (5,93 a 7,39) e de saturação de oxigênio dissolvido (66,30% a 110,70%). Porém, os valores de condutividade elétrica foram os menores (11, 03 $\mu\text{S}/\text{cm}$) em comparação com o rio ou igarapés.

A cobertura vegetal fica restrita às margens, com uma frequência de grandes bancos flutuantes de mururé (*Eichomia azuracea*) e aninga (*Montrichardia linifera*). Assim como o Rio Caxiuanã apresenta trechos de praias ou áreas “limpas”, caracterizadas por um substrato arenoso/lodoso e ausência de troncos, folhiço ou qualquer vegetação aquática.



Figura 9 - Baía de Caxiuanã (Caxiuanã - outubro de 2000).

Caracterizando o Igarapé Laranjal

A única estação de amostragem (IPE) do Igarapé Laranjal foi escolhida para representar um panorama geral de sua situação ecológica (Figura 10). O Igarapé Laranjal encontra-se na porção mais norte da Baía de Caxiuanã, não pertencendo à microbacia do Caxiuanã, ao contrário dos outros sistemas citados anteriormente. O Igarapé Laranjal é um sistema artificial, uma vez que este foi escavado por moradores locais da comunidade Pedreira e Laranjal para facilitar o acesso entre estas duas comunidades. A área que hoje se encontra este igarapé é uma área inundada (igapó), sendo influenciada por uma variação diária (maré) e anual (cheia).

A largura é de aproximadamente 7 metros com uma profundidade de 1,5 m e uma transparência de 1 m. O pH é de 5,71, a condutividade elétrica é 15,13 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e a porcentagem de oxigênio dissolvido é 39,4%. A cobertura vegetal é densa (1 a 3 metros) com grande quantidade de folhiço e troncos caídos.



Figura 10 – Trecho IPE (igarapé permanente estreito) do Igarapé Laranjal – Pedreira (Caxiuanã - outubro de 2000).

Análise de agrupamento

As análises de agrupamento utilizando os valores médios logaritmizados da matriz das características geomorfológicas e físico-químicas das 22 estações amostrais (Tabela 2), determinaram a formação de dois grupos principais: a baía, formada pelas sete estações amostrais localizadas na Baía de Caxiuanã (ponto E) e o grupo do rio Caxiuanã e igarapés formado pelas estações localizadas nos igarapés Curuá, Puraquequara, Tijucaquara e Laranjal e o Rio Caxiuanã (Figura 11).

O grupo dos igarapés e rio pode ser dividido em quatro subgrupos (A – D). O subgrupo A, formado pelo trecho superior (IT) dos igarapés Curuá e Puraquequara, é caracterizado como trechos superiores. O subgrupo B é formado pelos trechos IPE dos igarapés Curuá, Puraquequara, Tijucaquara e Laranjal: são trechos estreitos e permanentemente alagados. O terceiro e maior subgrupo (C) é formado pelos ambientes IAM e ISM dos igarapés Curuá, Puraquequara e Tijucaquara. O subgrupo D é representado pelas estações localizadas no Rio Caxiuanã.

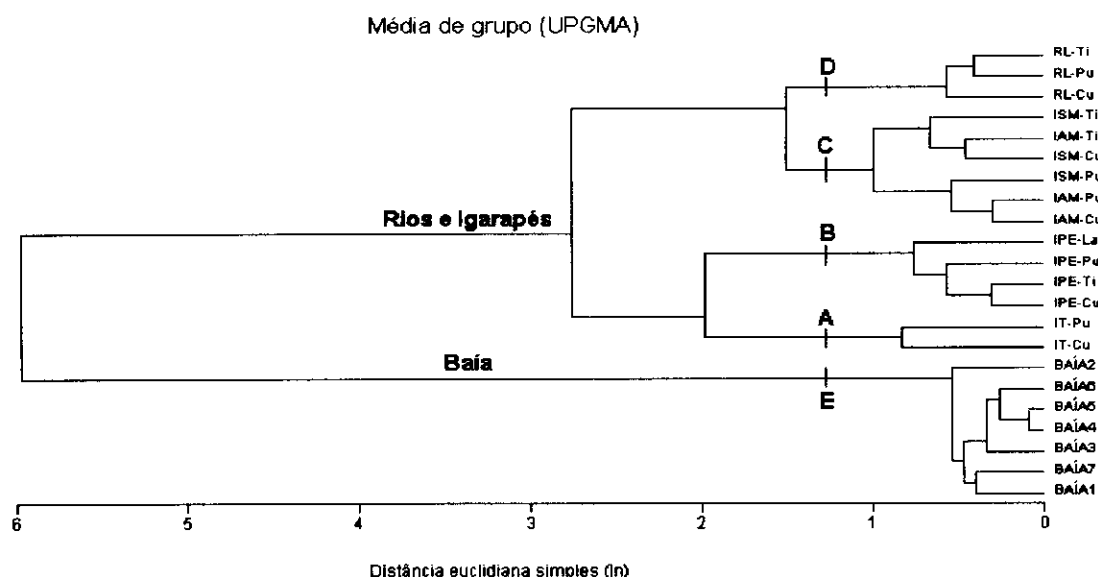


Figura 11 - Dendrograma com os agrupamentos das estações de coleta baseado nos parâmetros físico-químicos e morfológicos nos ambientes estudados na Baía de Caxiuanã. Os valores estão transformados (ln). A – Igarapés temporários; B – Igarapé permanente estreito; C – Igarapés aberto com e sem macrófitas; D – Rio-Lagos e E – Baía de Caxiuanã.

Análise de componente principal

A análise de componente principal da mesma matriz de parâmetros morfológicos e físico-químicos logaritimizados (Tabela 2) indica que o componente principal 1 (CP1) foi influenciado principalmente pela largura do rio seguido pela porcentagem de saturação de oxigênio dissolvido, explicando 96% da variância (Tabela 4). Esses dois parâmetros variaram diretamente (Figura 12) e juntos foram os principais responsáveis pela segregação das estações amostrais da Baía de Caxiuanã (Tabela 5). Nestas estações os valores de saturação de oxigênio e largura foram os maiores encontrados.

O componente principal 2 (CP2), apesar de explicar apenas 3,18% da variância (Tabela 4) teve influência na separação das estações localizadas nos igarapés e no Rio Caxiuanã, sendo representado principalmente pela profundidade e a transparência (Tabela 5). Esses dois parâmetros variaram diretamente, isto é, áreas do rio com maiores profundidades apresentaram

também maior transparência. A segregação por este componente é caracterizada nos trechos IT dos igarapés Curuá e Puraquequara e os trechos IPE dos igarapés Curuá e Laranjal.

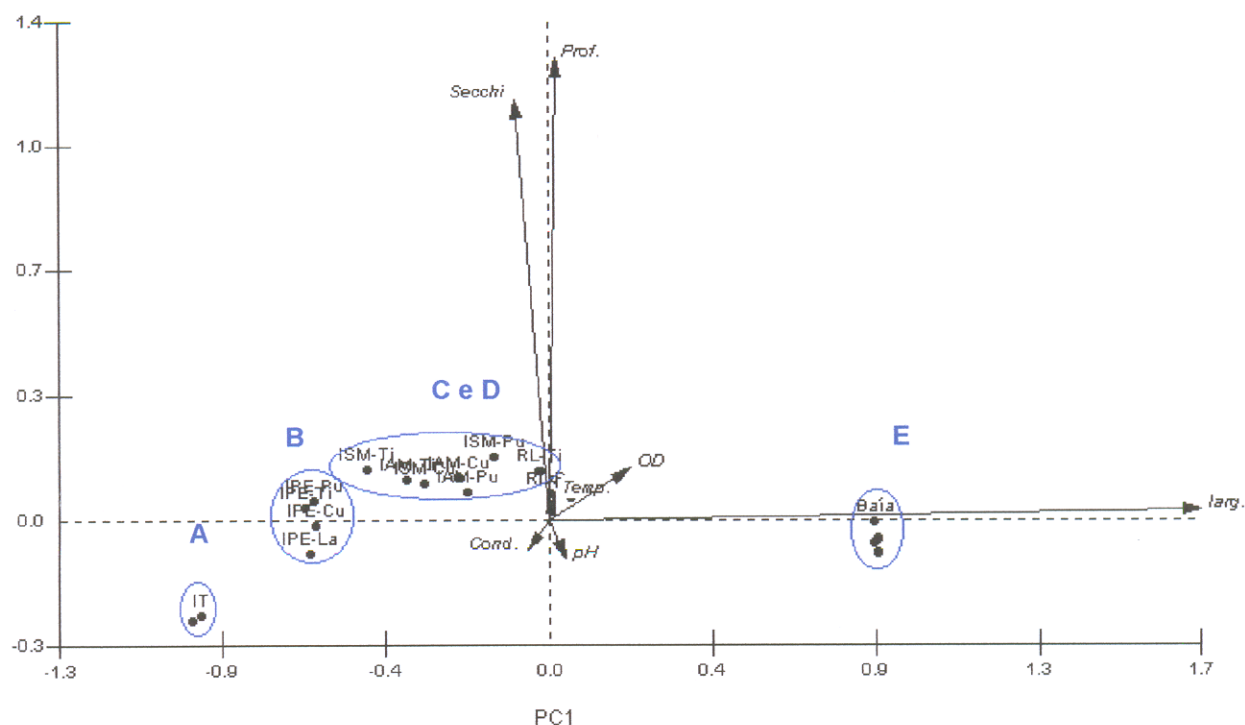


Figura 12 - Análise de Componente Principal (CP1 e CP2) no período de outubro e novembro de 2000 para as estações de coleta da Bacia de Caxiuanã, as setas representam os autovetores. larg = largura do rio (m), Prof = profundidade do rio (m); Secchi = transparência pelo disco de Secchi (m); OD = oxigênio dissolvido (% de saturação); Temp = temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$), pH = potencial hidrogeniônico e Cond. = condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$). A = trechos de 1^a ordem dos igarapés Curuá e Puraquequara; B = Trechos IPE, C e D = Trechos IAM, ISM e RL e E = Baía de Caxiuanã Os valores dos parâmetros estão transformados em logaritmo natural (ln).

Tabela 4 - Autovetores dos sete parâmetros físico-químicos e morfológicos analisados para os dois primeiros componentes principais e suas respectivas porcentagens de variância e seus autovalores. Os valores dos parâmetros foram transformados (ln). Os autovetores maiores que $|0,10|$ estão em destaque.

Parâmetros	PC1	PC2
Largura	0.99	0.016
Profundidade	0.01	0.734
Secchi	-0.05	0.668
PH	0.025	-0.062
Condutividade	-0.033	-0.049
Temperatura	0.007	0.04
O ₂ Dissolvido	0.123	0.082
Variância (%)	95.88	3.185
Variância acumulada (%)		99.065
Autovalor	9.408	0.313

Tabela 5 - Valores dos escores para as estações de coleta durante os meses de outubro e novembro de 2000.

Estações de coleta	PC1	PC2
BAÍA1	0.876	-0.009
BAÍA2	0.885	-0.058
BAÍA3	0.882	-0.095
BAÍA4	0.881	-0.052
BAÍA5	0.882	-0.052
BAÍA6	0.882	-0.054
BAÍA7	0.872	-0.066
IT-Cu	-0.931	-0.272
IPE-Cu	-0.621	-0.018
IAM-Cu	-0.239	0.117
ISM-Cu	-0.33	0.1
IT-Pu	-0.953	-0.287
IPE-Pu	-0.624	0.051
IAM-Pu	-0.217	0.076
ISM-Pu	-0.143	0.172
IPE-Ti	-0.647	0.031
IAM-Ti	-0.377	0.11
ISM-Ti	-0.485	0.14
RL-Cu	0.062	0.059
RL-Pu	0.008	0.071
RL-Ti	-0.024	0.135
IPE-La	-0.636	-0.1

DISCUSSÃO

Mudanças nas características limnológicas gerais que ocorrem num gradiente longitudinal de um rio são padrões e processos estabelecidos e conhecidos na literatura (Mann, 1975, Vannote *et al.*, 1980). Os fenômenos que ocorrem na bacia de drenagem repercutem direta ou indiretamente nos rios. A morfogênese das vertentes e a quantidade de carga sedimentar carregada pelos rios são controladas em parte pelas condições climáticas, cobertura vegetal e pela litologia da região (Cristofolletti, 1981).

Como foi observado na descrição da área de Caxiuanã, esta área, segundo a divisão de Klammer (1984), faz parte da bacia aluvial amazônica, e é caracterizada por uma planície de depósitos flúvio-lacustres do Quaternário, onde esta planície de terra-baixas situa-se geralmente entre 0–20 metros do nível do mar. Esta característica, juntamente com o represamento natural ocorrido do Holoceno, fez com que este sistema apresentasse características ambientais lacustres e fluviais, e que certamente influenciaram na formação da estrutura das comunidades dos organismos ali viventes.

A morfologia dos leitos dos rios e a estrutura das planícies inundáveis são, geralmente, determinadas pelas diferenças nas propriedades químicas e físicas da água (Sioli, 1984). Na Amazônia, os rios podem ser classificados em três principais categorias, de acordo com sua química, cor e origem: rios de água preta, rios de água branca e rios de água clara (Sioli, 1984).

O Rio Caxiuanã e os igarapés Curuá, Puraquequara, Tijucaquara e Laranjal apresentam-se como rios de águas pretas, provavelmente devido à influência da densa floresta que lança matéria orgânica (folhas e troncos) nos pequenos corpos vizinhos, aumentando a concentração de ácidos húmicos. A transparência da água observada foi em torno de 1 m a 3,5 m, sendo que o valor máximo encontra-se acima do citado por Ayres (1995) para rios de água preta: 2,9 m. Este valor deve estar relacionado com a influência das águas do Rio Anapu, que é predominantemente clara.

O pH das águas dos rios de Caxiuanã oscilou entre 4,5 e 6,5, também acima do citado por Ayres (1995), de 4,9. Estes valores altos de pH indicam que estes rios não apresentam características definitivas de rios de água preta, pelo menos no seu trecho inferior. A atuação das marés que provoca a mistura das águas da baía em trechos a montante do Rio Caxiuanã deve ser o principal fator que contribuiu para esses valores altos de pH.

As variáveis abióticas que influenciaram na separação dos pontos, como indicadas pela Análise de Componente Principal e a análise de agrupamento estão representadas principalmente pelos fatores morfológicos dos sistemas (largura e profundidade). O CP1 está representando a variação da largura do rio (0,99) seguido por parâmetros de menor grandeza, como o O₂ Dissolvido (0,123) que separam as estações da Baía de Caxiuanã. Ou seja, esses foram os locais de maior largura e de maior porcentagem de saturação de O₂ dissolvido (66,3 a 110,70 % de saturação).

A largura da Baía de Caxiuanã é explicada pelas diversas fraturas que foram alargadas pela erosão das vertentes, aprofundados pelas sucessivas regressões marinhas e “afogadas” pela elevação do nível do mar, no período Holoceno. Essa largura propicia a ação dos ventos que permite uma maior oxigenação de suas águas. Esses eventos, associados ao reduzido efeito provocado pela oscilação da maré ou do desnível anual das águas, são os fatores mais importantes que caracterizam os grandes corpos de água desta região.

A profundidade e a transparência pelo disco de Secchi, estão representadas pelo CP2, e dividem as estações mais profundas dos rios e conseqüentemente as que apresentam maior transparência pelo disco de Secchi. As estações com maiores profundidades estão naqueles ambientes localizados nos trechos médio e final dos rios (IAM, ISM e RL). Esta característica é determinada principalmente por serem rios que apresentam nenhuma ou poucas áreas alagáveis.

Através de uma observação geral dos parâmetros medidos, concluímos que os rios apresentam algumas características longitudinalmente distintas, principalmente nos trechos inferiores (RL e Baía) no que se refere a parâmetros

morfológicos e fisiográficos. Esses locais podem ser classificados como uma área de transição entre o sistema fluvial e lacustre. A baixa variação de parâmetros físico-químicos pode ser explicada pela homogeneidade ambiental local, que pode estar sendo influenciada pela pequena distância entre as estações de coletas.

CAPÍTULO 2 - INVENTÁRIO DOS PEIXES DE CAXIUANÃ – MELGAÇO (PA)

INTRODUÇÃO

Embora a fauna de peixes de água doce da região neotropical ainda seja pouco conhecida, o conhecimento já acumulado permite afirmar que esta região abriga a mais rica ictiofauna do mundo, com estimativas variando entre 1.800 e 8.000 espécies (Malabarba & Reis, 1987). A Bacia Amazônica suporta parte expressiva deste total, sendo já contabilizadas mais de 1.500 espécies, o que a torna a bacia de maior riqueza de espécies de peixes do mundo (Roberts, 1972; Böhlke *et al.*, 1978; Lowe-McConnell, 1987, 1999; Goulding, 1989; Kullander & Nijssen, 1989; Schaffer, 1998). No entanto, ainda é grande o desconhecimento taxonômico desta fauna, sendo estimada em 30 a 40% das espécies ainda não descritas (Malabarba & Reis, 1987).

Algumas regiões da Amazônia já foram investigadas intensamente, com coletas de longo prazo e utilizando diversos métodos de pesca, produzindo listas de espécies que dão uma idéia da alta diversidade local. Em estudos realizados no Rio Caquetá-Japurá foram catalogadas 241 espécies; 100 espécies no Rio Putumayo-Içá; cerca de 280 espécies no Rio Mamoré; 473 espécies no Rio Napo; 450 espécies Rio Negro; e 300 espécies Rio Tocantins (Barthem *et al.*, 1995).

A ictiofauna da região de Caxiuanã ainda não foi adequadamente inventariada, existindo apenas uma lista preliminar baseada em coletas esporádicas, onde estão citadas cerca de 41 espécies não depositadas em coleção científica (Lisboa, 1997), além de 26 lotes na coleção ictiológica do Museu Paraense Emílio Goeldi - MCT coletados entre os anos de 1993 e 2000. Dados mais antigos de coletas para a região parecem não existir.

O objetivo principal deste capítulo foi realizar um inventário dos peixes da Estação Científica Ferreira Penna - Caxiuanã com a finalidade de se incrementar o conhecimento dos peixes para a Amazônia Oriental, sendo este um requisito

indispensável para se tomar decisões preservacionistas e conservacionistas que afetam o ecossistema aquático.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo e a caracterização das estações de coletas utilizadas neste capítulo estão descritas no capítulo 1 desta dissertação, com exceção do lago Cacuri (1°45'S, 51°25'W). A Baía de Caxiuanã para este capítulo está representada através de apenas uma estação de coleta.

COLETA DA ICTIOFAUNA

Para o inventário dos peixes de Caxiuanã foram realizadas coletas no mês de novembro de 1999 e nos meses de outubro e novembro de 2000. Para tal utilizou-se o maior número de métodos amostrais possíveis para cada ambiente, os quais estão descritos na Tabela 6.

PREPARAÇÃO DO MATERIAL

Todos os peixes capturados foram acondicionados em sacos plásticos, contendo informação sobre a data e local de coleta (nome do rio, ambiente e coordenadas geográficas), e conduzidos ao laboratório de zoologia da Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn), onde foram identificados e contados. Apenas os exemplares capturados por redes de espera tiveram suas medidas e pesos anotados. Estes últimos dados serão descritos no terceiro capítulo.

Tabela 6 - Métodos de coleta utilizados para amostragem da ictiofauna na ECFPn (modificado de Barthem, 1999; Uieda & Castro, 1999).

Método	Descrição
1) arrastadeira	Rede de arrasto praia, utilizada em praias ou margens limpas sem galhos.
2) arrasto de fundo	Rede de arrasto de fundo utilizado na captura de espécies bentônica.
3) espinhel	Linha comprida (50 m aproximadamente) com vários anzóis médios iscados com peixe, sendo uma das pontas amarradas na margem, (muito efetiva na pesca de espécies carnívoras de grande porte).
4) linha de mão	Linha de nylon de aproximadamente 4 metros com um anzol na ponta, iscado com mandioca ou peixe.
5) malhadeira	Amplamente utilizada em ambientes sem correntezas, com tamanho de malhas variáveis (3 a 12 cm entre nós opostos), com bóias na parte superior e pesos de chumbo na inferior.
6) mergulho livre	Mergulho livre utilizando-se de máscara semifacial, respirador "snorkel", cinto de lastro, nadadeira, luvas e puçá de alumínio. Coleta e observação de espécies que ficam agregados a troncos e tocas. Necessidade de alta transparência.
7) rede de mão (peneira ou puçá)	Muito prático e eficiente para a coleta de peixes junto à vegetação marginal. A peneira é introduzida sob a vegetação para desalojar os peixes.
8) rede de cerco	Rede armada em forma circular utilizada na captura de cardumes pelágicos (mapará).
9) zagaia	Vara com tridente na ponta, utilizada para as pescarias noturnas e com lanterna.

IDENTIFICAÇÃO DA ICTIOFAUNA

A identificação foi realizada com base em dados morfométricos e merísticos adotados por Mago-Leccia (1994); Géry (1977); Britski *et al.* (1984); Britski *et al.* (1999); Whitehead (1985a, 1985b); Isbrücher & Nijssen (1988); Vari (1992); Buckup (1993); Vari (1995); Burgess (1989); Reis (1996); Rosen & Greenwood (1976); e Kullander (1996). Os exemplares foram identificados no campo em morfoespécies, sendo alguns encaminhados a especialistas para a confirmação.

Para a elaboração da lista taxonômica a classificação dentro do nível de Ordem foi baseada nos seguintes trabalhos: Lucena & Menezes (1998) e Buckup

(1998) para Characiformes, Pinna (1998) para Siluriformes, Campos-da-Paz & Albert (1998) para Gymnotiformes e Costa (1998) para Cyprinodontiformes. A ordenação das categorias superiores foi baseado no trabalho de Lauder & Liem (1983).

PREPARAÇÃO E CONSERVAÇÃO

Alguns exemplares selecionados foram preservados e utilizados na confirmação da identificação taxonômica do material e em seguida depositados na coleção ictiológica do Museu Paraense Emílio Goeldi. Estes foram fixados em formol a 10% e compuseram uma série que inclui a variação morfológica da espécie. Quando possível, a fixação ocorreu com o exemplar ainda vivo, pois este procedimento enrijece os músculos fazendo com que o corpo e as nadadeiras permaneçam distendidas, o que possibilita um melhor trabalho taxonômico (Prof Dr. Heraldo A. Britski, MZUSP, com. pess.). Nos espécimes de médio e grande porte (> 150 mm) a penetração de formol nos tecidos através de imersão não é rápida o suficiente para fixá-lo adequadamente antes que se inicie o processo de decomposição; desta forma foi necessária a injeção de formol 10%. A injeção foi realizada através de seringa e inoculadas espaçadamente na musculatura e nas vísceras, através da abertura cloacal e pela parede que recobre a cavidade visceral. Em peixes de escama, foi introduzida a agulha entre estas estruturas, na posição inclinada, em direção à cabeça (Uieda & Castro, 1999).

Após 48 horas deste procedimento, os espécimes foram lavados em água corrente e em seguida conservados em álcool 70%.

A catalogação foi realizada utilizando-se etiquetas plásticas, que foram amarradas diretamente nos peixes, na região opercular ou peduncular.

Em campo, os peixes capturados que ainda apresentavam boas condições para o consumo e não foram utilizados na série a ser depositada na coleção do MPEG-MCT, foram doados à população ribeirinha local.

ANÁLISE DOS DADOS

Análise de Similaridade

A contagem das espécies para cada estação de coleta e rio (igarapé, rio, baía e lago) foi definida como presente "1" e ausente "0" na matriz de dados, onde as espécies foram plotadas em linhas e as estações de coleta ou rios em colunas. Segundo Goulding *et al.* (1988) e Cox-Fernandes (1995), o valor do índice de similaridade binário (presença/ausência) tem sido mais utilizado em inventários faunísticos e florísticos.

Os índices de similaridade para caracteres binários se baseiam em informações da presença de espécies comuns entre dois ambientes. A formato da tabela utilizado pelo índice é:

		Local 2	
		1	0
Local 1	1	<i>a</i>	<i>b</i>
	0	<i>c</i>	<i>d</i>

Onde: *a* é número de espécies comuns entre o local 1 e 2, *b* é o número de espécies presentes no local 1 e ausente no local 2, *c* é número de espécies presentes no local 2 e ausente no local 1 e *d* corresponde a dupla ausência.

A similaridade entre as estações amostrais foi realizada através do índice de similaridade de Jaccard, através da fórmula:

$$J = \frac{a}{a + b + c} \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

J = Similaridade de Jaccard;

a = é o número de espécies comuns entre o local 1 e 2;

b = é o número de espécies presentes no local 1 e ausente no local 2;

c = é o número de espécies presentes no local 2 e ausente no local 1.

Uma vez que os índices de similaridade se tratam de coeficientes descritivos e não de parâmetros estatísticos, não existem intervalos de confiança ou erro estimado (Prof Dr. Miguel Petrere-Jr, UNESP, com pess.; Pinto-Coelho, 2000). Desta forma, foram considerados semelhantes às similaridades maiores que 30%. A porcentagem de similaridade foi realizada entre ambientes: IT, IPE, IAM, ISM, RL, Baía e Lago.

Análise de Agrupamento

Neste capítulo, a análise de agrupamento foi utilizada para classificar as estações de coleta de acordo com a incidência das espécies, separando estações que possuem uma composição de fauna mais distinta e unindo as mais semelhantes. O método adotado foi o de ligação pela Média de Grupo (UPGMA – Unweighted Paired Group Method by Mathematical Average). O coeficiente de semelhança para os dados de incidência foi pelo índice de similaridade de Jaccard.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foi realizado um total de 147 amostras, incluindo todos os aparelhos de pescas descritos na Tabela 6. O número total de espécies capturadas foi de 130 para a área amostrada, distribuída em 35 famílias e 14 ordens. As ordens Characiformes, Siluriformes e Perciformes foram as mais representativas em número de espécies, com 40, 30 e 28 espécies, respectivamente (Figura 13). E as ordens Characiformes, Siluriformes e Gymnotiformes foram as mais representativas em número de famílias, com nove, oito e cinco famílias, respectivamente (Figura 13).

A riqueza de espécies não se apresentou uniforme entre os ambientes, com um número variando de 1 a 73 espécies. Da mesma maneira, o esforço de coleta e o tipo de aparelho de pesca também não foram uniformes, sendo que os esforços variaram entre 1 a 35 pontos amostrais e os métodos variaram de 1 a 7 métodos (Tabela 7). Há uma relação linear entre o número de coletas (esforço) em cada estação com o número de espécies (valores de $r = 0,953$, $P < 0,022$) (Figura

14) pode mostrar um efeito positivo, onde maior esforço amostral resulta em um maior número de espécies.

Tabela 7 – Número de unidades amostrais por método de pesca para cada estação de coleta.

E.C	Arrastadeira	Arrasto de fundo (porta)	Espinhel	Linha de mão	Malhadeira	Mergulho	Puçá	Rede de cerco	Zagaia	Total
A	-	1	1	1	25	-	5	1	1	35
M-Cu	4	-	-	1	6	2	1	-	3	17
L-Cu	-	-	-	-	6	1	1	-	3	11
M-Cu	-	-	-	-	6	1	1	-	2	10
E-Cu	-	-	-	-	6	-	1	-	2	9
E-Ti	-	-	-	-	6	-	1	-	1	8
M-Pu	-	-	-	-	6	1	1	-	-	8
M-Pu	-	-	-	-	6	-	1	-	-	7
M-Ti	-	-	-	-	6	-	1	-	-	7
E-Pu	-	-	-	-	6	-	1	-	-	7
M-Ti	-	-	-	-	6	-	1	-	-	7
L-Pu	-	-	-	-	6	-	1	-	-	7
L-Ti	-	-	-	-	6	-	1	-	-	7
E-LA	-	-	-	-	3	1	-	-	-	4
-Cu	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
-Pu	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
AGO	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
total	4	1	1	2	101	6	19	1	12	147

A seguir, a lista das espécies de peixes catalogadas para área da Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn) (Baseada em Lauder & Liem, 1983 para as categorias superiores a Ordem). Representantes destas espécies encontram-se depositados na coleção ictiológica do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG).

CHONDRICHTHYES
BATOIDEA

RAJIFORMES

POTAMOTRYGONIDAE

Potamotrygon cf. constelata (Vaillant, 1880)*Potamotrygon constelata* (Vaillant, 1880)*Potamotrygon motoro* (Müller & Henle, 1841)

OSTEICHTHYES

ACTINOPTERYGII

TELEOSTEI

OSTEOGLOSSOMORPHA

OSTEOGLOSSIFORMES

OSTEOGLOSSIDAE

Osteoglossum bicirrhosum (Cuvier, 1829)

CLUPEOCEPHALA

CLUPEOMORPHA

CLUPEIFORMES

ENGRAULIDAE

Anchovia surinamensis (Bleeker, 1866)*Lycengraulis batesii* (Günther, 1868)*Pterengraulis atherinoides* (Linnaeus, 1766)

PRISTIGASTERIDAE

Pellona castelnaeana Valenciennes, 1847*Pellona flavipinnis* (Valenciennes, 1837)

OSTARIOPHYSI

OTOPHYSI

CHARACIFORMES

CHARACIDAE

Agoniates anchovia Eigenmann, 1914*Astyanax* sp. 1*Astyanax* sp. 2*Bryconops* sp. 1*Bryconops* sp. 2*Catoprion mento* (Cuvier, 1819)*Charax gibbosus* (Linnaeus, 1758)*Gnathocharax steindachneri* Fowler, 1913*Hyphessobrycon* sp.*Metynnis cf. hypsauchen* (Müller & Troschel, 1844)

Metynnis sp.

Myleus cf. micans (Lütken, 1875)

Myleus torquatus (Kner, 1858)

Pygocentrus nattereri Kner, 1858

Serrasalmus cf. denticulatus Cuvier, 1819

Serrasalmus cf. maculipinnis (Machado-Allison, 1992)

Serrasalmus eigenmanni Norman, 1929

Serrasalmus rhombeus (Linnaeus, 1766)

Serrasalmus sp.

Thayeria sp.

Triportheus elongatus (Gunther, 1864)

ACESTRORHYNCHIDAE

Acestrorhynchus falcatus (Bloch, 1794)

Acestrorhynchus falcistrostris (Cuvier, 1819)

Acestrorhynchus sp.

GASTEROPELECIDAE

Carnegiella strigata (Günther, 1860)

CYNODONTIDAE

Cynodon gibbus Spix & Agassiz, 1829

CRENUCHIDAE

Characidium sp.

Crenuchus spilurus Günther, 1863

HEMIODONTIDAE

Hemiodus sp.

Hemiodus unimaculatus (Bloch, 1794)

CURIMATIDAE

Curimata vittata (Kner, 1858)

Cyphocharax abramoides (Kner, 1859)

ANOSTOMIDAE

Anostomoides laticeps (Eigenmann, 1912)

Anostomus taeniatus (Kner, 1859)

Laemolyta petiti Géry, 1964

Leporinus affinis Günther, 1864

Leporinus sp. n.

LEBIASINIDAE

Nannobrycon eques (Steindachner, 1867)

Nannostomus cf. harrisoni (Eigenmann, 1909)

Pyrrhulina brevis Steindachner, 1876

ERYTHRINIDAE

Erythrinus erythrinus (Bloch & Schneider, 1801)*Hoplerythrinus unitaeniatus* (Agassiz, 1829)*Hoplías malabaricus* (Bloch, 1794)

CTENOLUCIIDAE

Boulengerella maculata (Valenciennes, 1850)

GYMNOTIFORMES

RHAMPHICHTHYIDAE

Rhamphichthys marmoratus Castelnau, 1855*Rhamphichthys rostratus* (Linnaeus, 1766)

GYMNOTIDAE

Gymnotus carapo Linnaeus, 1758

ELECTROPHORIDAE

Electrophorus electricus (Linnaeus, 1766)

STERNOPYGIDAE

Eigenmannia humboldtii (Steindachner, 1878)*Sternopygus macrurus* (Bloch & Schneider, 1801)*Sternopygus obtusirostris* Steindachner, 1882

HYPOPOMIDAE

Hypopomus sp. 1*Hypopomus* sp. 2*Hypopomus* sp. 3*Steatogenys* sp.

APTERONOTIDAE

Apteronotus albifrons (Linnaeus, 1766)

SILURIFORMES

DORADIDAE

Physopyxis lyra Cope, 1871

AUCHENIPTERIDAE

Ageneiosus brevifilis Valenciennes, 1840*Ageneiosus dentatus* Kner, 1857*Auchenipterichthys longimanus* (Günther, 1864)*Auchenipterichthys* sp. 1*Auchenipterichthys* sp. 2*Auchenipterus nuchalis* (Spix, 1829)*Parauchenipterus galeatus* (Linnaeus, 1766)*Tatia* sp. 1*Tatia* sp. 2

Tetranematichthys quadrifilis Kner, 1857

PIMELODIDAE

Hypophthalmus marginatus Valenciennes, 1840

Brachyplatystoma filamentosum (Lichtenstein, 1819)

Pimelodus blochii (Valenciennes, 1840)

Pimelodus sp.

Platynematichthys notatus (Schomburgki, 1841)

Pseudoplatystoma fasciatum (Linnaeus, 1766)

CETOPSIDAE

Cetopsis coecutiens (Lichtenstein, 1829)

Helogenes marmoratus Gunther, 1863

TRICHOMYCTERIDAE

Trichomycteridae spp.

CALLICHTHYIDAE

Callichthys callichthys (Linnaeus, 1758)

Hoplosternum thoracatum (Valenciennes, 1840)

LORICARIIDAE

Ancistrus sp.

Hypostominae sp.

Peckoltia sp. 1

Peckoltia sp. 2

Peckoltia sp. 3

Pseudoloricaria punctata (Regan, 1904)

Pseudoloricaria sp.

Pterygoplichthys sp.

NEOTELEOSTEI

ACANTHOPTERYGII

ATHERINOMORPHA

CYPRINODONTIFORMES

POECILIIDAE

Poecilia sp.

RIVULIDAE

Rivulus sp.

BELONIFORMES

BELONIDAE

Potamorhaphis guianensis (Jardine, 1843)

PERCOMORPHA

PERCIFORMES

CICHLIDAE

Acarichthys heckelli (Müller & Troschel, 1849)

Acaronia nassa (Heckel, 1840)

Aequidens cf. epae Kullander, 1995

Aequidens cf. duopunctata Haseman, 1911

Aequidens sp.

Apistogramma agassizii (Steindachner, 1875)

Apistogramma sp.

Biotodoma cf. cupido (Heckel, 1840)

Caquetaia sp.

Chaetobranchus flavescens Heckel, 1840

Cichla sp.

Cichla temensis Humboldt, 1833

Cichlassoma sp.

Crenicichla johanna Heckel, 1840

Crenicichla lugubris Heckel, 1840

Crenicichla sp.

Satanoperca jurupari (Heckel, 1840)

Geophagus sp.

Geophagus surinamensis Bloch, 1791

Heros severus (Heckel, 1840)

Heros sp.

Mesonauta festivus (Heckel, 1840)

Nannacara sp.

Pterophyllum scalare (Lichtenstein, 1823)

Symphysodon aequifasciatus Pellegrin, 1904

SCIAENIDAE

Pachypops furchraeus (Lacépède, 1802)

Plagioscion squamosissimus (Heckel, 1840)

Plagioscion surinamensis (Bleeker, 1873)

TETRAODONTIFORMES

TETRAODONTIDAE

Colomesus asellus (Müller & Troschel, 1848)

PLEURONECTIFORMES

ACHIRIDAE

Achirus achirus (Linnaeus, 1758)

SYNBRANCHIFORMES

SYNBRANCHIDAE

Synbranchus sp.

SARCOPTERYGII

CHOANATA

DIPNOI

LEPIDOSIRENIFORMES

LEPIDOSIRENIDAE

Lepidosiren paradoxa Fitzinger, 1837

Devido à situação da sistemática e da taxonomia dos peixes tropicais de água doce, além da profusão de espécies não descritas, algumas das espécies coletadas ainda estão, por precaução, separadas por morfoespécies.

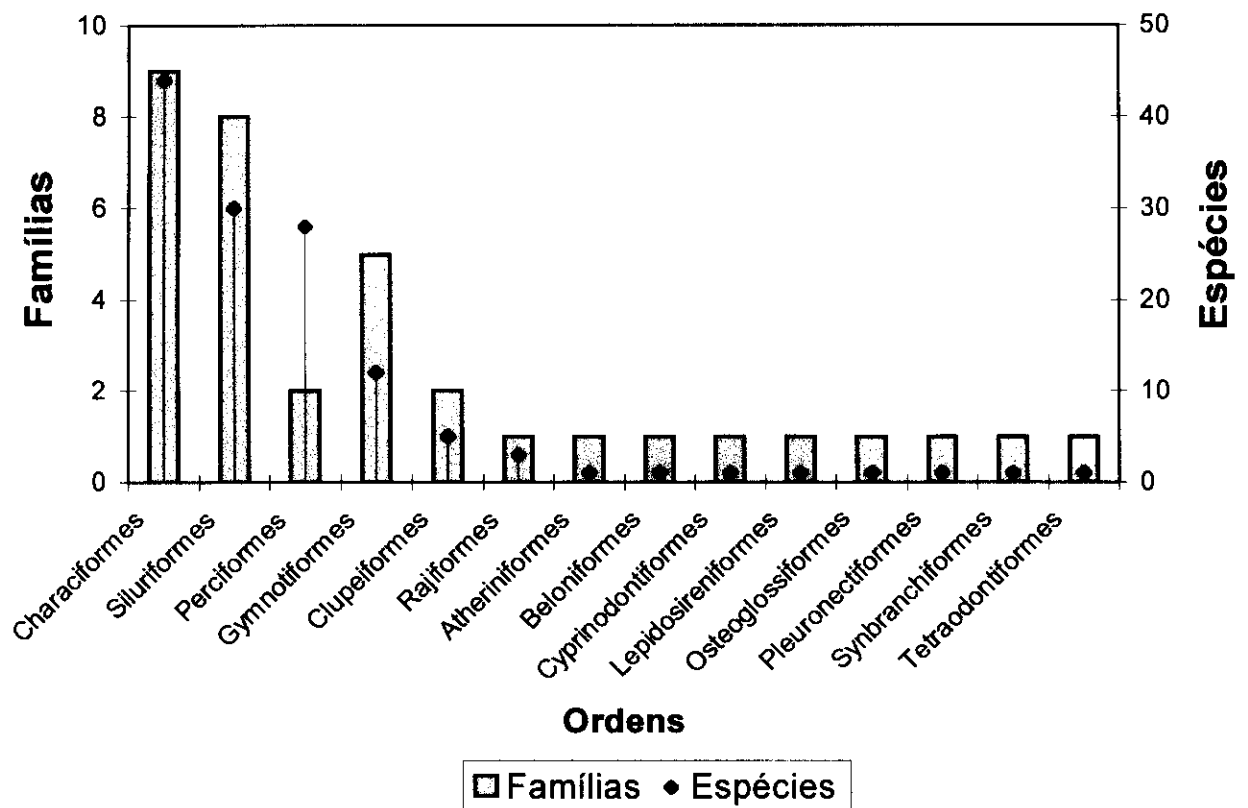


Figura 13 - Número de famílias e espécies nas Ordens dos peixes de Caxiuanã.

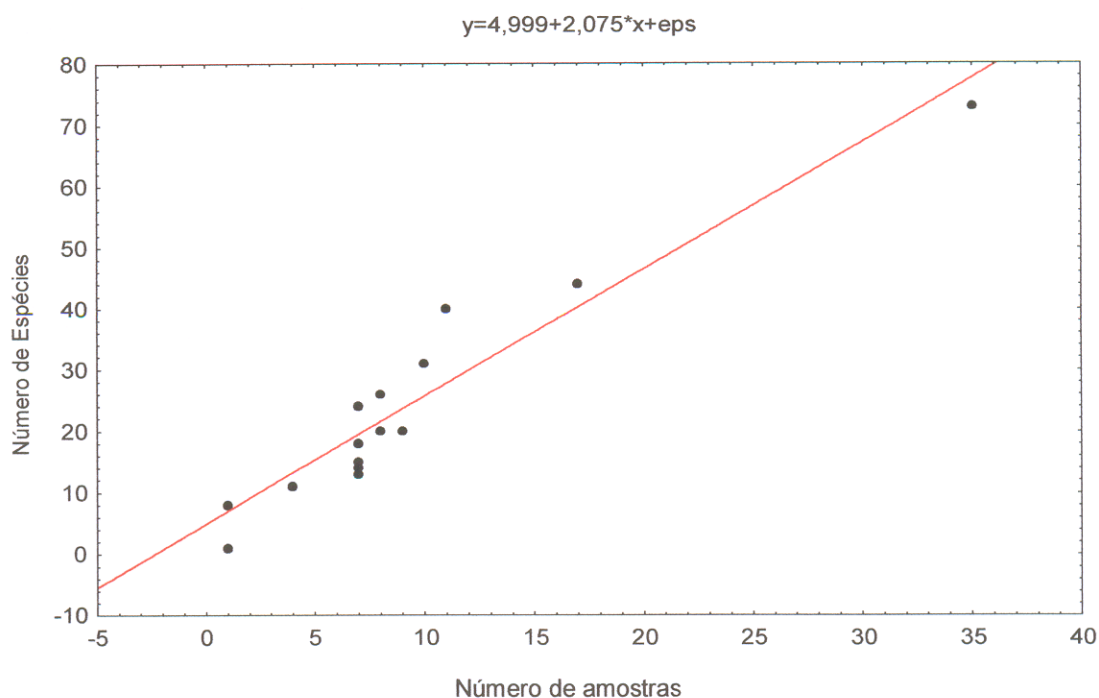


Figura 14 – Relação entre o esforço de coleta (número de amostra) pelo número de espécies capturadas para cada estação de coleta ($r = 0.953$; $p < 0,02$).

SIMILARIDADE ENTRE AMBIENTES

A Tabela 8 e a Figura 15 apresentam as porcentagens de similaridade de ictiofauna entre os ambientes e foram considerados como significativos índices superiores ou iguais a 30%. Das 17 estações de coletas, apenas uma (lago) não se estimou a similaridade devido a só ter sido capturada uma espécie (*Erythrinus erythrinus*), sendo também o único sítio onde esta ocorreu. As 16 estações de coleta restantes apresentam 15 conexões ou continuidades de ambientes em que foram destacados as similaridades (Figura 15). Dessas, 12 apresentaram valores entre 24 e 46% e apenas 3 apresentaram valores entre 0 e 9%. Estes dados indicam uma certa continuidade da composição da ictiofauna de uma ambiente para o outro, com exceção dos ambientes IT (igarapé temporário) e IPE (igarapé permanente estreito), onde foram encontrados os mais baixos valores (0 e 3%) e entre Igarapé Laranjal e a Baía de Caxiuanã (9%). A comparação entre ambientes

similares de rios distintos também apresentou valores relativamente altos (entre 27 e 50%). Considerando o valor de 30% como limite de significância, percebe-se que a baía e os diferentes trechos do rio Caxiuanã são semelhantes, formando um sistema contínuo. Comparando os diferentes rios, constata-se que os valores de similaridade entre os habitats de diferentes rios se assemelham aos de ambientes contínuos do mesmo rio (Figuras 15 e 16). A maior similaridade encontrada foi entre os ambientes IPE dos rios Puraquequara e Tijucaquara, que apresentam 50 % de similaridade. Outros trechos que apresentaram altas similaridades são os trechos IT dos igarapés Curuá e Puraquequara, onde a semelhança entre estes ambientes é dada por 33%.

O maior fator que diferencia a baía de Caxiuanã das outras áreas, consiste no número de espécies únicas encontrada neste ambiente (Tabela 8). Quarenta e um por cento das espécies coletadas na baía de Caxiuanã são exclusivas para este ambiente (Figura 16). As 73 espécies capturadas para a Baía de Caxiuanã representam 57% das espécies coletadas para toda a bacia.

Tabela 8 - Valores do índice de similaridade de Jaccard para a ictiofauna da bacia de Caxiuanã para as estações de coletas (E.C.). Os valores em destaque apresentam valores superiores a 30%; n = número de espécies presentes; u = número de espécies únicas; % = porcentagem das espécies únicas.

E.C.	ITCu	IPECu	IAMCu	ISMCu	RLCu	ITPu	IPEPu	IAMPu	ISMPu	RLPu	IPETi	IAMTi	ISMTi	RLTi	Baía	IPELa	Lago
ITCu																	
IPECu	3,7																
IAMCu	5,4	24,4															
ISMCu	6,1	28	41,5														
RLCu	6,7	25	29,1	35,5													
ITPu	33,3	3,7	5,4	6,1	4,3												
IPEPu	5	26,9	18,9	18,8	17,8	0											
IAMPu	6,7	29,4	31	33,3	30,6	3,2	27,6										
ISMPu	7,7	29	37,8	33,3	27,7	3,7	22,2	46,7									
RLPu	0	18,9	19,6	23,6	36,2	0	8,8	29,7	37,5								
IPE-Ti	3	27,8	29,5	32,1	26,9	0	50	31,6	27,8	16,3							
IAMTi	0	21,4	21,6	26,1	20	0	17,4	35,7	30,8	26,7	29						
ISMTi	0	16,7	27,8	22,9	19,6	0	21,7	34,5	40	30	24,2	31,8					
RLTi	4	31	32,4	29,2	26,1	4	19,2	44,8	52	35,5	25,7	45,5	50				
Baía	5,2	13,4	20,9	23,2	32,9	2,5	10,3	21,3	20,8	26	17,9	16	15,8	21,3			
IPELa	0	14,8	10,5	10	10,9	0	20	12,9	14,8	16,7	15,6	13,6	13	16	9,1		
Lago	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
N	8	20	31	44	40	8	13	24	20	24	26	14	15	18	73	11	1
U	2	4	5	9	5	2	0	0	0	0	3	0	0	0	30	3	1
%	25,0	20,0	16,1	20,5	12,5	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,5	0,0	0,0	0,0	41,1	27,3	100,0

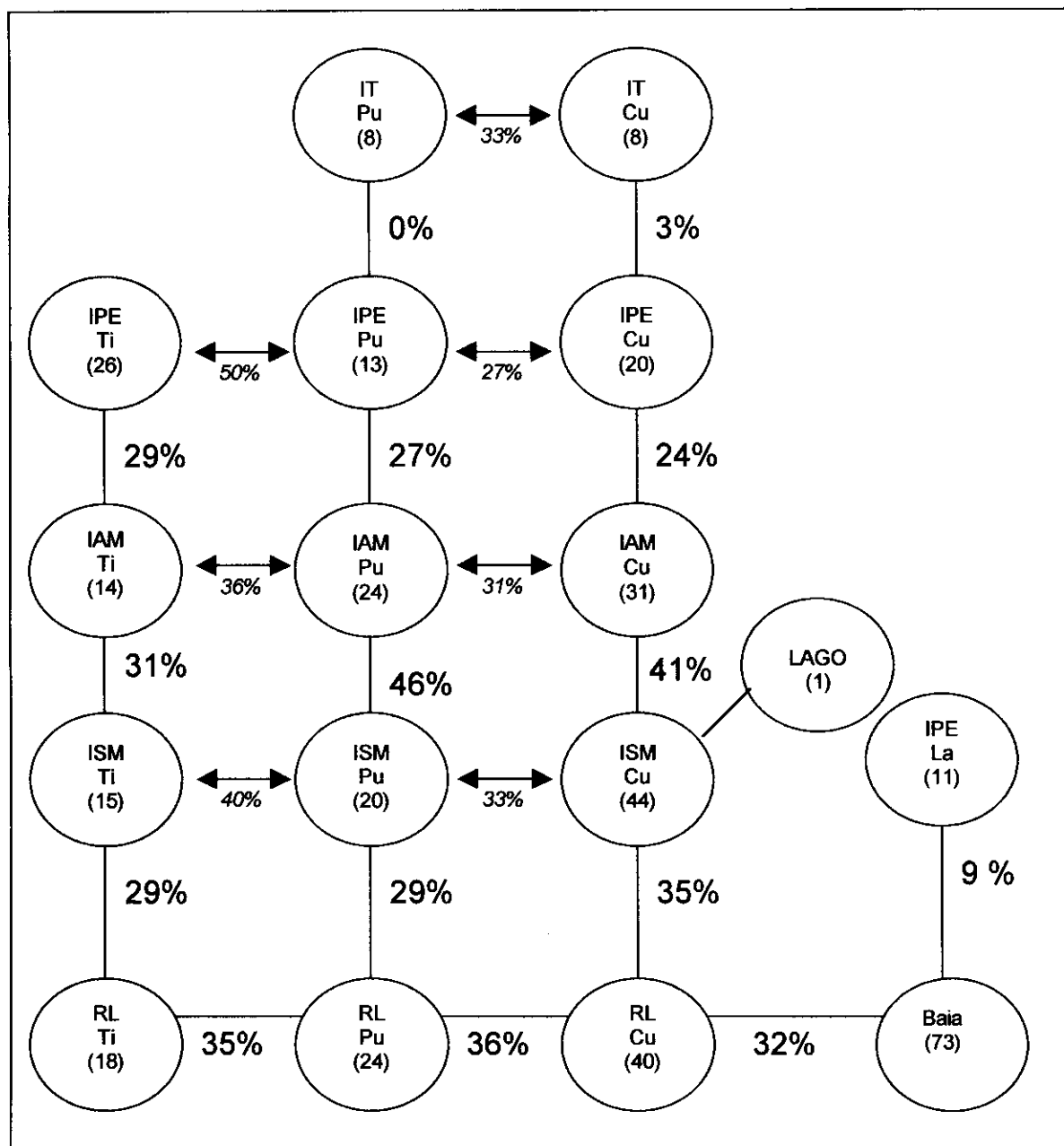


Figura 15 - Esquema da rede de drenagem estudada, os círculos representam as estações de coletas e número de espécies (n) e suas respectivas conexões. Os valores ao longo das conexões e as flechas entre os ambientes representam as porcentagens da similaridade pelo índice de Jaccard.

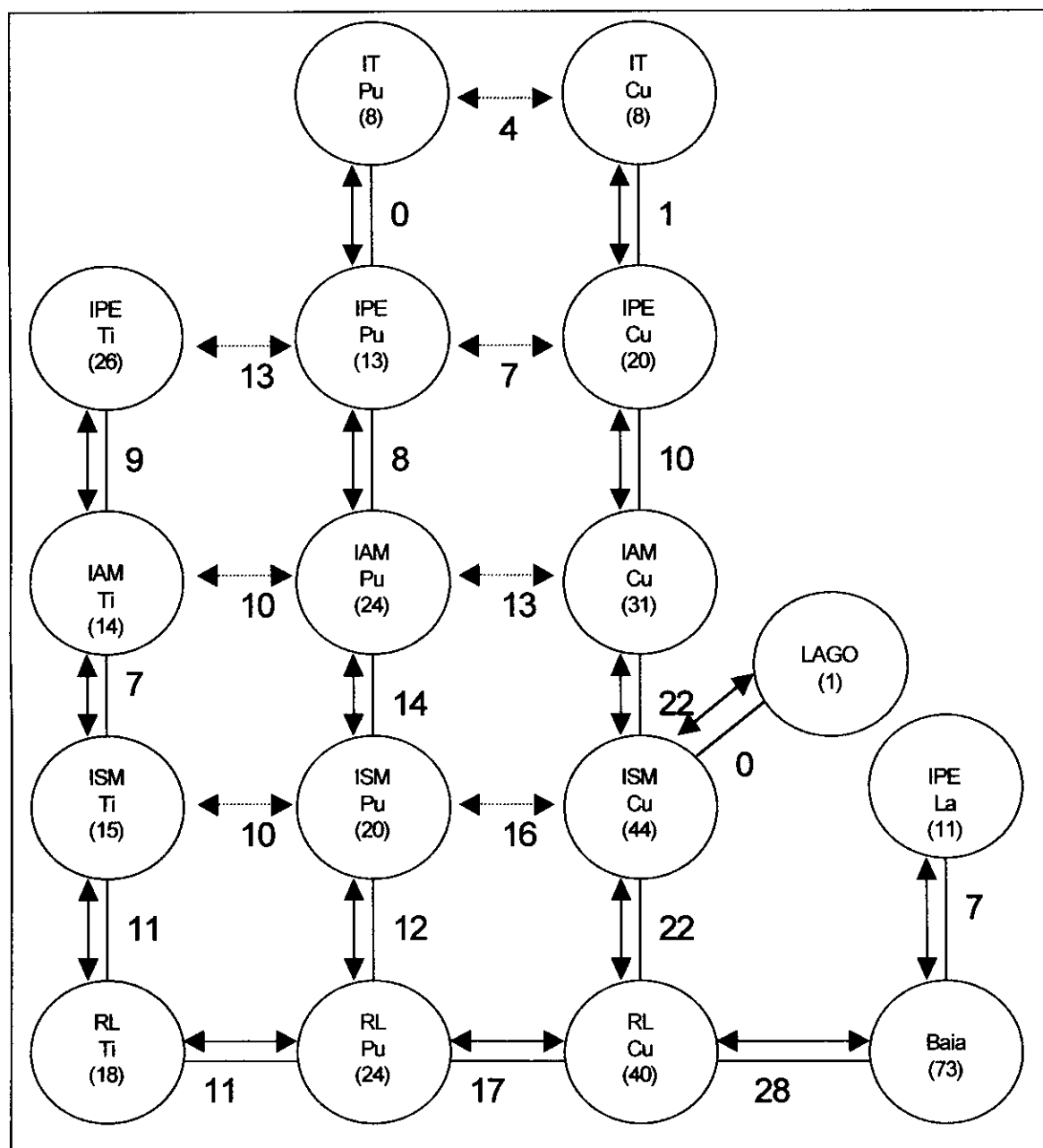


Figura 16 - Esquema da rede de drenagem estudada, os círculos representam as estações de coletas e número de espécies (n) e suas respectivas conexões. Os valores ao longo das conexões e as flechas entre os ambientes representam o número de espécies compartilhadas.

ANÁLISE DE AGRUPAMENTO

Quanto à separação das estações de coleta baseada na incidência de cada espécie (Figura 17) foi nítida a segregação de seis pontos (A - F). O primeiro grupo (A) é representado pelos trechos de rios temporários dos igarapés Curuá e Puraquequara. O segundo e maior grupo (B) evidenciou a similaridade entre as comunidades de peixes localizados no trecho médio dos igarapés Curuá (IAM-Cu e ISM-Cu), Puraquequara (IAM-Pu e ISM-Pu) e Tijucaquara (IAM-Ti e ISM-Ti) e o rio Caxiuanã (RL-Ti). O grupo C compreende o trecho final do rio Caxiuanã (RL-Pu e RL-Cu) e baía de Caxiuanã (Baía), sendo estes dois últimos (RL-Cu e Baía) os trechos que apresentaram maior riqueza de espécies. O grupo D compreende o trecho superior (IPE) dos igarapés Curuá, Puraquequara e Tijucaquara. O quinto grupo (E) corresponde ao ponto do igarapé Laranjal. E o último e mais segregado, o ponto (F) é representado pelo lago Cacuri, que apresentou apenas uma espécie, a qual foi exclusiva para este ambiente.

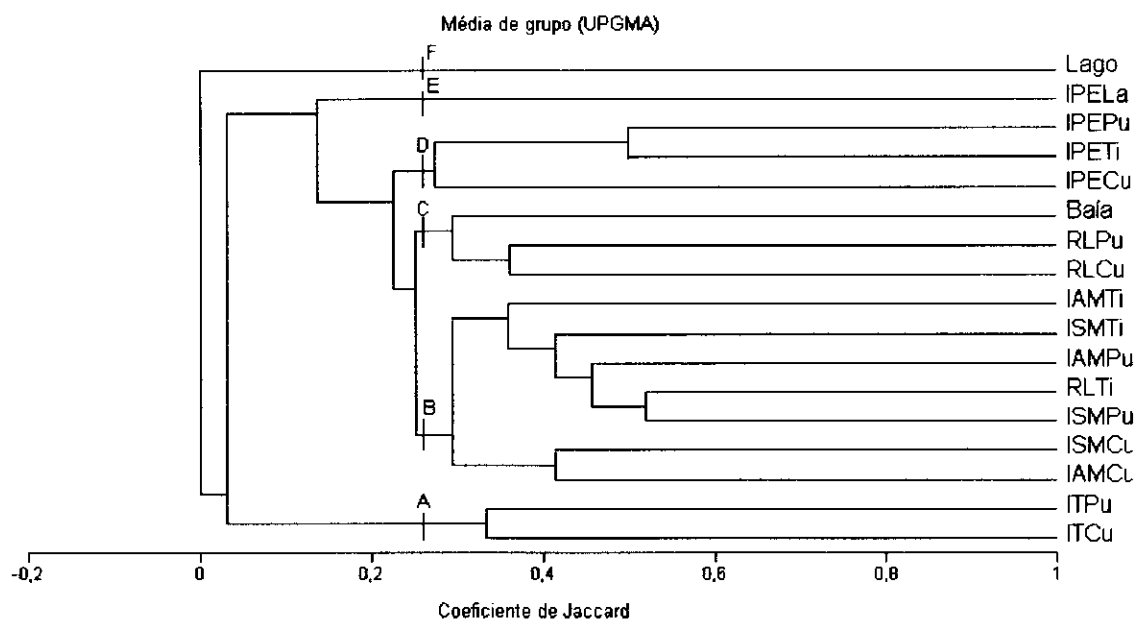


Figura 17 - Dendrograma resultante da ordenação e classificação das estações de coleta, baseadas na incidência das espécies. O método de ligação foi a média de grupos (UPGMA), a distância pela similaridade de Jaccard. A – Igarapés Temporários; B – Trecho médio; C - Trecho inferior; D – Trecho superior; E – Igarapé Laranjal; F – Lago Cacuri.

CONSIDERAÇÕES SOBRE O INVENTÁRIO

- Os rios aqui estudados estão localizados na região do Baixo Amazonas, no que compreende um complexo de rias fluviais ao sudoeste da Ilha de Marajó. A maioria das espécies de peixes presentes no conjunto de drenagem do Amazonas pertence ao grupo dos Ostariophysi, fato também observado para a área de Caxiuanã. A distribuição destas espécies dentro das famílias segue o padrão geral amazônico com Characiformes e Siluriformes como os grupos mais abundantes (Lowe-McConnell, 1999);
- As coletas foram realizadas durante três meses (novembro 1999 e outubro e novembro de 2000) sempre no período de seca, pois este facilita a metodologia para inventários, devido ao menor volume de água, ocasionando uma maior concentração das espécies;
- Houve uma média de 0,88 espécies novas por unidade amostral e 7,65 espécies novas por estação de coleta, ressaltando a relação entre riqueza e esforço para cada área amostrada, e assim é reforçada a necessidade da utilização de um protocolo com diferentes métodos em trabalhos de inventário;
- Quando comparado com rios de outras bacias maiores, as 130 espécies aqui apresentadas estão dentro da faixa de espécies já registradas com diferentes esforços de coleta, como os rios Caquetá-Japurá, com 241 espécies; o Rio Putumayo-Içá, com 100 espécies; Rio Mamoré, com 280 espécies; Rio Napo com 473 espécies; Rio Negro 450 espécies; e Rio Tocantins com 300 espécies (Barthem *et al.*, 1995);
- Das 130 espécies encontradas, 39 foram separadas por morfoespécie, indicando que, aproximadamente, 30% da fauna pode ser nova ou não apresenta uma literatura disponível para a identificação;
- A similaridade das espécies em diferentes estações de coleta é alta quando comparamos os habitats ou estações vizinhas, com exceção

das estações IT (igarapé temporário) dos igarapés Curuá e Puraquequara e o Igarapé Laranjal;

- Destacam-se das demais estações as comunidades das estações IT dos igarapés Curuá e Puraquequara, o lago Cacuri (somente uma espécie exclusiva para este ambiente) e a estação IPE do igarapé Laranjal, estas apresentam várias espécies exclusivas;
- A Baía de Caxiuanã apresentou a maior riqueza e a maior quantidade de espécies exclusivas.

CAPÍTULO 3- ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE PEIXES DE CAXIUANÃ - MELGAÇO (PA).

INTRODUÇÃO

As espécies podem se distribuir espacial e temporalmente de forma organizada, seguindo um padrão que pode ser percebido pela associação ou agrupamento das espécies e pela sua relação com determinados habitats. Essas associações de espécies ou comunidades podem ser definidas como um conjunto de espécies que interagem entre si através de associações espaciais, funcionais ou taxonômicas (MacArthur, 1965).

A ocorrência dessas associações pode ser explicada pela distribuição espacial e pela partilha alimentar sobre o uso de recursos ambientais em comunidades de peixes (Ross, 1986; Power, 1984; Greenberg, 1991) ou pela pressão exercida por predadores e por características ambientais, tais como substrato, correnteza e profundidade (Gorman & Karr, 1978; Power, 1984).

No entanto, uma das primeiras questões nos estudos de comunidades é reconhecer a existência destes padrões, distinguindo-os de eventos não organizados ou de simples associações aleatórias de espécies. Uma comunidade é organizada quando as interações formam determinados subconjuntos de forma constante, e diferentes daqueles esperados pela casualidade (Holldöbler & Wilson, 1990). A habilidade das espécies em se dispersarem e ajustar-se ao ambiente faz com que existam "membros exclusivos", ou seja, de admissão restrita dentro das comunidades.

Os índices de diversidade geralmente avaliam a comunidade em termos de riqueza de espécies (número de espécie/área) e uniformidade (distribuição de indivíduos entre espécies) (Pielou, 1975). Existe um consenso de que qualquer estimativa sobre a diversidade regional dependerá da diversidade local (α) e da diversidade entre habitats (β). Assim, a estimativa acurada da diversidade local assume uma importância fundamental, considerando que a mesma pode se repetir ao longo de escalas superiores estruturando a diversidade entre habitats e a

diversidade regional. Estes índices podem ser estimados através de parâmetros oriundos dos ajustes na curva de espécie-abundância por meio de modelos teóricos como lognormal, série logarítmica, série geométrica e o modelo de *Broken stick* (Pielou, 1975). De uma maneira geral, estes estimadores refletem a relação entre o número de espécies e indivíduos encontrados numa determinada área.

Este capítulo pretende primeiramente apresentar os padrões de distribuição das espécies encontradas em Caxiuanã. Para isso, será avaliada a diversidade através dos índices de diversidade de espécies e de modelos de espécies-abundância. Uma estimativa da riqueza utilizando somente as capturas por malhadeira foi feita com base no programa EstimateS 6b1 (viceroy.eeb.uconn.edu/estimates). As associações de espécies são indicadas através da análise de similaridade entre os diferentes ambientes em relação à sua fauna.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo e a caracterização das estações de coletas utilizadas aqui estão descritas no primeiro capítulo desta dissertação. Apenas os trechos IT (igarapé temporário) dos igarapés Curuá e Puraquequara não foram utilizados neste capítulo, pois nestes não foi possível realizar coletas com malhadeira.

A ictiofauna das estações de coleta foi amostrada por uma bateria de redes de emalhar (malhadeira), compostas por redes de panagens de diferentes tamanhos de malha, porém com comprimento e altura semelhantes. Estas baterias representavam uma unidade amostral ou de esforço de coleta sendo que cada rede apresentava 10 m de comprimento e era feita com panagens de malhas de 3cm, 4cm, 6cm, 7cm, 8cm, 10cm, 11cm e 12cm, entre nós opostos. Foram construídas baterias de redes de duas alturas, de dois e quatro metros, para atuarem em áreas rasas e profundas. As baterias eram colocadas no período noturno entre três e quatro horas e retiradas na manhã seguinte, entre sete e oito horas. Os locais onde as redes foram estendidas foram selecionados com auxílio de um pescador local, que indicava áreas mais prováveis de captura. Para cada estação de coleta foram realizadas no mínimo três coletas ou unidades amostrais.

As amostras da ictiofauna foram coletadas em 20 estações descritas na Tabela 9 sendo realizadas dentro do menor intervalo de tempo possível, minimizando assim a variação causada pelas mudanças climáticas que ocorrem ao longo de um período. Devido à influência lunar na eficiência da captura, foram realizadas para cada estação amostral duas visitas em períodos lunares diferentes, que ao final tiveram suas amostragens somadas. Porém, esta metodologia só foi possível ser realizada para os igarapés Curuá, Puraquequara e Tijucaquara e o Rio Caxiuanã.

Tabela 9 - Descrição das estações de coletas para os rios amostrados em Caxiuanã e número de unidades amostrais.

Sigla da Estação	Estação	Rio	Unidades amostrais
IPE-Cu	Igarapé <u>P</u> ermanente <u>E</u> streito	Ig. Curuá	6
IAM-Cu	Igarapé <u>A</u> berto com <u>M</u> acrófita	Ig. Curuá	6
ISM-Cu	Igarapé Aberto <u>s</u> em <u>M</u> acrófita	Ig. Curuá	6
IPE-Pu	Igarapé <u>P</u> ermanente <u>E</u> streito	Ig. Puraquequara	6
IAM-Pu	Igarapé <u>A</u> berto com <u>M</u> acrófita	Ig. Puraquequara	6
ISM-Pu	Igarapé Aberto <u>s</u> em <u>M</u> acrófita	Ig. Puraquequara	6
IPE-Ti	Igarapé <u>P</u> ermanente <u>E</u> streito	Ig. Tijucaquara	6
IAM-Ti	Igarapé <u>A</u> berto com <u>M</u> acrófita	Ig. Tijucaquara	6
ISM-Ti	Igarapé Aberto <u>s</u> em <u>M</u> acrófita	Ig. Tijucaquara	6
RL-Cu	<u>R</u> io – <u>L</u> ago	Rio Caxiuanã	6
RL-PU	<u>R</u> io – <u>L</u> ago	Rio Caxiuanã	6
RL-TI	<u>R</u> io – <u>L</u> ago	Rio Caxiuanã	6
BA01	Baía de Caxiuanã	Rio Anapu	4
BA02	Baía de Caxiuanã	Rio Anapu	4
BA03	Baía de Caxiuanã	Rio Anapu	4
BA04	Baía de Caxiuanã	Rio Anapu	3
BA05	Baía de Caxiuanã	Rio Anapu	3
BA06	Baía de Caxiuanã	Rio Anapu	3
BA07	Baía de Caxiuanã	Rio Anapu	3
IPE-La	Igarapé <u>P</u> ermanente <u>E</u> streito	Ig. Laranjal	3
Total			99

BIOMETRIA

Medidas de peso corporal (g) e o comprimento padrão (mm) (distância do extremo do focinho ao pedúnculo caudal) foram obtidas de todos os peixes capturados por rede de emalhar para estimar a biomassa e o tamanho médio dos indivíduos. A pesagem de cada indivíduo foi realizada por meio de uma de balança digital *EKS* com capacidade para 2.000 g e precisão de 1g, ou através de balança manual de uso doméstico *JONAS* com capacidade para 20 kg e precisão de 3 kg. O comprimento padrão (mm) foi medido através de paquímetro plástico que mede até 150 mm com precisão de 0,05 mm, ou uma régua plastificada (ictiômetro) que mede até 60 cm com precisão de 0,5 cm.

ANÁLISE DOS DADOS

Padrão de distribuição longitudinal (Diversidade β)

A mudança na composição de espécies foi comparada entre pares de estações e ao longo do gradiente do rio. Esta foi mensurada com base na presença e ausência das espécies e em três medidas de diversidade beta. A utilização destas três medidas se deve ao fato de cada uma levar em consideração propriedades diferentes que poderiam apresentar alterações ao longo de um gradiente.

A diversidade beta de Cody (1975) baseia-se na medida de “turnover”, ou seja, o número de espécies adicionadas e aquelas que são perdidas ao longo de um transecto (Equação 2).

$$\beta_c = \frac{g(H) + I(H)}{2} \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

β_c = medida de Cody (1975);

$g(H)$ = número de espécies adicionadas ao longo do transecto;

$l(H)$ = número de espécies perdidas neste mesmo transecto.

A medida de Routledge (1977) leva em conta a riqueza total de espécies no local e o grau de sobreposição no gradiente (Equação 3):

$$\beta r = \frac{S^2}{(2r + S)} - 1 \quad \text{Equação 3}$$

Onde:

βr = medida de Routledge (1977);

S = número total de espécies em todas as amostras

r = número de espécies com distribuição sobreposta.

A medida de Russel *et al.* (1995), baseada no cálculo da taxa de “turnover”; Diamond & May (1977) propuseram uma modificação em que apenas examinam como a composição de espécies da comunidade muda em relação ao espaço (Equação 4).

$$Tr = \frac{Se + Si}{S} \quad \text{Equação 4}$$

Onde:

Tr = taxa de “turnover” (Russell, *et al.* 1995);

Se = número de espécies extintas;

Si = número de espécies imigrantes;

S = número total de espécies presentes.

Diversidade α , dominância e uniformidade de espécies.

A caracterização das amostras de peixes de cada estação amostral foi realizada através de estimativa de parâmetros univariados como os índices de diversidade e uniformidade. Os dados de abundância foram dispostos em matriz com a finalidade de se calcular estes índices.

Estimamos a diversidade de espécies utilizando quatro estatísticas mais comumente empregadas. A utilização de vários índices foi devido às diferenças quanto às informações fornecidas por cada um deles e o objetivo aqui foi analisar o padrão de diversidade das comunidades para cada ambiente. Medimos a riqueza de espécies, dada pelo número de espécies presentes (S); o índice de Berger-Parker (Equação 5):

$$d = \frac{N_{\max}}{N} \quad \text{Equação 5}$$

Onde:

d = índice de Berger-Parker;

$N_{\max}$ = número de indivíduos da espécie mais abundante;

N = número total de indivíduos.

O índice de Simpson (Equação 6), mede a probabilidade de que dois indivíduos tomados ao acaso pertencem à mesma espécie (Pielou, 1969; 1975):

$$D = \sum \left[\frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)} \right] \quad \text{Equação 6}$$

Onde:

D = índice de Simpson;

n_i = número de indivíduos na i -ésima espécie;

N = número total de indivíduos.

O índice de Shannon-Wiener (H') (Equação 7) foi calculado com dados de número de indivíduos. Este índice foi calculado por:

$$H' = -\sum p_i \log p_i \quad \text{Equação 7}$$

Onde:

H' = índice de Shannon-Wiener;

p_i = proporção de indivíduos da espécie i .

Como o índice de Shannon-Wiener atribui menor peso às espécies raras, a uniformidade das distribuições de abundância foi calculada através da uniformidade de Pielou (U) Equação 8.

$$U = \frac{H'}{\log s} \quad \text{Equação 8}$$

Onde:

U = Uniformidade de Pielou;

H' = diversidade de Shannon-Wiener;

s = número de espécies.

Whittaker-plot: Modelos de espécie-abundância

Esta análise consiste em plotar a abundância das espécies na comunidade em ordem da mais comum para a mais "rara" em escala log natural. Os dois componentes principais da diversidade de espécies (uniformidade e a riqueza), foram analisados através da seqüência do logaritmo do número de indivíduos de cada espécie, da mais abundante para a menos abundante. A linha obtida mostra a curva do componente de dominância da diversidade (Whittaker *apud* Odum, 1988) ou curva de importância de espécies (Pianka, 1982) para a captura total.

Os procedimentos para o ajuste das curvas aos modelos de espécie-abundância foram realizados, através da rotina DISTRIBUTION do programa SPECIES, DIVERSITY & RICHNESS (PISCES Conservation, 2000). Estes ajustes foram testados comparando os valores observados e os esperados para cada modelo de distribuição através de Qui-quadrado (X^2). Os modelos utilizados foram:

- **Série geométrica** - assume que a espécie dominante utiliza uma proporção k do recurso limitante, a segunda espécie mais dominante ocupa a mesma proporção k do recurso limitante e assim para todas as outras espécies. O padrão é de uma ocupação preferencial de nicho; poucas espécies dominantes e muitas raras, ambientes pobres (Magurran, 1988; Ludwig & Reynolds, 1988).
- **Série logarítmica** – este modelo é descrito para comunidades com altos valores de riqueza. É representado por um número pequeno de espécies abundantes e um grande número de espécies raras (Krebs, 1989).
- **Distribuição lognormal** - múltipla dimensão de nichos e superposição (comunidades estáveis) (Krebs, 1989; Ludwig & Reynolds, 1988).
- **Modelo "Broken-stick"** - Neste modelo a divisão de nicho dentro de uma comunidade ocorre de maneira aleatória. O ajuste a este modelo indica que um importante fator ecológico está sendo dividido entre as espécies. (Magurran, 1988; Ludwig & Reynolds, 1988).

Estimativas de riqueza de espécies

Foi elaborada uma lista de espécies de peixes coletados durante o estudo. Com base nesta lista elaborou-se uma matriz contendo, na primeira coluna, o nome das espécies e as colunas seguintes seriam representadas pelas unidades amostrais, que teriam valores de sua abundância para aquela unidade amostral.

A riqueza de espécies foi definida como o número de espécies amostradas por um determinado aparelho de pesca (malhadeira) e a estimativa de espécies esperadas foi calculada através do estimador Jackknife (Burham & Overton, 1978; 1979). A curva de acumulação de espécie foi tratada por 100 randomizações. Para esta análise utilizou-se o programa EstimateS 6b1 (viceroy.eeb.uconn.edu/estimates).

Análise de agrupamento e componente principal (PCA)

A análise de agrupamento foi utilizada para classificar as localidades de acordo com a abundância e riqueza das espécies, separando estações com faunas mais distintas e unindo as mais semelhantes. Neste capítulo o método adotado foi o de ligação pela Média de Grupo (UPGMA – Unweighted Paired Group Method by Mathematical Average). O coeficiente de semelhança para os dados de abundância foi pelo índice de similaridade de Morisita-Horn.

Para análise de componente principal neste capítulo, foram utilizados os dados de abundância das espécies para cada estação de coleta, considerando os valores maiores que $|0,10|$.

Análise de Mantel

Para realizar comparações entre a matriz de similaridade biótica (coeficiente de semelhança pelo índice de Morisita-Horn) e a matriz de similaridade ambiental (coeficiente de semelhança pelo índice da Distância Euclidiana) descrita no capítulo 1 desta dissertação, e, desta forma, testar a hipótese nula de não interrelação entre as mesmas, foi aplicado o teste de Mantel (Zyx) (Mantel, 1967). A significância de Zyx foi obtida comparando-se o valor observado com sua distribuição permutacional, obtida pela comparação de uma das matrizes com a permutação aleatória dos elementos ij da outra matriz. Para o presente estudo, foram efetuadas 1000 permutações.

RESULTADOS

Durante este trabalho, foram coletados 197,664 kg de pescado, peso fresco, de 1.728 indivíduos pertencentes a 69 espécies de 21 famílias da classe de peixes teleósteos, as quais estão descritas na Tabela 9.

Tabela 10 - Lista das espécies de peixes coletadas por redes de emalhar em Caxiuanã. Cód. = código utilizado para representar as espécies nas figuras e tabelas; família das espécies; nome da espécie; nome local (vulgar); abundância de indivíduos capturados (N); o comprimento padrão (mm) médio da espécie (CPM); o peso total (g) capturado (PT); e o peso médio (g) dos indivíduos na coleção total (PM). Em ordem decrescente de abundância (N).

Cód.	Família	Espécie ou morfoespécie	Nome local	N	CPM	PT	PM
sp24	Curimatidae	<i>Cyphocharax abramoides</i>	Falsa piranha	448	135,09	32511	106,5
sp06	Auchenipteridae	<i>Ageneiosus dentatus</i>	Langui	177	168,45	8325	47
sp15	Characidae	<i>Bryconops</i> sp. 1	Piquirão	153	134,48	4571	37,5
sp11	Auchenipteridae	<i>Auchenipterichthys longimanus</i>	Cachorro de padre	122	105,89	3212	45
sp61	Characidae	<i>Serrasalmus eigenmanni</i>	Piranha-tinga	92	188,89	23223	309
sp04	Acestrorhynchidae	<i>Acestrorhynchus falcirostris</i>	Saricanga	78	210,63	7914	217
sp51	Sciaenidae	<i>Plagioscion squamosissimus</i>	Pescada-branca	57	210,18	8588	192,5
sp47	Pristigasteridae	<i>Pellona castelnaeana</i>	Apapá-amarelo	54	297,13	21856	1220
sp28	Hemiodontidae	<i>Hemiodus</i> sp. 1	Piraxixira	42	154,76	2521	83
sp07	Characidae	<i>Agoniatos anchovia</i>	Sardinha	41	177,73	1979	53,5
sp37	Characidae	<i>Metynnis hypsauchen</i>	Pacu-branco	37	91,41	1198	53,5
sp10	Characidae	<i>Astyanax</i> sp. 1	Piaba	33	79,7	371	12,5
sp22	Curimatidae	<i>Curimata vittata</i>	Curimatã	24	154,58	2070	88,5
sp69	Characidae	<i>Triportheus elongatus</i>	Sardinha	23	156,3	1082	48
sp41	Osteoglossidae	<i>Osteoglossum bicirrhosum</i>	Aruanã	22	451,36	16678	1150
sp43	Auchenipteridae	<i>Parauchenipterus galeatus</i>	Cachorro de padre	20	146,5	864	62,5
sp34	Anostomidae	<i>Leporinus affinis</i>	Aracu-flamengo	19	224,21	4243	261,5
sp27	Cichlidae	<i>Geophagus surinamensis</i>	Acará-tinga	18	169,72	2806	207,5
sp60	Characidae	<i>Serrasalmus cf. denticulatus</i>	Piranha-amarela	18	160,56	3546	307
sp56	Engraulidae	<i>Pterengraulis atherinoides</i>	Sardinha	16	120,94	364	29
sp31	Callichthyidae	<i>Hoplosternum thoracatum</i>	Tamoatã	15	118,67	854	74,5
sp19	Cynodontidae	<i>Charax gibbosus</i>	Peixe-morcego	13	98,38	261	19
sp29	Hemiodontidae	<i>Hemiodus unimaculatus</i>	Piraxixira	13	186,92	1583	140,5
sp48	Pristigasteridae	<i>Pellona flavipinnis</i>	Apapá-branco	13	218,62	2167	328,5
sp54	Loricariidae	<i>Pseudoloricaria punctata</i>	Jatochi	13	160,77	304	27
sp62	Characidae	<i>Serrasalmus cf. maculipinnis</i>	Piranha-curuari	13	167,69	2800	286
sp14	Characidae	<i>Bryconops</i> sp. 2	Piquirão	12	101,67	202	14,5
sp63	Characidae	<i>Serrasalmus rhombeus</i>	Piranha-preta	12	223,75	5380	478,5
sp36	Engraulidae	<i>Lycengraulis batesii</i>	Sardinha	10	153,5	345	40
sp21	Cichlidae	<i>Cichla temensis</i>	Tucunaré	9	281,11	3589	537,5
sp30	Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i>	Sulamba	9	261,67	3233	440,5
sp40	Characidae	<i>Myelus cf. torquatus</i>	Pacu-açu	9	119,44	852	160
sp68	Auchenipteridae	<i>Tetranematichthys quadrifilis</i>	-	9	149,89	624	113,5
sp03	Acestrorhynchidae	<i>Acestrorhynchus falcatus</i>	Uéua	8	152,5	299	53,5
sp13	Pimelodidae	<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	Filhote	8	453,13	13439	1546,5
sp09	Anostomidae	<i>Anostomus taeniatatus</i>	Aracu-branco	4	190	417	173,5
sp23	Cynodontidae	<i>Cynodon gibbus</i>	Peixe-morcego	4	177,5	186	45,5
sp38	Characidae	<i>Metynnis</i> sp. 1	Pacu-branco	4	91,25	104	26,5
sp52	Sciaenidae	<i>Plagioscion surinamensis</i>	Pescada-preta	4	306,25	1752	508,5
sp05	Auchenipteridae	<i>Ageneiosus brevifilis</i>	Mandube	3	255	687	255,5
sp08	Anostomidae	<i>Anostomoides laticeps</i>	Aracu-í	3	193,33	305	105
sp12	Ctenoluciidae	<i>Boulengerella maculata</i>	Pirapucu	3	250	254	89
sp17	Characidae	<i>Catopirion mento</i>	Piranha caju	3	90	72	21

Cód.	Família	Espécie ou morfoespécie	Nome local	N	CPM	PT	PM
sp64	Characidae	<i>Serrasalmus</i> sp. 1	-	3	240	1409	505
sp01	Cichlidae	<i>Acarichthys heckelli</i>	Acarai	2	75	22	11
sp16	Cichlidae	<i>Caquetaia</i> sp.	Acará-sanha	2	75	31	15,5
sp18	Cetopsidae	<i>Cetopsis coecutiens</i>	Candiru-açu	2	220	386	193
sp20	Cichlidae	<i>Cichla</i> sp.	Tucunaré	2	195	333	166,5
sp32	Pimelodidae	<i>Hypophthalmus marginatus</i>	Mapará	2	360	697	348,5
sp33	Anostomidae	<i>Laemolyta petiti</i>	Aracu-branco	2	200	230	115
sp42	Sciaenidae	<i>Pachypops furchraeus</i>	Pescada-corvina	2	120	63	31,5
sp44	Loricariidae	<i>Peckoltia</i> sp. 1	Acari-pedra	2	102,5	65	32,5
sp49	Pimelodidae	<i>Pimelodus blochii</i>	Mandi	2	107,5	24	12
sp55	Pimelodidae	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>	Surubim	2	600	4703	2351,5
sp58	Characidae	<i>Pygocentrus nattereri</i>	Piranha-caju	2	60	9	4,5
sp59	Rhamphichthyidae	<i>Rhamphichthys rostratus</i>	Ituí-terçado	2	570	390	195
sp02	Cichlidae	<i>Acaronia nassa</i>	Acará-borroló	1	140	116	116
sp25	Sternopygidae	<i>Eigenmannia humboldtii</i>	Itui	1	270	17	17
sp26	Gymnotidae	<i>Electrophorus electricus</i>	Poraquê	1	610	478	478
sp35	Anostomidae	<i>Leporinus</i> sp. n .	Aracu-boi	1	110	30	30
sp39	Characidae	<i>Myleus cf. micans</i>	Pacu-açu	1	155	150	150
sp45	Loricariidae	<i>Peckoltia</i> sp. 2	Acari-pedra	1	125	56	56
sp46	Loricariidae	<i>Peckoltia</i> sp. 3	Acari-pedra	1	85	10	10
sp50	Pimelodidae	<i>Pimelodus</i> sp. 1	Mandi	1	270	365	365
sp53	Pimelodidae	<i>Platynemichthys notatus</i>	Peixe galinha	1	245	210	210
sp57	Loricariidae	<i>Pterygoplichthys</i> sp.	Acari	1	170	125	125
sp65	Sternopygidae	<i>Sternopygus macrurus</i>	Itui	1	330	74	74
sp66	Auchenipteridae	<i>Tatia</i> sp. 1	Cachorro de padre	1	85	13	13
sp67	Auchenipteridae	<i>Tatia</i> sp. 2	Cachorro de padre	1	110	27	27

A espécie mais abundante capturada em Caxiuanã foi a falsa-piranha ou branquinha (sp24 - *Cyphocharax abramoides*) com 448 indivíduos (26% do total), seguido pelo langüi (sp6 - *Ageneiosus dentatus*) e piquirão (sp15 - *Bryconops* sp. 1) com 177 (10%) e 153 (9%) indivíduos, respectivamente. Outras espécies abundantes foram: cachorro-de-padre (sp11 - *Auchenipterichthys longimanus*) com 122 indivíduos (7%) e a piranha-tinga (sp61 - *Serrasalmus eigenmanni*) com 92 indivíduos (5%). Estas cinco espécies representaram mais da metade (57%) da captura total indicando uma dominância por estas espécies. Das 64 espécies restantes, mais da metade (34 espécies), foram representadas por menos de 5 indivíduos cada.

A Figura 18 mostra o tamanho médio (CPM) de cada espécie capturada. Dentre as espécies abundantes a maioria (69%) apresentou porte pequeno e médio entre 60 a 217 mm. Este conjunto é representado pela falsa-piranha (sp24 - *Cyphocharax abramoides*) que apresentou 135,09 mm de CPM, pelo langüi (sp6

– *Ageneiosus dentatus*) e o piquirão (sp15 – *Bryconops* sp. 1) com 168,45 mm e 105,89 mm de CPM, respectivamente.

Dentre as espécies abundantes, as que possuem tamanhos maiores destacam-se: o aruanã (sp41 – *Osteoglossum bicirrhosum*) com 451,36 mm de CPM e o apapá-amarelo (sp47 – *Pellona castelnaeana*) com 297,13 mm de CPM.

As maiores espécies encontradas foram: poraquê (sp26 – *Electrophorus electricus*), surubim (sp55 – *Pseudoplatystoma fasciatum*) e ituí-terçado (sp59 – *Rhamphichthys rostratus*), com 610, 600 e 570 mm, respectivamente. Todas estas espécies apresentaram baixa abundância.

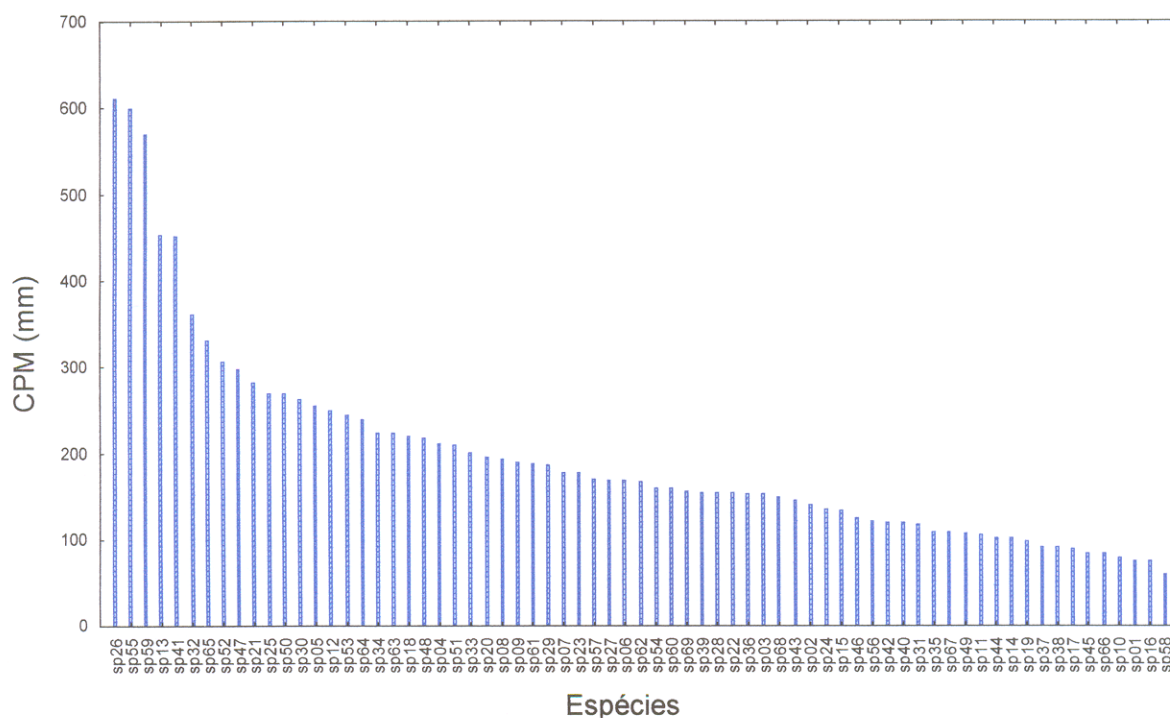


Figura 18 - Comprimento Padrão Médio (CPM) das espécies coletadas por rede de espera nas bacias dos igarapés Curuá, Puraquequara, Tijucaquara, Laranjal, rio Caxiuanã e baía de Caxiuanã (Melgaço – PA).

O surubim (sp55 – *Pseudoplatystoma fasciatum*) foi a espécie que apresentou maior peso médio (PM) de seus indivíduos com 2.351,5 g, seguido pelo filhote (sp13 – *Brachyplatystoma filamentosum*) com o peso médio de 1.546,5

g, o apapá-amarelo (sp47 – *Pellona castelnaeana*) com 1.220 g, o aruanã (sp 41 – *Osteoglossum bicirrhosum*) com 1.150 g e o tucunaré (sp21 – *Cichla temensis*) com o peso médio de 537,5 gramas.

Entretanto, a biomassa total capturada por espécie depende tanto do peso de seus indivíduos como também da abundância de suas populações. A Figura 19 mostra o peso total pescado por espécie na coleção total. A espécie que apresentou maior peso total capturado foi a falsa piranha (sp24 - *Cyphocharax abramoides*) com 32.511 g, o que representa 16,4% do peso total pescado. A piranha-tinga (sp61 – *Serrasalmus eigenmanni*) com 23.223 g e o apapá-amarelo (sp47 – *Pellona castelnaeana*) com 21.856 g, representam 11% do peso total capturado.

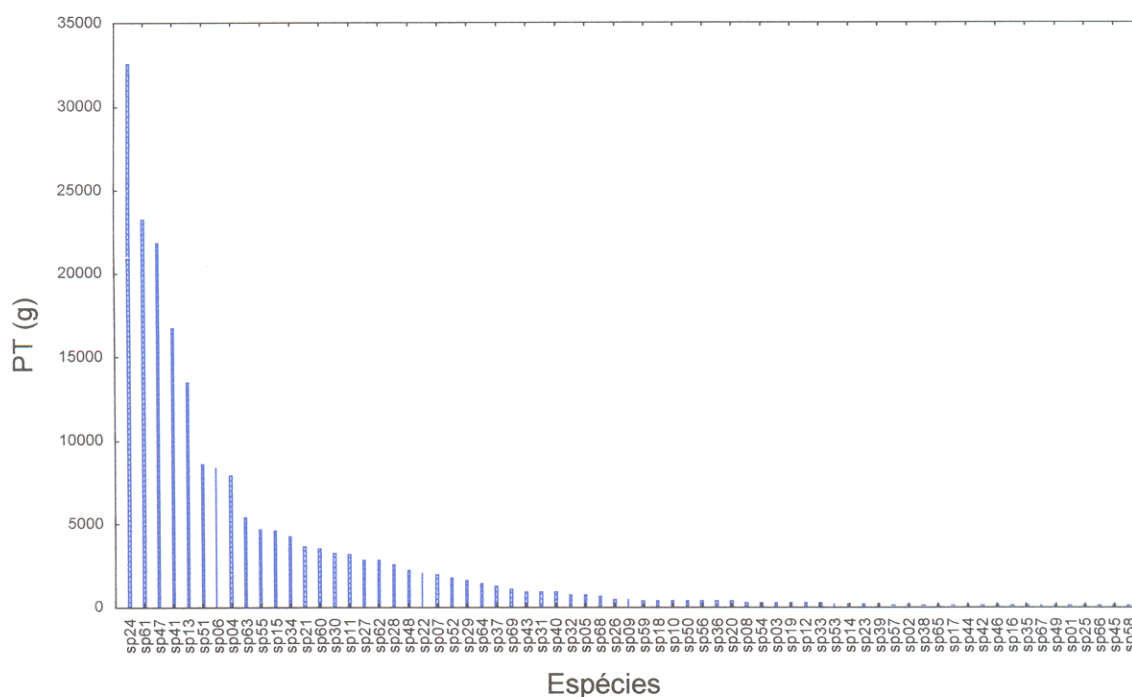


Figura 19 - Biomassa total por espécie de peixes capturados por rede de espera nas bacias dos igarapés Curuá, Puraquequara, Tijucaquara, Laranjal, rio Caxiuanã e baía de Caxiuanã (Melgaço – PA).

CARACTERIZAÇÃO DA COMUNIDADE

Padrão de distribuição das espécies

Observamos que as comunidades de peixes nos rios de Caxiuanã apresentaram gradientes longitudinais, e que a formação deste gradiente se deu por processos de substituição e adição de espécies (Figura 20). No igarapé Curuá foram coletadas 11 espécies para a estação IPE. Porém, na estação IAM, seis espécies destas estavam ausentes e sete outras espécies estavam presentes. Na estação ISM houve o incremento de mais cinco espécies e a perda de apenas duas espécies.

No Igarapé Puraquequara foram coletadas oito espécies para a estação IPE (igarapé permanente estreito). Na estação IAM (igarapé aberto com macrófita), apenas duas destas deixaram de aparecer, havendo o incremento de 14 novas espécies. Da estação IAM para ISM (igarapé aberto sem macrófita) foram adicionadas duas espécies e deixaram de aparecer onze espécies.

No Igarapé Tijucaquara foram coletadas 20 espécies na estação IPE, porém destas, 13 deixaram de aparecer e cinco novas espécies foram adicionadas à comunidade no trecho IAM. Do ponto IAM para ISM, cinco espécies deixaram de aparecer e houve a adição seis novas espécies.

O trecho coletado mais superior do rio Caxiuanã (RL – Ti) apresentou 14 espécies, sendo que quatro destas foram perdidas e adicionadas mais 13 espécies novas no trecho RL-Pu. No trecho RL-Cu nove espécies deixaram de aparecer, porém houve o incremento de mais 10 espécies novas para a comunidade.

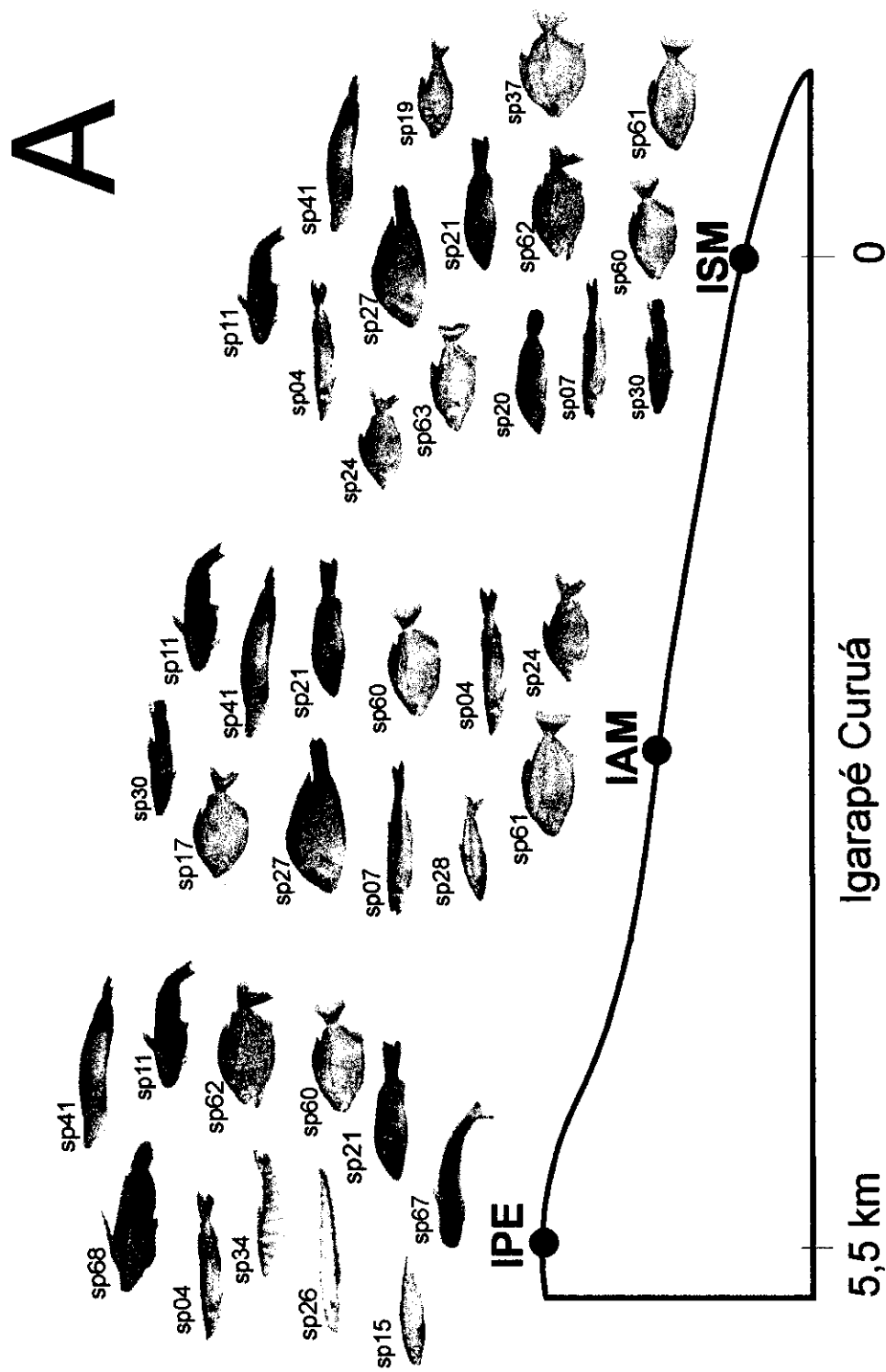


Figura 20 – Esquema da distribuição longitudinal das espécies capturadas nos três pontos do Igarapé Curuá (A). A quilometragem refere-se às distâncias de cada ponto desde da desembocadura dos rios em direção a cabeceira.

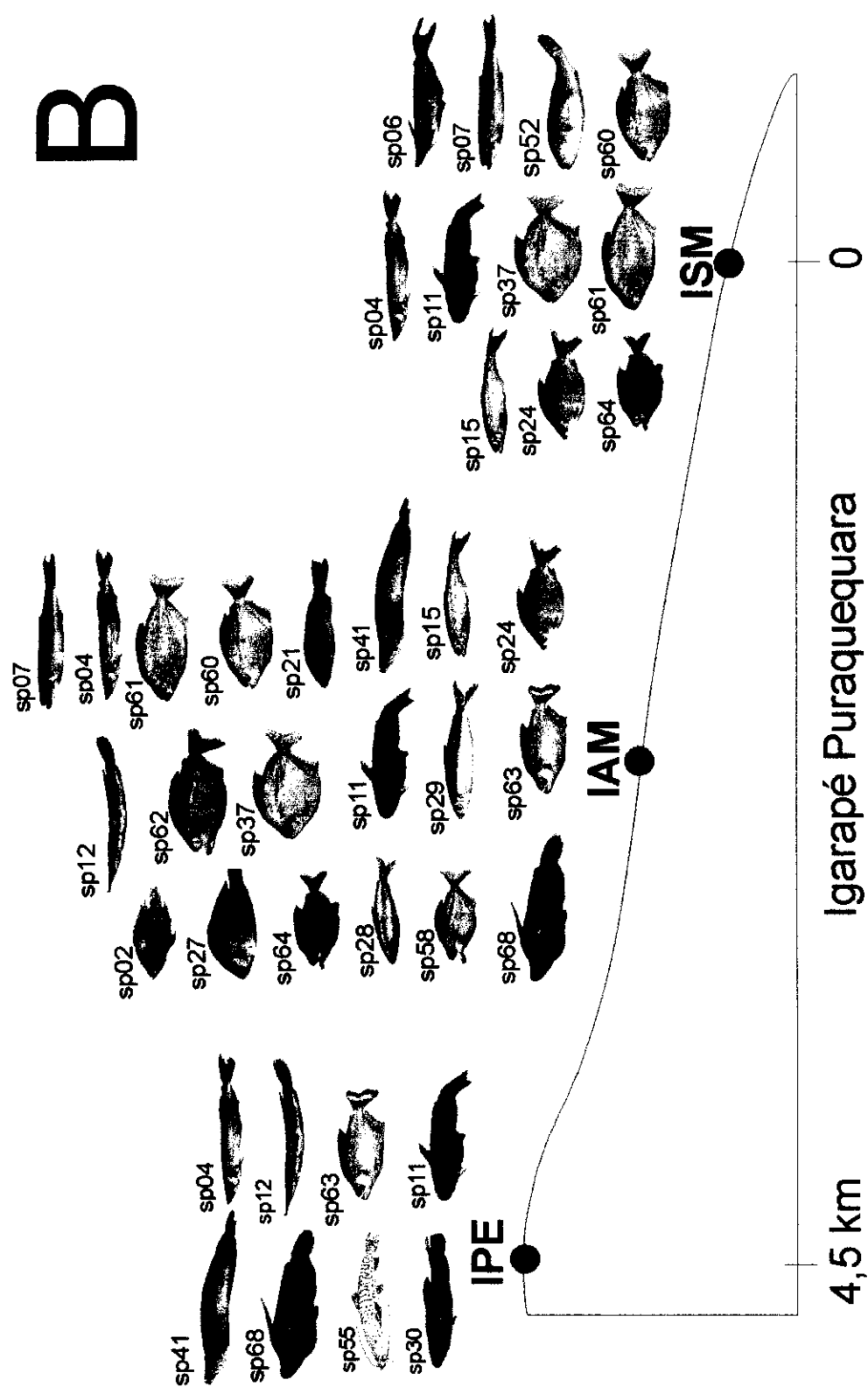


Figura 20 (cont.) – Esquema da distribuição longitudinal das espécies capturadas nos três pontos do Igarapé Puraquequara (B). A quilometragem refere-se às distâncias de cada ponto desde a desembocadura dos rios em direção a cabeceira.

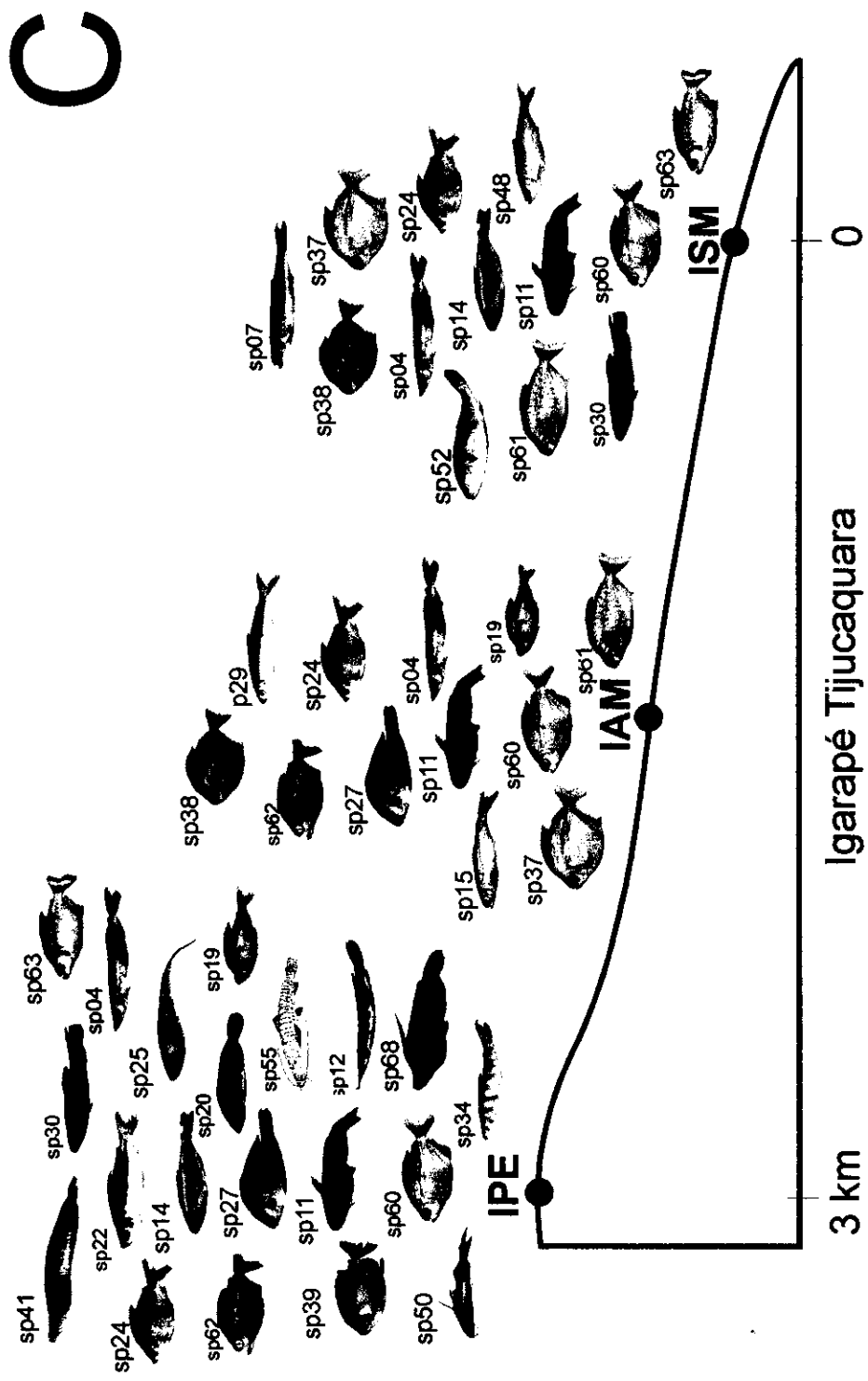


Figura 20 (cont.) – Esquema da distribuição longitudinal das espécies capturadas nos três pontos do Igarapé Tijucaquara (C). A quilometragem refere-se às distâncias de cada ponto desde da desembocadura dos rios em direção a cabeceira.

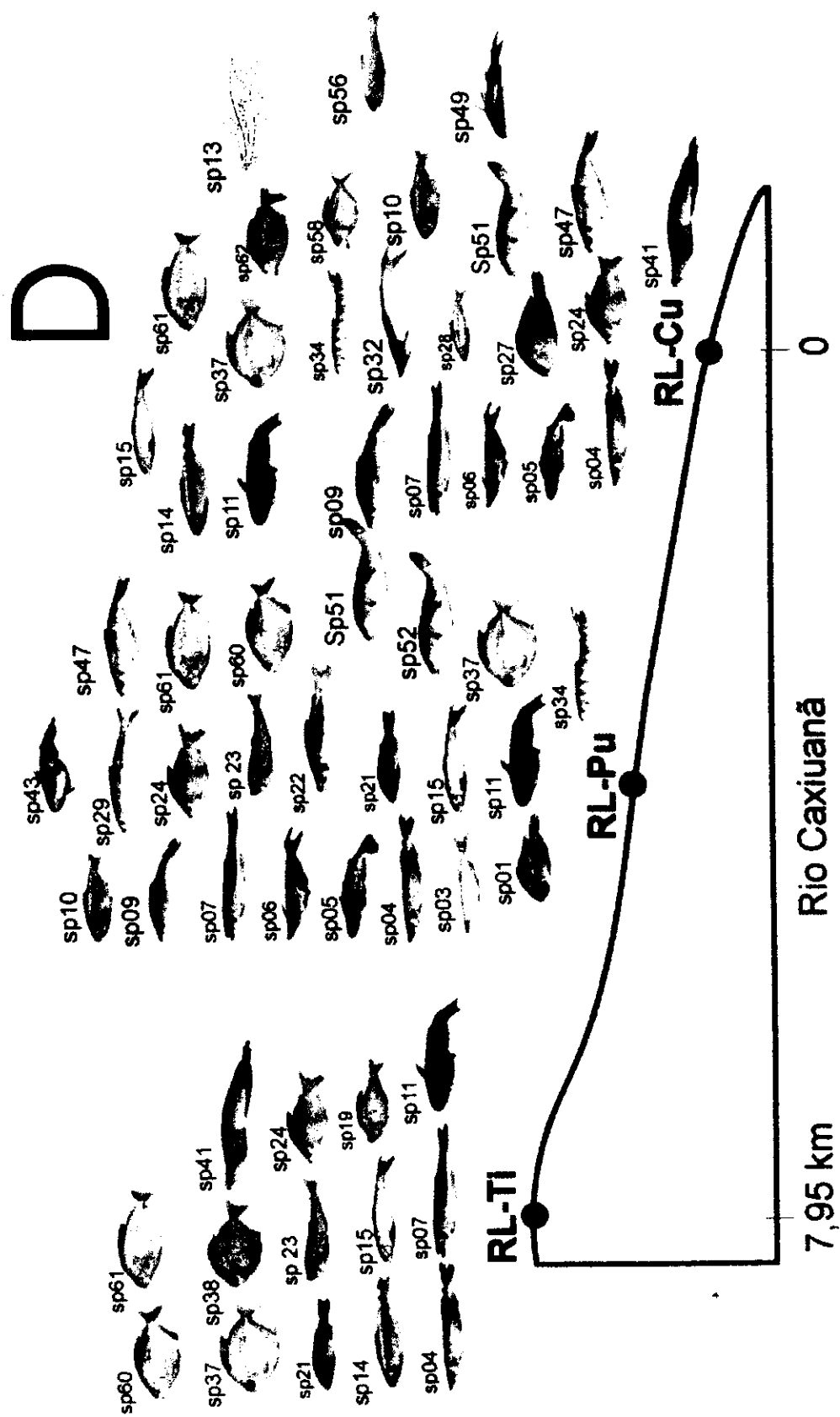


Figura 20 (cont.) – Esquema da distribuição longitudinal das espécies capturadas nos três pontos do Rio Caxiuanã (D). A quilometragem refere-se às distâncias de cada ponto desde da desembocadura dos rios em direção a cabeceira.

Diversidade β

A Figura 21 mostra a variação nos índices de diversidade beta calculados entre os pares das estações. A medida de Routledge (β_r), a qual leva em consideração a riqueza de espécies e o grau de sobreposição entre elas, e de Cody (β_c), que considera o ganho e perda de espécies, variaram semelhantemente nas comparações de pares de pontos de coleta entre os igarapés Curuá e Tijucaquara. Nestes igarapés as diversidades mais baixas estão nas estações IAM e ISM indicando serem mais semelhantes entre si. E as estações menos semelhantes estão entre IPE e ISM.

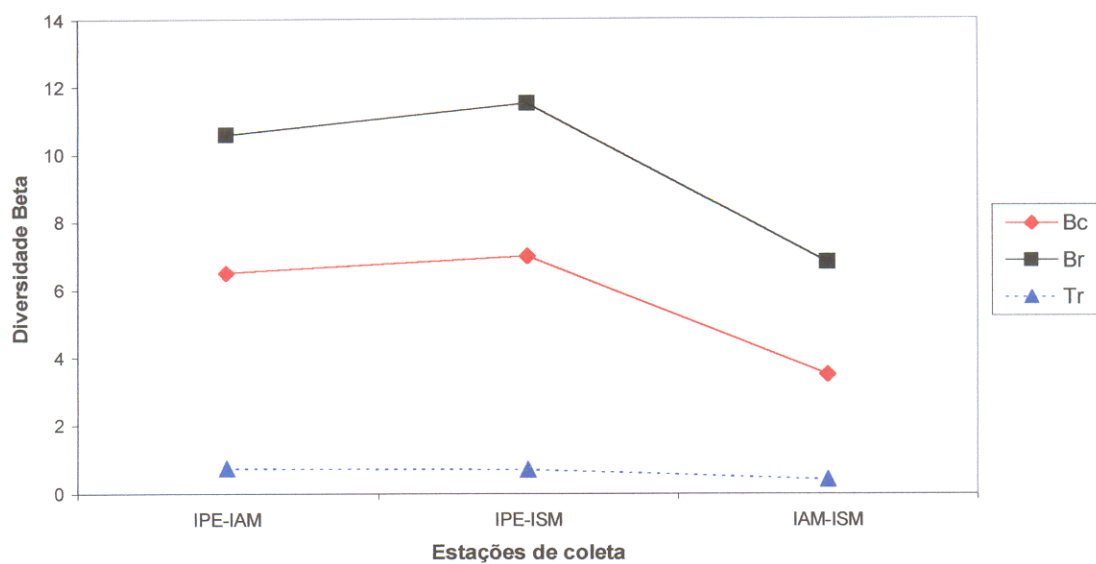
Para o Igarapé Puraquequara as menores semelhanças entre as diversidades estão para as estações IPE e IAM e a maior semelhança está entre as estações IAM e ISM.

O Rio Caxiuanã apresentou uma alta semelhança de diversidade para os pontos superiores (RL-Ti e RL-Pu) havendo menor semelhança entre os seus pontos inferiores (RL-Pu e RL-Cu), provavelmente pelas mudanças nas condições ambientais, uma vez que neste trecho 10 novas espécies passaram a fazer parte da comunidade, estas, representadas principalmente pelas espécies da baía de Caxiuanã.

Diversidade α , dominância e uniformidade de espécies.

A diversidade de Shannon-Wiener (H') para a coleção total foi de 2,99 com uma variância de 0,001; uma uniformidade de 0,70 e a uma diversidade de Simpson (D_s) de 9,92. A Tabela 11 apresenta a riqueza de espécies (S) e as estimativas dos índices de diversidade de Shannon-Wiener (H'), a uniformidade de Pielou (U), a diversidade de Simpson (D) e o índice de Berger-Parker (d) para cada rio estudado da Bacia de Caxiuanã.

Ig. Curuá



Ig. Puraquequara

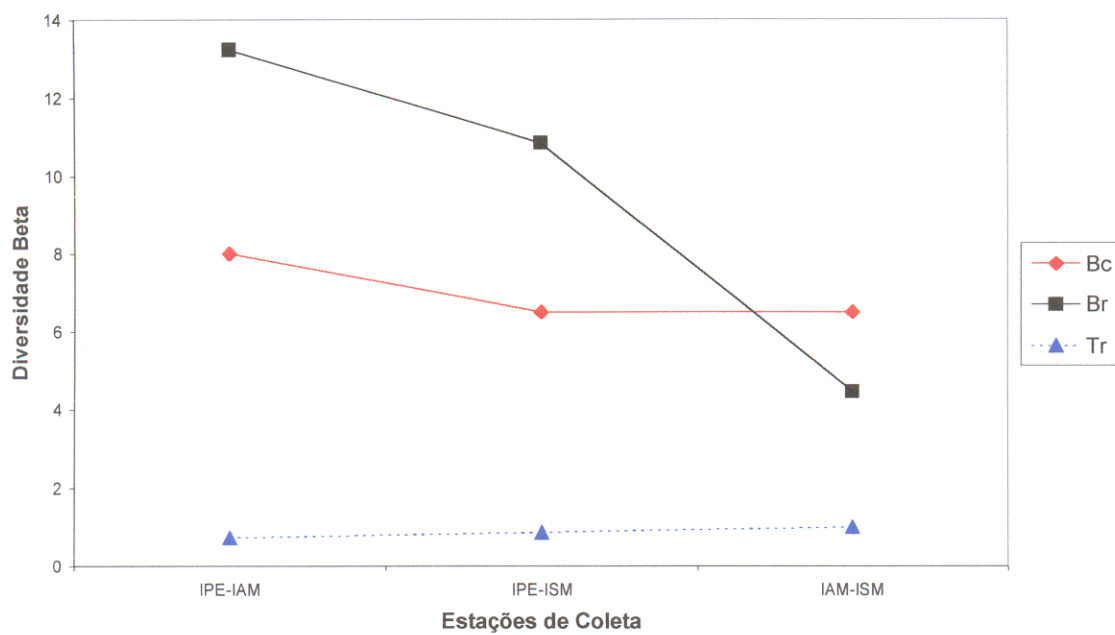


Figura 21 - Valores da Diversidade Beta entre pares de estações de coleta para os igarapés Curuá e Puraquequara. β_r = Medida de Routledge; β_c = Medida de Cody; Tr = "turnover".

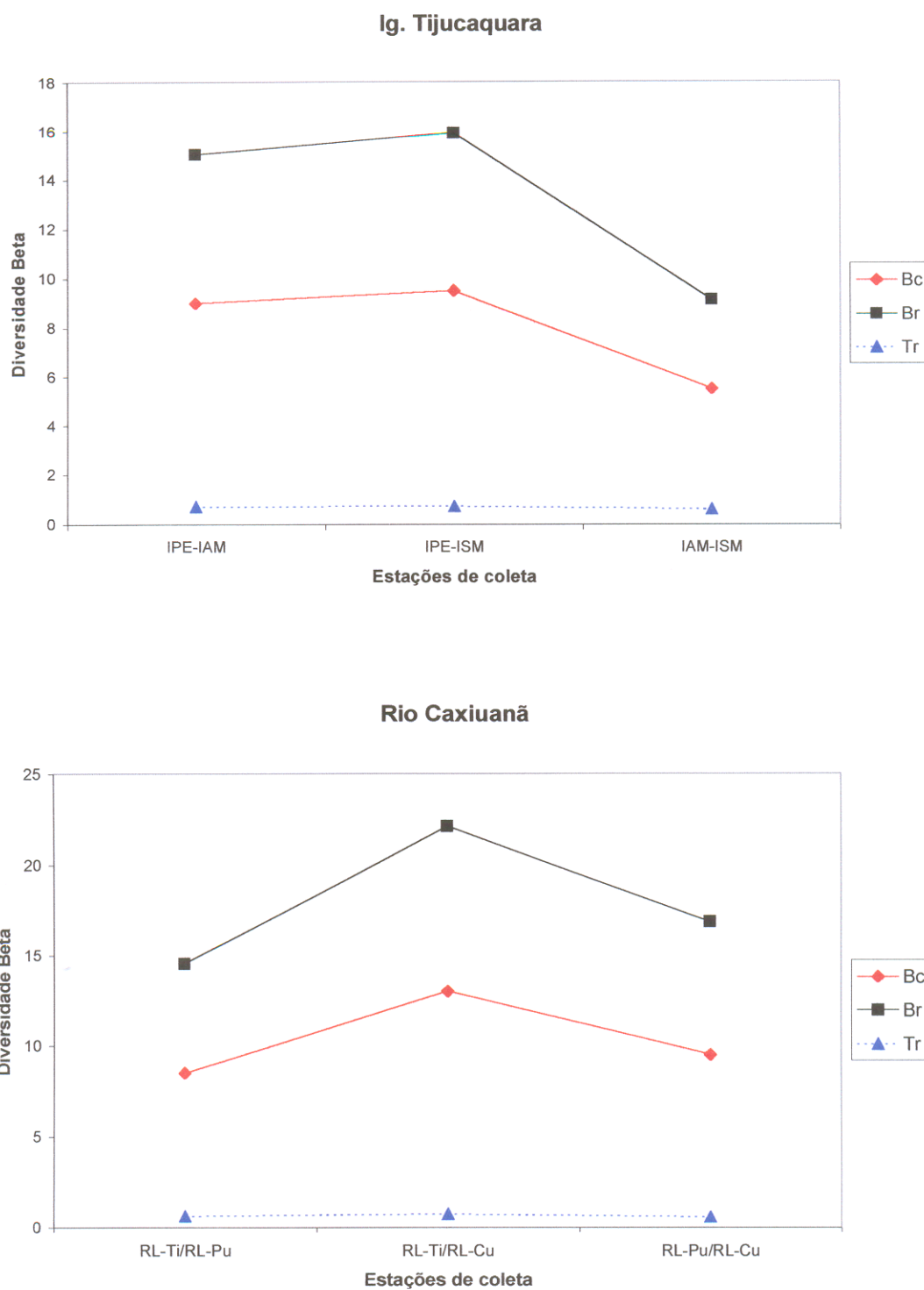


Figura 21 (cont.) - Valores da Diversidade Beta entre pares de estações de coleta para o igarapé Tijucaquara e o rio Caxiuanã. β_r = Medida de Routledge; β_c = Medida de Cody; Tr = "turnover".

Tabela 11 - Riqueza de espécie (S); Índices de diversidade de Shannon-Wiener (H'), uniformidade de Pielou (U), diversidade de Simpson (D), e a diversidade de Berger-Parker (d) para os igarapés Curuá, Puraquequara, Tijucaquara e Laranjal, para o Rio Caxiuanã e a Baía de Caxiuanã.

Índices	Curuá	Puraquequara	Tijucaquara	Laranjal	Caxiuanã	Baía
Riqueza (S)	22	24	28	10	35	48
Shannon-Wiener (H')	2,01	2,55	1,93	1,91	2,24	2,98
Uniformidade (U)	0,475	0,604	0,458	0,452	0,529	0,705
Simpson ($1/D$)	3,95	8,941	3,132	5,244	4,693	11,164
Berger-Parker (d)	0,465	0,242	0,55	0,405	0,416	0,237

Comparando os ambientes, numa visão geral, observamos que a baía de Caxiuanã apresentou maior diversidade e riqueza de espécies. A uniformidade também foi maior neste ambiente. Os maiores valores de Berger-Parker encontrados no Igarapé Tijucaquara demonstram que neste local as espécies são mais dominantes, e, portanto apresentou a menor uniformidade de espécies.

Comparando os igarapés Curuá, Puraquequara, Tijucaquara e Laranjal, o igarapé Puraquequara foi o que apresentou maior índice de Shannon-Wiener, Simpson e uniformidade, e o menor índice de Berger-Parker. Isto é explicado, pois Berger-Parker pode ser considerado como uma medida simples de dominância e expressa a importância proporcional das espécies mais abundantes. O aumento do valor deste índice deve ser interpretado como aumento da dominância e redução da diversidade.

Whittaker plot e modelos de relação espécie-abundância para a coleção total

A Figura 22 mostra a curva de espécies (*Whittaker plot*) da ictiofauna capturada total por rede de espera, uma diminuição contínua na abundância das espécies.

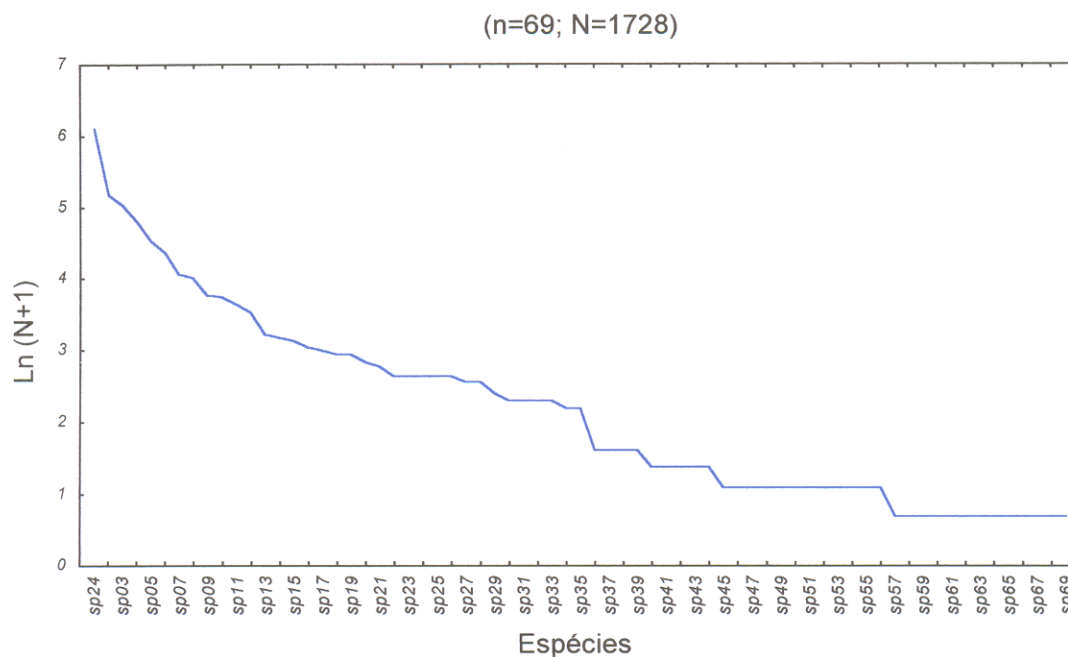


Figura 22 - Curva de espécies ($\ln(N+1)$) "*Whittaker plot*" da coleção total de peixes capturados por rede de emalhar nos igarapés Curuá, Puraquequara, Tijucaquara e Iaranjal, Rio Caxiuanã e a Baía de Caxiuanã (Melgaço – PA).

Ao testar os dados da comunidade de peixes da bacia de Caxiuanã, estes se ajustaram apenas aos modelos de série logarítmica e lognormal, não se ajustando para a série geométrica ou ao modelo "*Broken Stick*". A seguir estão os ajustes feitos para os modelos de série logarítmica e lognormal da relação espécie-abundância para a coleção total.

Série Logarítmica

Na série logarítmica os valores de α e x foram: 14,39 e 0,99 para $S = 69$ e $N = 1728$. Como o $X^2 = 10,35$ é menor que $X^2_{0,05; 8} = 21,95$, conclui-se que não há

diferença significativa entre os valores observados e os esperados, portanto a série logarítmica se ajusta a esses dados (Tabela 11).

Tabela 12 - Resultado do ajuste ao modelo da série logarítmica para a captura total da bacia de Caxiuanã.

Classes	Limite	Freq. Observada	Freq. Esperada
1	0-2,5	25	23,361
2	2,5-4,5	9	8,1639
3	4,5-8,5	2	8,6712
4	8,5-16,5	14	8,6366
5	16,5-32,5	7	8,0288
6	32,5-64,5	6	6,7185
7	64,5-128,5	3	4,6459
8	128,5-256,5	2	2,2395
9	256,5-512,5	1	0,5500
		$\Sigma = 69$	$\Sigma = 71,01$

Modelo Lognormal

Para os valores de $S = 69$ e $N = 1728$, estimou-se a média ($\bar{X} = 0,828$), a variância ($S = 0,45$) e o número total de espécies na comunidade ($S^* = 78,09$). Este modelo se ajustou aos dados, pois o valor de $X^2 = 10,306$ é menor que o $X^2_{0,05; 8} = 21,955$ (Tabela 12)

Tabela 13 - Resultados do ajuste ao modelo lognormal para a captura total da bacia de Caxiuanã.

Classes	Limite	Freq. Observada	Freq. Esperada
1	0-2,5	25	20,068
2	2,5-4,5	9	9,728
3	4,5-8,5	2	10,513
4	8,5-16,5	14	9,730
5	16,5-32,5	7	7,737
6	32,5-64,5	6	5,308
7	64,5-128,5	3	3,151
8	128,5-256,5	2	1,622
9	256,5-512,5	1	1,140
		$\Sigma = 69$	$\Sigma = 68,997$

Estimativa de riqueza de espécies para a bacia de Caxiuanã

Foram analisadas 99 unidades amostrais sendo cada unidade entendida como um "quadra", onde foram verificados os números de espécies observadas e

esperadas através do estimador Jackknife. O número de espécies esperadas aproximadamente para este estimador é de 85 espécies.

Foram observadas 69 espécies e estimadas 85 espécies através de coleta por rede de emalhar, segundo o estimador de riqueza 16 espécies ainda não foram capturadas. A Figura 23 apresenta o gráfico de acumulação de espécies para o número de espécies observadas e o número de espécies esperadas, os dados foram tratados por 100 randomizações. A curva gerada aleatoriamente na seqüência de amostras para a riqueza de espécies revela que novas espécies ainda estão sendo adicionadas no final da amostragem.

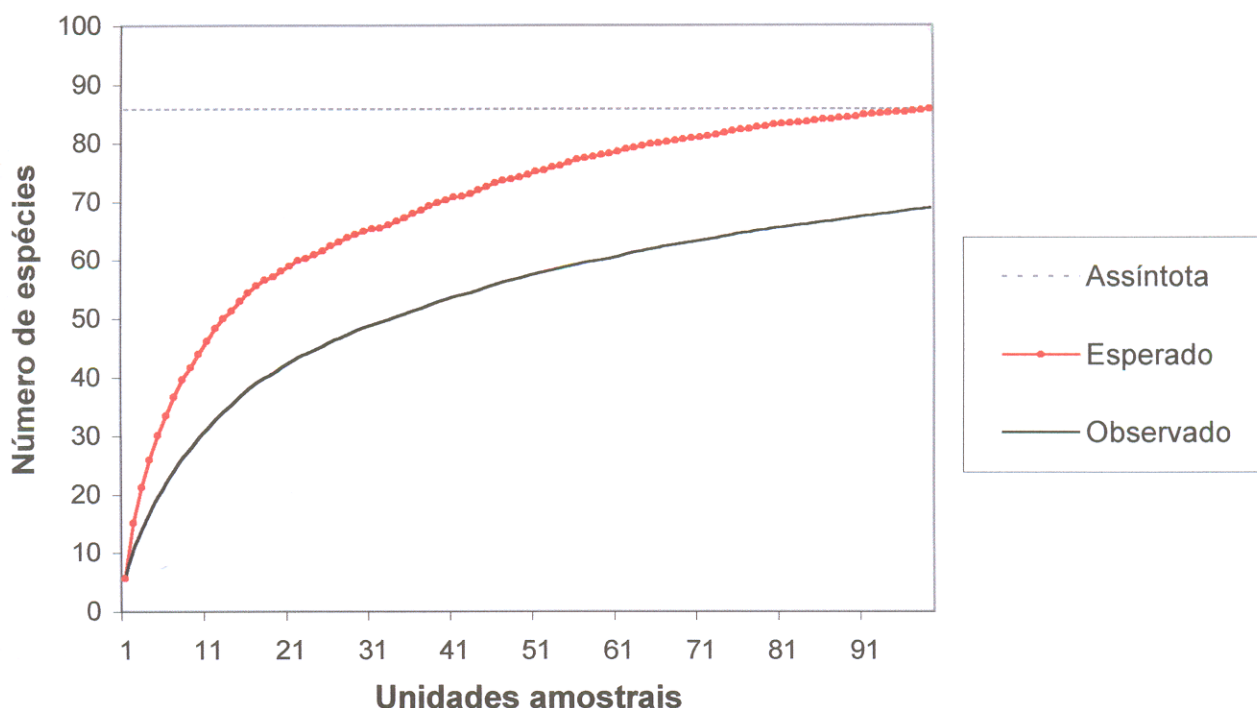


Figura 23 - Curva de acumulação de espécies para as 99 unidades amostrais realizadas na bacia de Caxiuanã entre os meses de outubro e novembro de 2000.

Análise de agrupamento

Como descrito no capítulo 1, as estações de coleta encontram-se sob diferentes situações ecológicas. A ictiofauna presente sofre influência delas e pode apresentar características estruturais distintas. Para identificar estas diferenças, foi realizada uma análise de agrupamento (*Cluster*) por estação de

coleta utilizando-se os valores de abundância de espécies. O resultado desta técnica foi a projeção das estações amostrais, de forma a evidenciar os padrões característicos da comunidade de peixes em diferentes situações ecológicas. A identificação destes padrões foi auxiliada pela técnica de Agrupamento Hierárquico Aglomerativo que produziu o dendrograma.

A análise de agrupamento utilizando-se da similaridade de Morisita-Horn (abundância) e o método de ligação pela média de grupos (UPGMA) está apresentado na Figura 24 e pode-se observar que as estações de coletas reúnem-se em quatro grupos, mostrando uma possível influência das características naturais sobre as estruturas de comunidades.

O grupo um (RL-Cu e Baía) é caracterizado pela alta riqueza, abundância e diversidade de espécies, sendo que podemos destacar como espécies mais abundantes o langüi (sp06 – *Ageneiosus dentatus*), o piquirão (sp15 – *Bryconops* sp.1), a pescada-branca (sp51 – *Plagioscion squamosissimus*) e o apapá-amarelo (sp47 – *Pellona castelnaeana*). Este grupo é caracterizado também por várias espécies exclusivas.

O grupo dois é representado pela estação IPE do Igarapé Tijucaquara, RL dos igarapés Puraquequara e Tijucaquara e os ambientes IAM e ISM dos Igarapés Curuá, Puraquequara e Tijucaquara, com uma dominância de falsa-piranha (sp24 – *Cyphocharax abramoides*).

O grupo três é constituído pelo ambiente IPE dos igarapés Curuá e Puraquequara. Neste grupo é grande a abundância de cachorro-de-padre (sp11 – *Auchenipterichthys longimanus*) e espécies exclusivas como o poraquê (sp26 – *Electrophorus electricus*) e o cachorro-de-padre (sp67 – *Tatia* sp. 2).

O grupo quatro é constituído apenas pela estação IPE-La, formado pelo Igarapé Laranjal. Neste grupo há dominância e exclusividade de tamoatá (sp31 – *Hoplosternum thoracatum*).

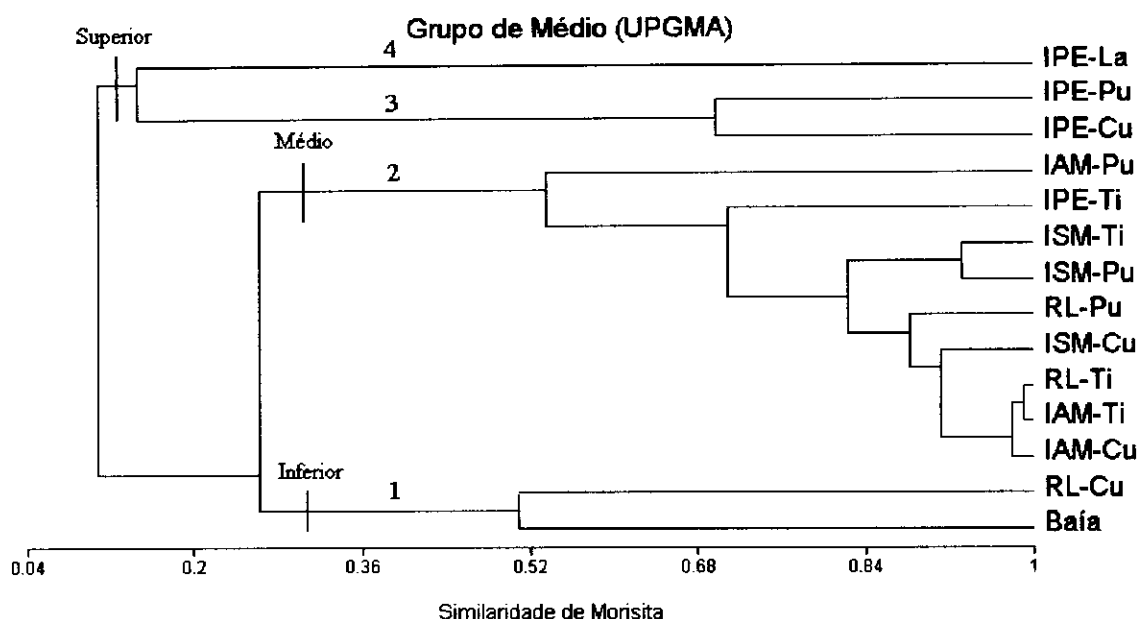


Figura 24 - Dendrograma resultante da ordenação e classificação das estações de coleta, baseadas na abundância das espécies. Método de média de grupo (UPGMA), distância de Morisita-Horn.

Análise de componente principal

As 69 espécies coletadas foram utilizadas na análise de componente principal em relação às estações de coletas. Da análise de componentes principais sobre estes dados foram considerados os dois primeiros componentes, que juntos explicaram 92,88% da variância total. Os eixos produzidos auxiliam a verificar a adequação da pré-classificação dos grupos de locais, além de indicar quais são as espécies que contribuem com maior peso nas diferenças encontradas entre os grupos (Figura 25). Os autovetores entre $-0,10$ e $+0,10$ foram considerados neutros, isto é, próximos à zero, significando que a respectiva espécie não é importante na separação dos grupos de amostras (Tabela 14). O autovetor definido como neutro é um critério pessoal e arbitrário que está baseado na experiência e na interpretação de cada autor.

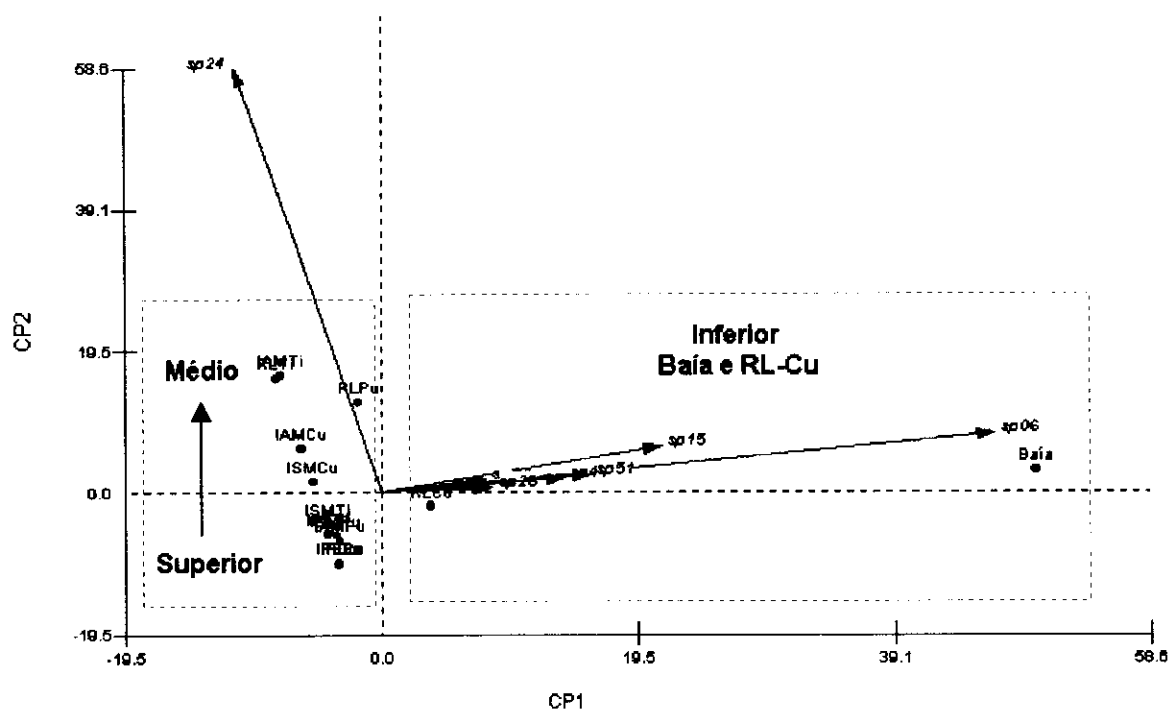


Figura 25 - Diagrama "diplot" representando o agrupamento das estações de coleta em relação à abundância das espécies. O CP1 é aplicado na diferenciação do trecho inferior (Baía e RL-Cu) das outras estações e o CP2 é aplicado no gradiente longitudinal dos rios entre os trechos superiores e médios (IPE a RL).

Tabela 14 - Resultados da análise de componentes principais: autovetores das 69 espécies obtidas em cada componente principal com as duas maiores porcentagens de variância. Os coeficientes maiores de $|0,10|$ estão em destaque. (Cód. = código da espécie utilizado no banco de dados).

Espécie	Cód.	CP1	CP2
<i>Acanichthys heckelli</i>	sp01	0	0,006
<i>Acaronia nassa</i>	sp02	0	-0,002
<i>Acestrorhynchus falcatus</i>	sp03	0,013	-0,004
<i>Acestrorhynchus falcistrostris</i>	sp04	0,132	0,028
<i>Ageneiosus brevifilis</i>	sp05	0	0,006
<i>Ageneiosus dentatus</i>	sp06	0,777	0,136
<i>Agoniat es anchovia</i>	sp07	0,021	-0,002
<i>Anostomoides laticeps</i>	sp08	0,015	0,002
<i>Anostomus taeniatus</i>	sp09	0,005	0,006
<i>Astyanax sp. 1</i>	sp10	0,109	0,012
<i>Auchenipterichthys longimanus</i>	sp11	0,048	-0,021
<i>Boulengerella maculata</i>	sp12	-0,001	-0,005

Espécie	Cód.	CP1	CP2
<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	sp13	0,031	0,003
<i>Bryconops</i> sp. 2	sp14	0,027	0,013
<i>Bryconops</i> sp. 1	sp15	0,355	0,105
<i>Caquetaia</i> sp.	sp16	0,01	0,001
<i>Catopristion mento</i>	sp17	0,009	0,003
<i>Cetopsis coecutiens</i>	sp18	0,01	0,001
<i>Charax gibbosus</i>	sp19	-0,002	0,01
<i>Cichla</i> sp.	sp20	-0,001	-0,001
<i>Cichla temensis</i>	sp21	0,007	0,008
<i>Curimata vittata</i>	sp22	0,083	0,007
<i>Cynodon gibus</i>	sp23	-0,002	0,014
<i>Cyphocharax abramoides</i>	sp24	-0,187	0,977
<i>Eigenmannia humboldti</i>	sp25	0	-0,001
<i>Electrophorus electricus</i>	sp26	0	-0,002
<i>Geophagus surinamensis</i>	sp27	0,029	0,021
<i>Hemiodus</i> sp. 1	sp28	0,14	0,009
<i>Hemiodus unimaculatus</i>	sp29	0,032	0,015
<i>Hoplias malabaricus</i>	sp30	-0,004	-0,009
<i>Hoplosternum thoracatum</i>	sp31	-0,005	-0,036
<i>Hypophthalmus marginatus</i>	sp32	0,005	0
<i>Laemolyta petiti</i>	sp33	0,01	0,001
<i>Leporinus affinis</i>	sp34	0,064	0,008
<i>Leporinus</i> sp. n.	sp35	0,005	0,001
<i>Lycengraulis batesii</i>	sp36	0,05	0,007
<i>Metynnis hypsauchen</i>	sp37	0,033	0,027
<i>Metynnis</i> sp. 1	sp38	-0,002	0,006
<i>Myleus micans</i>	sp39	0	-0,001
<i>Myleus torquatus</i>	sp40	0,045	0,006
<i>Osteoglossum bicirrhosum</i>	sp41	0,008	-0,022
<i>Pachyops furchraeus</i>	sp42	0,01	0,001
<i>Parauchenipterus galeatus</i>	sp43	0,073	0,004
<i>Peckoltia</i> sp. 1	sp44	0,01	0,001
<i>Peckoltia</i> sp. 2	sp45	0,005	0,001
<i>Peckoltia</i> sp. 3	sp46	0,005	0,001
<i>Pellona castelnaeana</i>	sp47	0,231	0,032
<i>Pellona flavipinnis</i>	sp48	0,059	0,007
<i>Pimelodus blochii</i>	sp49	0,005	0
<i>Pimelodus</i> sp. 1	sp50	0	-0,001
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	sp51	0,265	0,039
<i>Plagioscion surinamensis</i>	sp52	-0,001	-0,001
<i>Platynemichthys notatus</i>	sp53	0,005	0,001
<i>Pseudoloricaria punctata</i>	sp54	0,065	0,009
<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>	sp55	-0,001	-0,004
<i>Pterengraulis atherinoides</i>	sp56	0,043	0,002
<i>Pterygoplichthys</i> sp.	sp57	0,005	0,001
<i>Pygocentrus nattereri</i>	sp58	0	-0,002
<i>Rhamphichthys rostratus</i>	sp59	0,01	0,001
<i>Serrasalmus denticulatus</i>	sp60	0,013	0,011
<i>Serrasalmus eigenmanni</i>	sp61	0,102	0,086
<i>Serrasalmus maculipinnis</i>	sp62	-0,005	-0,009

Espécie	Cód.	CP1	CP2
<i>Serrasalmus rhombeus</i>	sp63	0,017	-0,007
<i>Serrasalmus sp. 1</i>	sp64	-0,001	-0,005
<i>Sternopygus macrurus</i>	sp65	0	-0,002
<i>Tatia sp. 1</i>	sp66	0,005	0,001
<i>Tatia sp. 2</i>	sp67	0	-0,002
<i>Tetranematichthys quadrifilis</i>	sp68	-0,003	-0,02
<i>Triportheus elongatus</i>	sp69	0,114	0,16
Variância (%)		65,736	27,150
Variância acumulada (%)			92,885
Autovalor		2773,9	1145,69

O primeiro componente principal (CP1) explica 65,73 % da variância total e as espécies que mais contribuíram para a formação deste eixo foram: saricanga (sp04 – *Acestrorhynchus falcistrostris*) (0,13), langüi (sp06 – *Ageneiosus dentatus*) (0,77), piaba (sp10 – *Astyanax sp. 1*) (0,10), piquirão (sp15 – *Bryconops sp. 1*) (0,35), piraxixira (*Hemiodus sp. 1*) (0,14), apapá-amarelo (sp47 – *Pellona castelnaeana*) (0,23), pescada-branca (sp51 – *Plagioscion squamosissimus*) (0,26), piranha (sp61 – *Serrasalmus eigenmanni*) (0,10) e sardinha (sp69 – *Triportheus elongatus*) (0,11) com correlação positiva e falsa-piranha (sp24 – *Cyphocharax abramoides*) (-0,18) com valores negativos.

Relacionando as espécies que contribuíram para a formação deste eixo, observando o sinal e o valor da carga de cada espécie obtém-se a separação das estações de coleta em dois conjuntos. O primeiro compreende o trecho inferior do Rio Caxiuanã (RL-Cu) e a Baía de Caxiuanã, que podemos observar uma grande quantidade de espécies exclusivas como o caso dos apapás, langüis e pescadas-brancas. O segundo compreende estações com dominância de Curimatidae (*Cyphocharax abramoides*). A análise dessas espécies indica a separação do trecho inferior do Rio Caxiuanã e a baía homônima das outras estações de coletas dos rios e igarapés.

O segundo componente (CP2) totalizou 27,15% da variância dos dados, destacando três valores de correlação positiva, sendo formados pelas seguintes espécies: langui (sp06 – *Ageneiosus dentatus*) (0,13), piquirão (*Bryconops sp. 1*) (0,10) e a falsa-piranha (sp24 – *Cyphocharax abramoides*) (0,97). Neste atributo a espécie que mais contribuiu para a separação foi a falsa piranha, onde as

estações que apresentam uma grande abundância desta espécie estão correlacionadas positivamente, e são aqueles trechos localizados nos trechos médios dos igarapés Curuá, Puraquequara e Tijucaquara e o Rio Caxiuanã.

Teste de Mantel

Com o objetivo de verificar se a distribuição das abundâncias das espécies é influenciada pelas 13 variáveis físico-químicas e morfológicas descritas no capítulo 1 desta dissertação (largura, profundidade, transparência, pH, condutividade elétrica, temperatura, oxigênio dissolvido, macrófitas aquáticas enraizadas, macrófitas aquática flutuantes, folhiço, tronco (galhadas), cobertura vegetal e tipo de substrato) foi realizado um teste de Mantel utilizando as matrizes de abundância e variáveis ambientais, pelo método de distância de Morisita-Horn para os dados bióticos e distância euclidiana para os dados ambientais, o método de ligação utilizado foi a ligação pela média de grupo (UPMGA) para ambas as matrizes. O resultado demonstrou existir alta congruência entre as duas matrizes ($r = -0,3081$; $g = 8,8737 < 1,96$) indicando que as distribuições das abundâncias das espécies nas unidades amostrais estão relacionadas às variáveis ambientais descritas.

DISCUSSÃO

O presente estudo de estrutura de comunidade somente utilizou-se o dado de captura por redes de emalhar, devido às exigências de padronização amostral. Para que um estudo comparativo revele as respostas produzidas por uma ou várias estruturas ambientais, é imprescindível que a amostragem seja padronizada e que represente verdadeiramente as características das comunidades nas diferentes situações ecológicas (Brower & Zar, 1977).

As distribuições das espécies para os rios de Caxiuanã apresentaram um padrão longitudinal observado através da distribuição espacial e a diversidade β . Quanto à variação espacial na composição das comunidades, observamos que ocorreu através da substituição gradual de peixes nas áreas superior e médio dos rios e, posteriormente pela adição, principalmente nas estações mais próximas da Baía de Caxiuanã (ISM-CU e RL-Cu). Esta adição pode ocorrer pelo aumento de

nichos ecológicos, traduzidos pela maior disponibilidade de abrigos, alimentos e locais de reprodução. A substituição das espécies ocorre principalmente devido à alternância dos tipos de habitats dentro da bacia hidrográfica. Desta forma, observamos uma distribuição longitudinal resultante do balanço entre ganho e perda de espécies, com tendência de aumento na riqueza a medida que se desce o rio.

Muitos autores têm apresentado uma forte correspondência entre o número de espécie e o aumento na ordem do rio (Naiman *et al.* 1987). Edds (1993) observou que a fauna de cabeceira era completamente diferente daquela de zonas inferiores em um rio do Nepal, e que a adição e substituição de espécies eram constante longitudinalmente. Caramaschi (1986) cita os processos de adição e substituição como os formadores de comunidades em riachos da bacia do rio Tietê e atribui suas ocorrências a topografia do terreno.

Na análise da diversidade beta para os igarapés Curuá, Puraquequara e Tijucaquara foi demonstrado que os pontos IPE-Cu, IPE-Pu e IPE-Ti eram os mais diferentes quando comparados com os outros pontos. As comunidades nesses trechos sofrem grande influência do tamanho do rio e sua relação com as áreas ripárias. Para o rio Caxiuanã a diversidade beta se apresentou mais diferenciada no trecho RL-Cu quando comparado com os outros pontos de coleta. A comunidade nesse trecho sofre grande influência da entrada de espécies da baía de Caxiuanã, o que a torna peculiar em relação aos outros trechos dos rios.

Schlosser (1995) discute a influência da disposição dos habitats e seus recursos na ictiofauna. Locais com vários tipos de habitats, que ele denominou de complementares, suportam muitas populações de peixes quando comparados a locais com habitats limitados e distantes. Além disso, ele demonstrou que a heterogeneidade ambiental está relacionada com a interface terra-água, em especial a vegetação ripária. Segundo Collares-Pereira *et al.* (1995), a interface terra-água é uma área que combina heterogeneidade ambiental, disponibilidade de refúgios e nutrientes.

Quanto à diversidade e a uniformidade das espécies, utilizamos quatro índices devido ao fato de se diferenciarem entre si em relação as informações

reveladas. Segundo Magurran (1988), muitas investigações sobre a diversidade ecológica restringem-se à riqueza de espécie traduzida apenas em número de espécies presentes; porém, para a maioria dos índices de diversidade é indispensável se saber a abundância relativa das espécies que compõem uma comunidade. De modo geral, valores maiores dos índices de diversidade foram observados para a baía de Caxiuanã. Esta situação, provavelmente ocorreu devido ao grande volume de água, aumentando conseqüentemente o espaço de alguns microhábitats possibilitando a exploração por um grande número de indivíduos e espécies.

O valor da diversidade de espécies para o rio Puraquequara foi maior do que para os outros igarapés e isto se deve à maior uniformidade entre as espécies neste rio. O igarapé Laranjal foi o que apresentou menor diversidade. Do ponto de vista metodológico, as diferenças no número de unidades amostrais entre os pontos de coleta no igarapé Laranjal, podem ter influenciado na diferença da diversidade entre estes ambientes.

É bem conhecido o aumento da riqueza e da diversidade da cabeceira à foz de um rio, produzindo aparente zonação longitudinal da riqueza das espécies (Matthews, 1998). Este padrão foi observado nos rios da bacia de Caxiuanã, através das análises de componente principal e agrupamento. A formação dos grupos foi estabelecida pela alta riqueza e exclusividade para trechos inferiores, RL-Cu e Baía (grupo 1), a presença e ausência do curimatídeo (sp24-*Cyphocharax abramoides*) o qual segrega os grupos 2 e 3 representando os trechos médio e inferior, respectivamente, e o grupo 4 constituído pelo igarapé Laranjal, o qual apresentou baixa diversidade e exclusividade de espécies. Na Figura 26 podemos observar um aumento gradual da riqueza de espécies dos trechos superiores aos trechos inferiores para o igarapé Curuá e o rio Caxiuanã, gerados provavelmente pelo aumento da área (Vannote, *et al.* 1980; Matthews, 1998). Este fato segue os princípios da relação espécie-área, ou seja, a riqueza de espécies nos sistemas em geral, é positivamente relacionada com a área (Diamond, 1975). A razão mais óbvia do porque de maiores áreas conterem mais

espécies, é que elas apresentam maior heterogeneidade ambiental (Pianka, 1988; Begon, *et al.* 1996).

Há, entretanto, três hipóteses que explicam o porque dessa relação positiva entre a riqueza e o tamanho do hábitat. A primeira é a hipótese de Williams (1964) onde em habitats maiores, há um maior aporte de alimentos e assim, proveria mais condições para suportar mais espécies; a segunda hipótese é de McArthur & Wilson (1967) que trata os habitats como ilhas, onde a relação espécie-área depende da taxa de imigração e extinção. E a terceira é a proposta por Connor & McCoy (1979) que assume a relação como um fenômeno puramente amostral, ou seja, em áreas maiores encontraremos um número maior de indivíduos e, portanto, maior chance de se amostrar um conjunto mais amplo de espécies. Argermeier & Schollosser (1989), estudando esta relação em riachos de Minnesota, Illinois e no Panamá, levantaram respostas para essas hipóteses e sugeriram uma série de mecanismos que levam à coexistência de espécies e concluem que a riqueza de espécie está sendo mais relacionada com a complexidade de hábitat e que a abundância estaria relacionada principalmente ao volume de água.

Em relação ao modelo espécie-abundância (Figura 22) a coleção total de peixes capturados apresentou uma diminuição contínua na abundância das suas espécies, mostrando um padrão sigmoidal que se ajustou aos modelos de distribuição lognormal e da série logarítmica, testado pelo método de Krebs (1989). A distribuição lognormal indica alta diversidade de tamanhos e forma de nichos ecológicos, havendo considerável grau de sobreposição entre eles, produzindo uma relativa complexidade e heterogeneidade ambiental (Odum, 1988). A heterogeneidade ambiental contribui para o desenvolvimento de especializações morfológicas e comportamentais, que permitam a ocupação de pequenos nichos, com recursos limitados (Watson & Balon, 1984; Winemiller, 1991). O resultado final desta ocupação é refletido na formação de uma diversificada ictiofauna, cuja distribuição espacial, bem como as características anatômicas, fisiológicas e comportamentais das espécies refletem processos ecológicos e evolutivos do ecossistema (Agostinho & Penkzak, 1995). À medida

em que os ambientes aumentam suas dimensões, tornam-se mais complexos e heterogêneos, permitindo a instalação de novas espécies, aumentando o número de relações dos diferentes tipos (predação, competição, formação de cardumes, guildas e etc.) (Barrella, 1997).

A comunidade em questão não se ajustou à série geométrica, pois segundo May (1975) e Magurran (1988) esta é caracterizada pela baixa riqueza de espécies, bem como comunidades em estágios primários de sucessão. A falta de ajuste ao modelo Broken-stick se deve principalmente porque o modelo prediz comunidade com uma alta uniformidade na distribuição dos indivíduos nas espécies (May, 1975; Magurran, 1988), o que parece não ter acontecido na bacia de Caxiuanã, provavelmente porque a baixa uniformidade pode ser reflexo da seletividade do método de amostragem, uma vez que este favorece a captura de indivíduos de determinadas espécies, principalmente aquela com distribuição agregada (cardumes) e com maior deslocamento. Em comunidades naturais é comum existir um maior número de espécies com abundância pequena ou intermediária e poucas com alta densidade populacional (Pielou, 1975). Porém para Putman (1994) este fato provém mais de imposições biológicas do que mero artefato de amostragem. Pois para este mesmo autor, a análise de tais distribuições revela princípios básicos que refletem as diferenças na estrutura e nos fatores que conduzem as diferentes comunidades.

Os resultados dos modelos podem ser considerados em termos de divisão de recursos (Magurran, 1988), e neste caso a abundância de uma espécie estaria relacionada com sua capacidade de explorar o meio baseado no seu nicho. Desta forma, a ocupação do ambiente pela espécie poderia variar desde a série geométrica, que representa o máximo de ocorrência de ambientes não explorados pelas espécies, até a ocupação máxima com divisão igualitária dos recursos, que seria representado pelo modelo de Broken-stick (Magurran, 1988). As comunidades aqui estudadas apresentam-se em situações intermediárias neste gradiente.

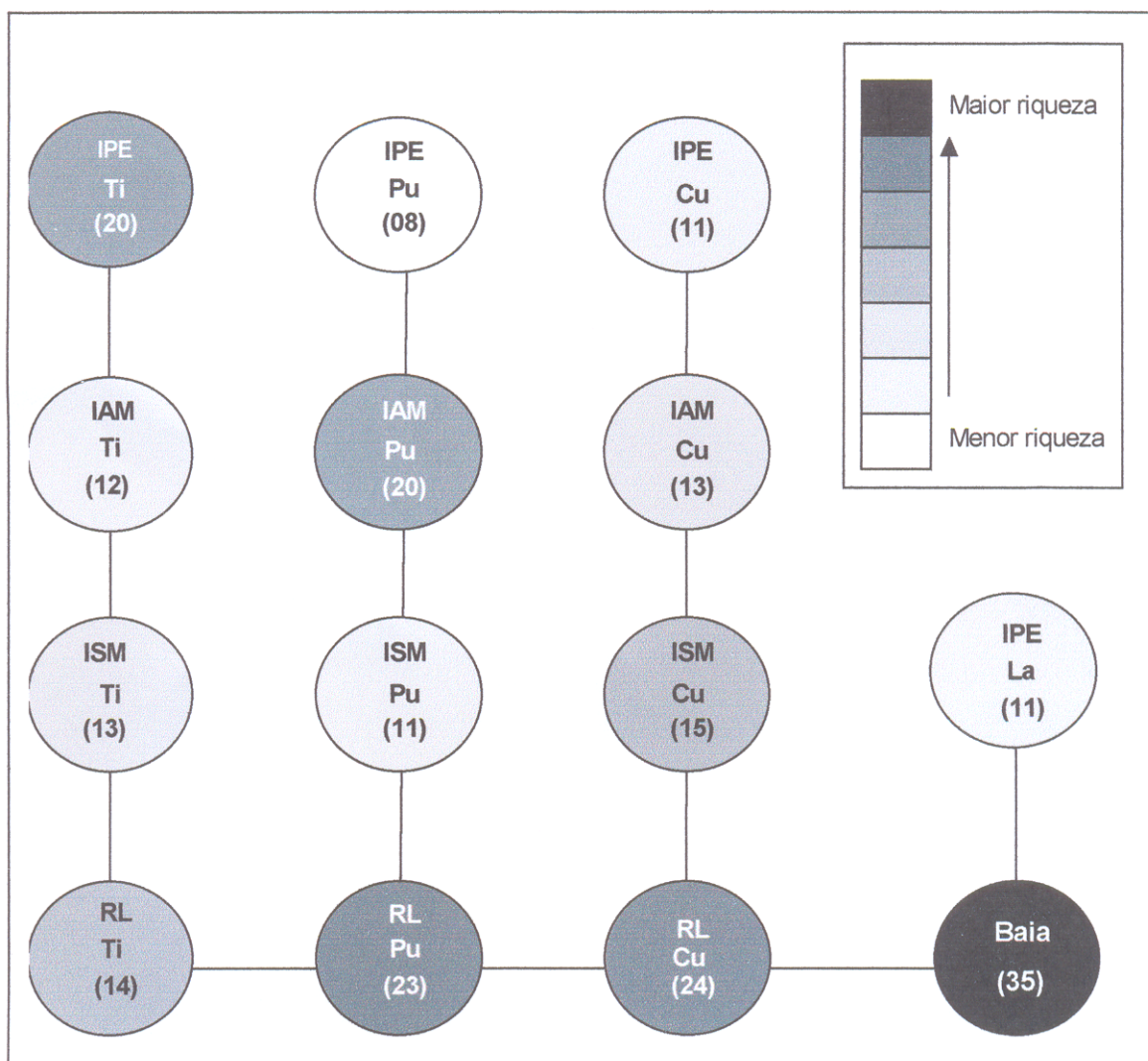


Figura 26 - Esquema da rede de drenagem estudada, os círculos representam as estações de coletas e entre os parênteses suas respectivas riqueza (S). Nesta representação a riqueza das espécies de Caxiuanã teve suas estações amostrais somadas, sendo a baía de Caxiuanã interpretado como apenas uma estação de coleta.

O ajuste à distribuição da série logarítmica indica que provavelmente poucos fatores estão dominando na estrutura da comunidade, ou seja, ocorre a divisão de um número pequeno de recursos-chave. E o ajuste ao modelo log normal indica que a comunidade apresentou mais espécies com densidades

intermediárias. May (1975) concluiu que a distribuição logarítmica pode ser esperada entre pequenos grupos de espécies onde a competição pode ser resultado da distribuição irregular de alguns recursos. A irregularidade na distribuição ou partição de recursos é uma consequência da diminuição na sua disponibilidade o que poderia levar à especialização (Matthews, 1998). É provável que as comunidades aqui estudadas apresentam distribuição logarítmica devido a baixa disponibilidade não só de alimentos, mas também de espaço, devido a diminuta área alagável.

A estimativa de riqueza pelo estimador não-paramétrico Jackknife 1 apresentou 85 espécies. Sabendo que estes estimadores utilizam-se da relação entre a frequência de captura total e das espécies únicas, podemos concluir que o valor obtido por estas estimativas parece não ser real, ainda mais levando em consideração o inventário de espécies contido no segundo capítulo desta dissertação, onde relaciona 130 espécies para a bacia; assim o número de espécies estimado pelos estimadores apresenta-se bem abaixo da riqueza real da comunidade. O que podemos predizer é que esta riqueza apresentada é a riqueza estimada para a captura por rede de espera, uma vez que para o inventário utilizou-se de vários métodos de coletas.

Como mencionado anteriormente, a base de cálculo para os estimadores de riqueza de espécies é a presença de espécies únicas, as quais podem ser entendidas como "raras". Uma questão relevante a ser considerada é a conceituação de espécie rara. Na verdade o que parece acontecer, é que as espécies consideradas como raras são espécies que foram selecionadas na metodologia de coleta empregada ou por serem espécies que não fazem parte da comunidade sendo consideradas como acidentais. Alguns exemplos são: os poraquês, os ituíis e algumas espécies de ciclídeos. Os poraquês e ituíis são espécies que possuem uma percepção por campo elétrico, e que facilitam a sua percepção das redes. Além de conseguirem nadar para trás como o caso dos ciclídeos.

Diversos fatores são responsáveis pela estruturação das assembléias de peixes em ecossistemas aquáticos continentais (Matthews, *et al.*, 1992) A

estruturação da comunidade de peixes de Caxiuanã parece ter sido influenciada pelas características dos habitats existentes, como tipo de substrato, vegetação aquática marginal e flutuante, cobertura vegetal e presença de troncos submersos, uma vez que estes fatores são importantes na determinação da heterogeneidade ambiental e servem como locais de abrigo e alimentação de peixes (Petrere, 1996), principalmente em zonas litorâneas da baía (Fernado & Holcik, 1991), já que as distribuições da abundância nas estações de coleta foram influenciadas não só pelas variáveis físico-químicas como sugeriu o teste de Mantel.

A congruência entre as duas matrizes pode ser influenciada pela quantidade de variáveis utilizadas para caracterizar os habitats da bacia de Caxiuanã. Talvez, se fossem obtidas outras informações do habitat, a congruência entre as matrizes fosse ainda maior.

Em uma visão geral das comunidades aqui estudadas durante os meses de outubro e novembro de 2000 concluímos que as espécies apresentaram uma distribuição de riqueza não igualitária para as estações de coletas, onde parece que o principal fator determinante desta distribuição é a relação espécie – área. O ajuste aos modelos Lognormal e série logarítmica é o esperado para comunidades naturais.

RECOMENDAÇÕES FINAIS

Em vista da importância da Estação Científica Ferreira Penna como Unidade de Conservação da Amazônia Oriental, três propostas aqui serão apresentadas para que futuramente dados mais concretos possam ser utilizados no plano de manejo e na conservação dos ambientes aquáticos da Estação Científica Ferreira Penna.

1. Continuidade de trabalhos envolvendo coletas da ictiofauna através de protocolos, bem como a sua relação com a sazonalidade e os vários tipos de habitats. Uma vez que o conjunto de dados de vários anos podem servir de base para possíveis trabalhos de monitoramento através da integridade biótica da bacia do Rio Anapu.
2. A maior incidência de trabalhos ligados a ictiofauna não só na região da ECFPn mas na bacia do Rio Anapu, bem como os limites da Floresta Nacional de Caxiuanã, contribuiria para o conhecimento da fauna de peixes da Amazônia.
3. A baía de Caxiuanã como modelo de lago natural para Amazônia descreve um ambiente com alta riqueza de espécies, porém com baixa abundância e biomassa, o que poderá servir como um modelo futuro para os lagos artificiais (hidrelétricas) da Amazônia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Ocorreu uma variação espacial quanto às características ambientais ao longo dos rios, principalmente no que diz respeito a variáveis morfológicas (largura e profundidade). Os trechos inferiores dos rios apresentam uma zona complexa de transição entre rio e lago.
- Os parâmetros físico-químicos não apresentaram grandes variações espaciais, provavelmente pela pequena distância entre os pontos de amostragem.
- Acredita-se que as espécies coletadas no inventário produziram uma representação razoável da ictiofauna da área em questão, no entanto espécies adicionais podem ser encontradas aumentando-se a área de estudo, o esforço amostral e o implementando-se de novas metodologias.
- Quando comparado com rios de outras bacias, o valor está dentro da faixa de espécies já registradas com diferentes esforços de coleta para a Bacia Amazônica.
- A distribuição das espécies e famílias segue o padrão geral amazônico com Characiformes e Siluriformes mais abundantes
- A composição de espécies nas comunidades, ao longo dos rios, seguiu o padrão de substituição de espécies nos trechos médio e superior e de adição de espécies nos trechos inferiores, onde foram encontradas as maiores diferenças nos índices de diversidade Beta.
- A maior diversidade de espécie foi observada em geral para os trechos finais dos rios. O aumento no volume d'água e no espaço de alguns habitats nos rios, possibilita que os mesmos sejam explorados por um número maior de indivíduos ou por novas espécies.
- Na comparação da diversidade entre os igarapés, o Puraquequara mostrou-se mais diverso e foi influenciada pela maior uniformidade entre as espécies.

- A comunidade de peixe de Caxiuanã se ajustou aos modelos lognormal e a série logarítmica. O que prediz em comunidades estáveis, com alta riqueza.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINHO, A. A. & PENKZAK, T. 1995. Populations production of fish in two small tributaries of the Paraná river, Paraná BR. Hydrobiol. 312: 153-166.
- ARGERMEIER, P. L. & SCHLOSSER I. J. 1989. Specie-area relationship for stream fishes. Ecology, 70(5): 1450-1462.
- ÁVILA-PIRES, T. C. & HOOGMOED, M. S. 1997. The herpetofauna. *In*: Lisboa, P. L. B. (org.) Caxiuanã. Belém: MPEG.
- AYRES, J. M. 1995. As matas de várzea de Mamirauá. Sociedade Civil Mamirauá – MCT – CNPq. 123 p.
- BARRELLA, W. 1997. Alterações das comunidades de peixes nas bacias dos rios Tietê e Paranapanema (SP), devido à poluição e ao represamento. Tese de doutorado, Universidade Estadual "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), Rio Claro, SP.
- BARTHEM, R. B. 1999. A pesca comercial no médio Solimões e sua interação com a reserva Mamirauá. *In*: Helder L. Queiroz & Willian R. Crampton. 1999. Estratégias para manejo de recursos pesqueiros em Mamirauá. Sociedade Civil Mamirauá MCT-CNPq. 197 p.
- BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWNSEND, C. R. 1996. Ecology. Blackwell Science. 1068 pp.
- BÖHLKE, J. E., WEITZMAN, S. H. & MENEZES, N. A. 1978. Estado atual da sistemática dos peixes da água doce da América do Sul. Acta Amazonica, 8(4): 657-677.
- BRITSKI, H. A.; SATO, Y. & ROSA, A. B. S. 1984. Manual de Identificação de peixes da região de Três Marias (com chave de identificação para os peixes da bacia do São Francisco). 2 ed. CODEVASF, Brasília. 115 p.

- BRITSKI, H. A.; SILIMON, K. Z. S.; LOPES, B. S. 1999. Peixes do Pantanal – manual de identificação. EMPRAPA. 183 p.
- BROWER, J. E. & ZAR, J. H. 1977. Field & laboratory methods for general ecology, 2 ed, Dubuque, Iowa: Wm. C. Brown Publishers.
- BUCKUP, P. A. 1993. Review of the characidiini fishes (Teleostei: Characiformes) with descriptions of four new genera and ten new species. Ichthyological Explorations of Freshwater 4: 97-154.
- BUCKUP, P. A. 1998. Relationship of the Characidiinae and phylogeny of Characiform Fishes (Teleostei: Ostariophysi). *In*: Phylogeny and classification of neotropical fishes. Edited by Luiz R. Malabarba, Roberto E. Reis, Richard P. Vari, Zilda Margarete S. Lucena, Carlos Alberto S. Lucena – Porto Alegre: EDIPUCRS, 1998. 603 p.
- BURGESS, W. E. 1989. An atlas of freshwater and marine catfishes. A preliminary survey of the Siluriformes. Neptune City: T.F.H. 784p.
- BURNHAM, K. P. & OVERTON, W. S. 1978. Estimation of the size of a closed population when capture probabilities vary among animals. Biometrika, 65: 623-633.
- BURNHAM, K. P. & OVERTON, W. S. 1979. Robust estimation of population size when capture probabilities vary among animals. Ecology, 60: 927-936.
- CAMPOS-DA-PAZ, R. & ALBERT, J. S. 1998. The Gymnotiforms “eels” of tropical América: A history of classification and phylogeny of the South American electric knifefishes (Teleostei: Ostariophysi: Siluriphysi). *In*: Phylogeny and classification of neotropical fishes. Edited by Luiz R. Malabarba, Roberto E. Reis, Richard P. Vari, Zilda Margarete S. Lucena, Carlos Alberto S. Lucena – Porto Alegre: EDIPUCRS, 1998. 603 p.

- CARAMASCHI, E. P. 1986. Distribuição da ictiofauna de riachos das bacias do rio Tietê e do Paranapanema, junto ao divisor de águas (Botucatu, SP). Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 245 p.
- Chernoff, B. & Willink, P. W. 1999. Bulletin of Biological Assessment, 15:145 p.
- CHERNOFF, B. A.; MACHADO-ALLISON, A.; SAUL, W. 1996. La conservación de los ambientes acuáticos: una necesidad impostergable. Acta. Biol. Venez., 16(2): I-iii.
- CODY, M. L. 1975. Toward a theory of continental species diversity bird distribution over Mediterranean habitat gradient. In: Cody, M. L. & J. M. Diamond (eds.). Ecology and Evolution of Communities. Cambridge: Harvard University Press, Cambridge.
- COLLARES-PEREIRA, J. M.; MAGALHÃES, M. F.; GERALDES, A. M. & COELHO, M. M. 1995. Riparian ecotones and spatial variation of fish assemblages in Portuguese lowland streams. Hydrobiologia, 303: 93-102
- COLWELL, R. K. 1997. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 501 User's guide and application published at: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.
- CONNOR, E. F. & MCCOY, 1979. The statistics and biology of the species-area relationship. Am. Nat., 113: 791-833
- COOP, G. H. 1992. Comparative microhabitat use of cyprinid larvae and juveniles in a lotic floodplain channel. Environmental Biology of Fishes, 33: 181-193.
- COSTA, M. L.; KERN, D. C.; BEHLING, H.; BORGES, M. S. A geologia da região de Caxiuanã na Amazônia Oriental. In: Lisboa, P. L. B. (org.) Caxiuanã: meio físico e diversidade biológica. Belém: MPEG, (no prelo)
- COSTA, W. J. E. M. 1998. Phylogeny and classification of the Cyprinodontiformes (Euteleostei: Atherinomorpha): A Reappraisal. In: Phylogeny and classification

- of neotropical fishes. Edited by Luiz R. Malabarba, Roberto E. Reis, Richard P. Vari, Zilda Margarete S. Lucena, Carlos Alberto S. Lucena – Porto Alegre: EDIPUCRS, 1998. 603 p.
- COX-FERNANDES, C. 1995. Diversity, distribution and community structure of electric fishes (Gymnotiformes) in the channel of the Amazon River system, Brasil. Unpublished Ph.D. Dissertation, Duke University. 394 p.
- CRISTOFOLETTI, A. 1981. Geomorfologia fluvial. Vol. 1: O canal fluvial. Edgar Blucher Ltda. 313 p.
- CURI, P. G. 1983. Análise de agrupamento: métodos seqüenciais, aglomerativos e hierárquicos. Ciência e Cultura, 35 (10):1416-1429.
- DIAMOND, J. M. 1975. Assembly of species communities. In: Cody, M. L. & J. M. Diamond (eds.). Ecology and evolution of communities. Harvard University Press. 342-444 p.
- EDDS, D. R. 1993. Fish assemblage structure and environmental correlates in Nepal's Gandaki River. Copeia, 48-60.
- FERNADO, C. H. & HOLCIK J. 1991. Fish in reservoirs. Int. Revue Ges. Hydrobiol., 76(2): 149-167.
- GATZ-JR, A. J., SALE, M. J.; LOAR, J. M. 1987. Habitat shifts in rainbow trout competitive influences of brown trout. Oecologia, 74:7-19.
- GÉRY, J. 1977. Characoids of the world. Neptune City : T.F.H. Publications. 672 p.
- GORMAN, O. T. & KARR, J. 1978. Habitat structure and stream fish communities. Ecology, 59(3): 507-515.
- GOULDING, M. 1979. Ecologia da pesca do rio Madeira. Manaus: CNPA/INPA.
- GOULDING, M. 1989. Amazon. The flooded forest. London: BBC Books. 208 p.

- GOULDING, M.; CARVALHO, M. L. & FERREIRA, E. J. G. 1988. Rio Negro. Rich life in poor water. Amazonian diversity and floodplain ecology as seen through fish communities. Hague: SPB. Academic Publishing. 200 p.
- GREENBERG, L. A. 1991. Habitat structure and feeding behavior of thirteen species of benthic stream fishes. Env. Biol. Fishes, 31: 389-401.
- HOLLDÖBLER, B. & WILSON, E. O. 1990 - *The Ants*. Harvard University Press, Cambridge. 732 pg.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 1977. Geografia do Brasil – Região Norte, V – 1, Rio de Janeiro, SERGRAF, IBGE, 466 p.
- ISBRÜCKER, I. J. H. & NIJSSEN H. 1988. Review of the South American characiform genus *Chilodus*, with description of a new species, *C. gracilis* (Pisces, Characiformes, Chilodontidae). Beaufortia 38: 47-56
- KERN, D. C. & COSTA, M. L. 1997. Os solos antrópicos. *In*: Lisboa, P. L. B. (org.) Caxiuanã. Belém: MPEG.
- KLAMMER, G. 1984. The relief of extra-Andean Amazon basin. *In*: H. Sioli, The Amazon: Limnology and Landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. Dr. Junk Publ., Dordrecht.
- KREBS, C. J. 1989. Ecological Methodology. New York: Harper & Row Publish.
- KULLANDER, S. O. & NIJSSEN, H. 1989. The Cichlids of Surinam. Leiden: E. J. Brill. 256 p.
- KULLANDER, S. O. 1996. Guide to the South American Cichlidae. Documento publicado na Internet: <http://www.nrm.se/ve/pisces/acara/cichpage.html>
- LAUDER, G. V. & LIEM F. L. 1983. The evolution and interrelationships of Actionopterygin fishes. Bull. Mus. Comp. Zool., 150: 95-197

- LEWINSOHN, T. M. 2001. Esboço de uma estratégia abrangente de inventário de biodiversidade. *In*: Irene Garay & Bráulio Dias (org.) 2001. Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais: Avanços conceituais e revisão de novas metodologias de avaliação e monitoramento. Petrópolis: Editora Vozes. 430 p.
- LINS, A. L. F. DE A.; TOSTES, L. DE C. L.; VILHENA-POTIGUARA, R. C. DE; LOBATO, L. C. Macrófitas aquáticas de Caxiuanã *In*: Lisboa, P. L. B. (org.) Caxiuanã: meio físico e diversidade biológica. Belém: MPEG, (no prelo)
- LISBOA, P. L. 1997. A Estação Científica Ferreira Penna/ECFPn. *In*: Pedro L. B. Lisboa (org.) Caxiuanã, Belém: MCT/CNPq – MPEG, 446 pp.
- LISBOA, P. L. B.; SILVA, A. S. L.; ALMEIDA, S. S. 1997. Florística e estrutura dos ambientes. *In*: Lisboa, P. L. B. (org.) Caxiuanã. Belém: MPEG.
- LOWE-McCONNELL, R. H. 1987. Ecological studies in tropical fish communities. Cambridge: Cambridge University Press. 382 p.
- LOWE-McCONNELL, R. H. 1999. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. Tradução por A. E. A. M. Vazzoler, A. A. Agostinho e P. M. Cunningham. São Paulo: EDUSP. 536 p. Tradução de: *Ecological Studies in tropical fish communities*.
- LUCENA C. A. S. & MENEZES N. A. 1998. A phylogenetic analysis of *Roestes* Günther and *Gilbertolus* Eigenmann, with a hypothesis on the relationship of the Cynodontidae and Acestrorhynchidae (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes). *In*: Phylogeny and classification of neotropical fishes. Edited by Luiz R. Malabarba, Roberto E. Reis, Richard P. Vari, Zilda Margarete S. Lucena, Carlos Alberto S. Lucena – Porto Alegre: EDIPUCRS, 1998. 603 p.
- LUDWIG, J. A. & REYNOLDS J. F. 1988. Statistical ecology. A primer on Methods and computing. John Wiley & Sons. 337 p.
- MACARTHUR, J. M. 1965. Pattern of species diversity. Biol. Rev., 40: 510-533

- MACHADO-ALLISON, A. & FINK, W. 1996. Los peces Caribe de Venezuela: Diagnósis, claves y aspectos ecológicos y evolutivos. Universidad Central de Venezuela, Caracas: CDC, 151 p.
- MAGO-LECCIA, F. 1978. Los peces de agua dulce des Pais., Caracas: Cuadernos Lagoven , 35 p.
- MAGO-LECCIA, F. 1994. Electric fishes of the continental waters of America. Biblioteca de La Academia de Ciencias Fisicas, Matematicas y Naturales 29: 1-206 + tabelas
- MAGURRAN, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton: Princeton University Press.
- MALABARBA, L. R. & REIS, R. E. 1987. Manual de Técnicas para a Preparação de Coleções Zoológicas: Peixes. Campinas: Sociedade Brasileira de Zoologia.
- MANLY, B. J. 1986. Multivariate statistical methods: A primer. London: Chapman & Hall. 281 p.
- MANN, K. H. 1975. Patterns of energy flow. In: Whitton, B. A. (ed.). River ecology. Studies in ecology. vol 2. University California Press, 248-263.
- MATTHEWS, W. J. 1998. Patterns in freshwater fish biology. London: Chapman & Hall. 756 p.
- MATTHEWS, W. J.; HOUGH, D. J.; ROBISON, H. W. 1992. Similarities in fish distribution and water quality patterns in stream of Arkansas: congruence of multivariate analyses. Copeia, 2: 296-305.
- MAY, R. M. 1975. Patterns of species abundance of diversity. In: In: Cody, M. L. & J. M. Diamond (eds.). Ecology and evolution of communities. Harvard University Press. 81-120 p.

- MCARTHUR J. W. & WILSON E. O. 1967. The theory of insular zoogeography. Evolution, 17:373-387.
- NAIMAN, R. J.; MELILLO, J. M.; LOCK, M. A.; FORD, T. E.; REICE, S. R. 1987. Longitudinal patterns of ecosystem processes and community structure in a subarctic river continuum. Ecology. 68: 1139-1156.
- ODUM, E. P. 1988. Ecologia. Tradução de Christopher J. Tribe. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 434 p. Tradução de: Basic Ecology.
- PETRERE, M. 1996. Fisheries in large tropical reservoirs in South America. Lakes & Reservoirs: Research and Management, 2: 111-133.
- PIANKA, E. R. 1982. Ecologia Evolutiva. Barcelona: Omega, S.A., 365 pp.
- PIANKA, E. R. 1988. Evolutionary ecology. New York: Harper Collins. 356 pp.
- PIELOU, E. C. 1969. An introduction to mathematical ecology. New York: Wiley-Interscience, 286 p.
- PIELOU, E. C. 1975. Ecological diversity. New York: Wiley-Interscience, 165 p.
- PINNA, M. C. C. 1998. Phylogenetic relationships of neotropical siluriformes: Historial overview and synthesis of hypotheses. In: Phylogeny and classification of neotropical fishes. Edited by Luiz R. Malabarba, Roberto E. Reis, Richard P. Vari, Zilda Margarete S. Lucena, Carlos Alberto S. Lucena – Porto Alegre: EDIPUCRS, 1998. 603 p.
- PINTO-COELHO, R. M. 2000. Fundamentos em ecologia. Porto Alegre: Artes Médicas Sul. 252 p.
- POWER, M. 1984. Depth distributions of armored catfish: predator-induced resource avoidance? Ecology 65(2): 523-528.
- PUTMAN, R. J. 1994. Community ecology. Chapman & Hall. 178 pp.

- REIS, R. E. 1996. Callichthyidae. Documento publicado na Internet: <http://www.personal.umich.edu/~rreis/tree/callichthyidae.html>.
- RINCÓN, P. A. 1999. Uso do micro-habitat em peixes de riachos: método e perspectivas, pp. 23-90. *In*: Caramasschi, E. P.; Mazzoni, R. & Peres-Neto, P. R. (edit.) Ecologia de Peixes de Riachos. Série Oecologia Brasiliensis, vol VI. PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.
- ROBERTS, T. R. 1972. Ecology of fishes in the Amazon and Congo Basins. Bull. Mus. Comp. Zool., 143(2): 117-147.
- ROSEN, D. E. & GREENWOOD, P. H. 1976. A fourth neotropical species of symbranchid eel and the phylogeny and systematics of synbranchiform fishes. Bulletin of the American Museum of Natural History 157: 1-70.
- ROSS, S. T. 1986. Resource partitioning in fish assemblages: a review of field studies. Copeia 2: 352-388.
- ROUTLEDGE, R. D. 1977. On Whittaker's components of diversity. Ecology, 58:1120-1127.
- RUSSELL, G. R.; DIAMOND, J. M.; PIMM, S. L.; REED T. M. 1995. A century of turnover: Community dynamics at three timenale. J. A. Ecol., 64(5): 628-641.
- SANTOS, G. M. & FERREIRA E. J. G. 1999. Peixes da Bacia Amazônica. *In*: Lowe-McConnell, R. R. H., 1999. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais; tradução A. E. A. M. Vazzoler, A. A. Agostinho e P. M. Cunningham. São Paulo: EDUSP, 536 p.
- SCHAFFER, S. A. 1998. Conflict and resolution: impact of new taxa on phylogenetic studies of Neotropical cascudinhos (Siluroidei: Loricariidae). *In*: Malabarba, L. R.; Reis, R. E.; Vari, R. P.; Lucena, Z. M. S.; Lucena, C. A. S. (edit.) Phylogeny and classification of Neotropical fishes. Porto Alegre: EDIPUCRS, 603 p.

- SCHLOSSER, I. J. 1985. Flow regime, juvenile abundance, and the assemblage structure of stream fishes. Ecology, 66(5): 1484-1490.
- SILVA, J. M. C. & PIMENTEL-NETO, D. C. 1997. As aves. *In*: Lisboa, P. L. B. (org.) Caxiuanã. Belém: MPEG.
- SIOLI, H. 1984. The Amazon and its main affluents: hydrography, morphology of the river courses and river types. *In*: H. Sioli, The Amazon: Limnology and Landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. Dr. Junk Publ., Dordrecht.
- STANFORD, J. A. 1996. Landscapes and catchment basins. *In*: Hauer, F. R. & G. A. Lamberti (eds.). Methods in stream ecology. Academic Press. 3-22.
- SUDAM, 1973. Levantamento florestais realizados pela Missão FAO na Amazônia (1956-1961). Belém, 366p.
- UIEDA, V. S. & CASTRO, R. M. C. 1999. Coleta e fixação de peixes de riachos, pp. 01-22, *In* Caramaschi, E. P.; Mazzoni, R. & Peres-Neto, P. R. (edit.) Ecologia de Peixes de Riachos. Série Oecologia Brasiliensis, vol VI. PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.
- VANNOTE, R. L.; MINSHALL, G. W.; KUMMINS, K. W.; SEDELL, J. R. & CUSHING, C. E. 1980. The river continuum concept. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 37: 130-137.
- VARI, R. P. 1992. Systematic of the Neotropical characiform genus *Curimatella* Eigenmann & Eigenmann (Pisces: Ostariophysi) with Sumary Comments on the Curimatidae. Smithsonian Contributions to Zoology 533: 1-48.
- VARI, R. P. 1995. The neotropical fish family Ctenolucidae (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes): supra and infrafamilial phylogenetic relationship, with a revisionary study. Smithsonian Contributions to Zoology 564: 1- 97.
- WATSON D. J. & BALON, E. K. 1984. Ecomorphological analysis of fish taxocenoses in rainforest stream of northern Borneo. J. Fish. Biol., 25: 371-384.

- WHITEHEAD, J. P. 1985a FAO species catalogue. Vol. 7. Clupeoid fishes of the world (suborder Clupeoidei). An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, shads, anchovies and wolf-herrings. Part-1 – Chirocentridae, Clupeidae and Pristigasteridae. FAO Fisheries Synopsis (125), vol. 7, pt. 1: 1-303.
- WHITEHEAD, J. P. 1985b FAO species catalogue. Vol. 7. Clupeoid fishes of the world (suborder Clupeoidei). An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, shads, anchovies and wolf-herrings. Part - 2 – Engraulidae. FAO Fisheries Synopsis (125), vol. 7, pt. 2: 305-379.
- WILLIAMS, C. B. 1964. Patterns in the balance of nature. New York: Academic Press, 324 p.
- WILSON, E. O. 1988. Biodiversity. National Acad. Press, Washington D. C., USA. 652 p.
- WINEMILLER, K. O. 1989. Patterns of variation in life history among South American fishes in seasonal environments. Oecologia, 81:225-241.
- WINEMILLER, K. O. 1991. Ecomorphological diversification in low-land fresh water fish assemblages from five biotic regions. Ecol. Monogr., 61: 343-365.

PRANCHAS

Peixes de Caxiuanã

[nome da espécie, comprimento padrão (CP)¹ em milímetros, número de registro de tombo no Museu Paraense Emílio Goeldi – MPEG ²].

¹ Para as espécies da família Potamotrygonidae, foram tomados os dados de largura do disco (LD)

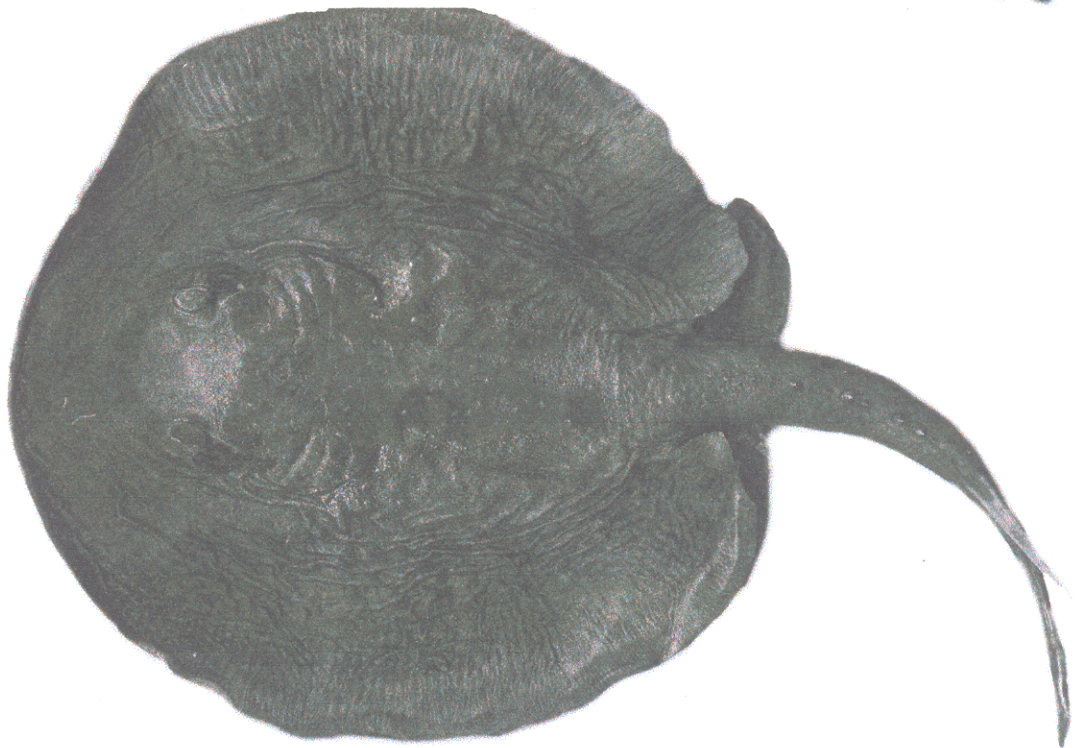
² Aquelas espécies que ainda não estão tombadas é apresentando o número de campo (CAMPO).

Potamotrygonidae

1

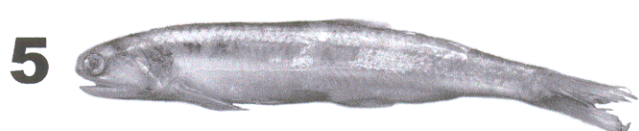


2



1 - *Potamotrygon cf. constellata*, 174 mm LD, CAMPO A7; 2 - *Potamotrygon motoro*, 200 mm LD, CAMPO 137.

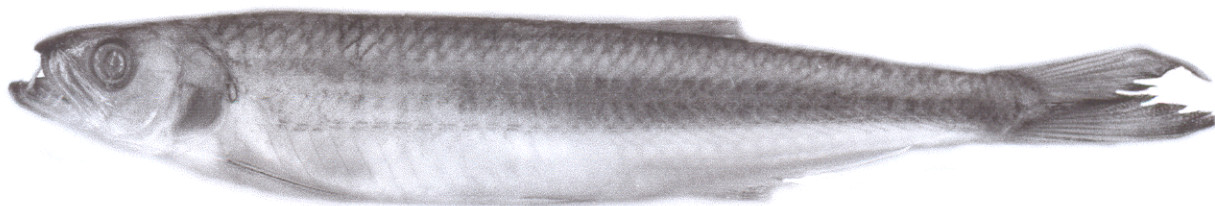
Osteoglossidae, Engraulidae e Pristigasteridae



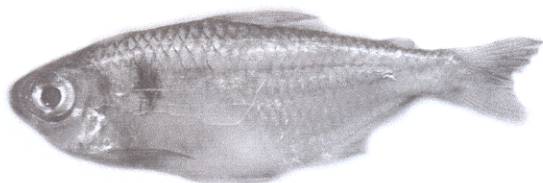
3 - *Osteoglossum bicirrhosum*, 190 mm CP, MPEG 6498; **4** - *Anchovia surinamensis*, 99 mm CP, MPEG 6494; **5** - *Lycengraulis batesii*, 122 mm CP, MPEG 6496; **6** - *Pterengraulis atherinoides*, 62 mm CP, MPEG 6524; **7** - *Pellona castelnaeana*, 225 mm CP, MPEG 6538; **8** - *Pellona flavipinnis*, 210 mm CP, CAMPO 96.

Characidae

9



10



11



12



13



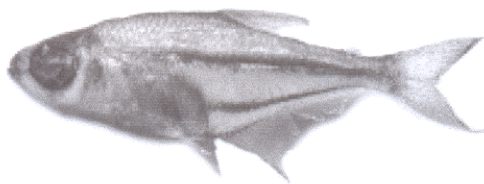
14



15



16



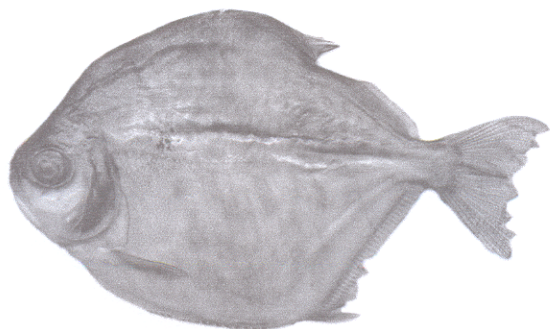
17



9 - *Agoniates anchovia*, 170 mm CP, MPEG 6542; 10 - *Astyanax* sp. 1, 80 mm CP, MPEG 6610; 11 - *Astyanax* sp. 2, 65 mm CP; MPEG 6130; 12 - *Bryconops* sp. 1, 143 mm CP, MPEG 6545; 13 - *Bryconops* sp. 2, 100 mm CP, MPEG 6543; 14 - *Catoprion mento*, 94 mm CP, MPEG 6583; 15 - *Charax gibbosus*, 99 mm CP, MPEG 6600; 16 - *Gnathocharax steindachneri*, 25,5 mm CP, MPEG 6225; 17 - *Metynnis* cf. *hypsauchen*, 78 mm CP, MPEG 6515.

Characidae

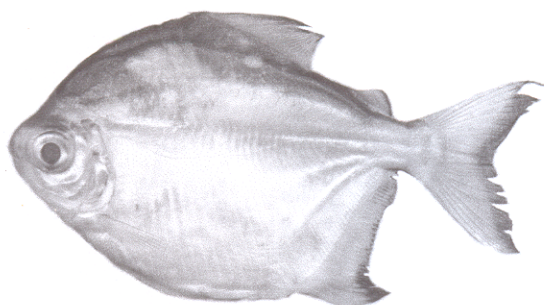
18



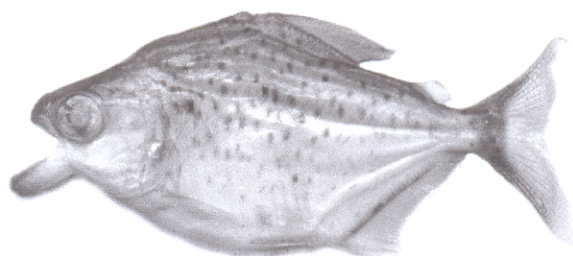
19



20



21



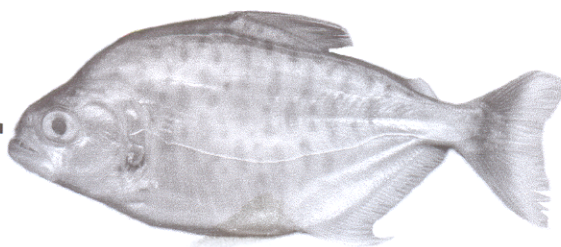
22



23



24

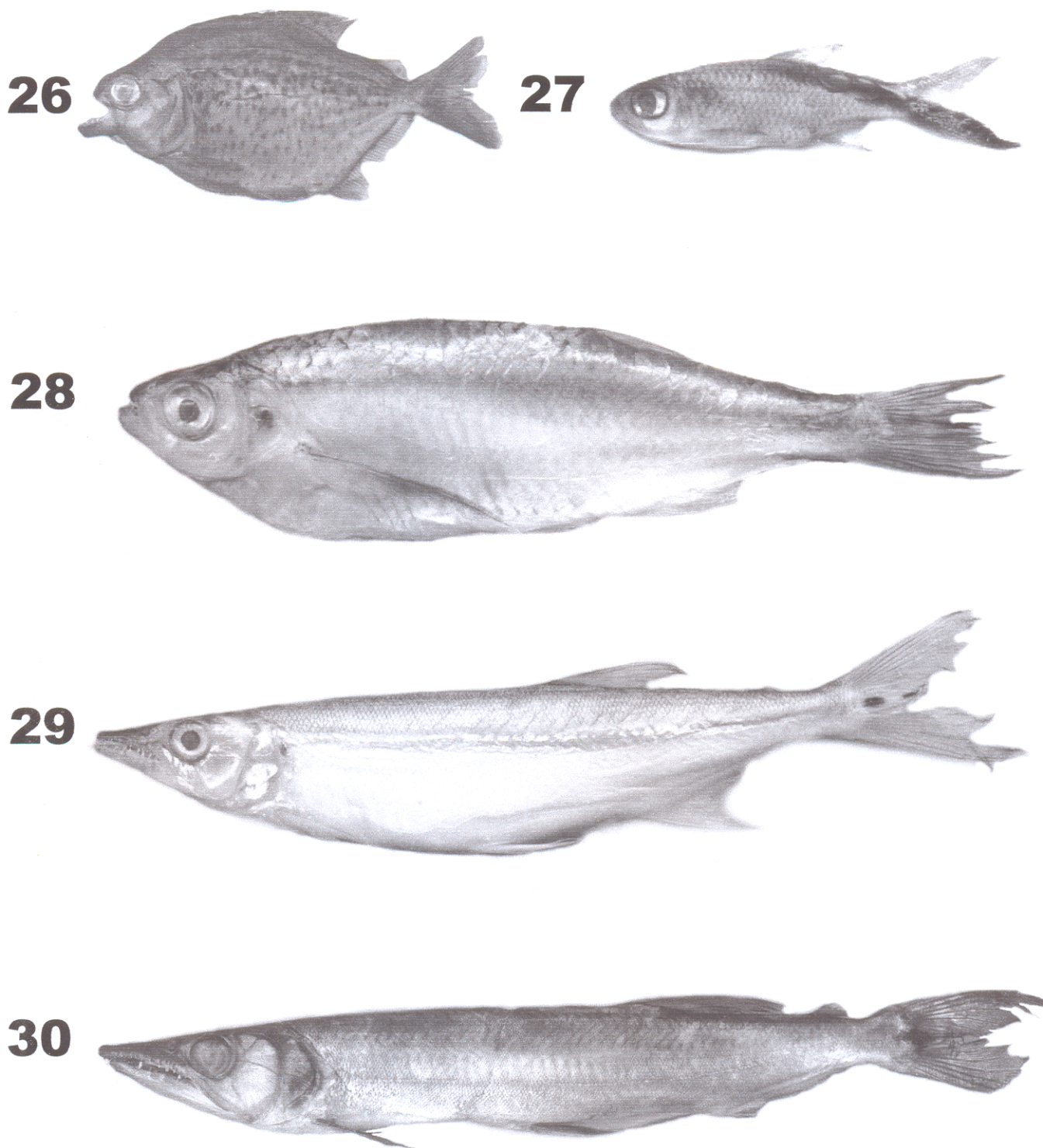


25



18 - *Metynnis* sp., 190 mm CP, MPEG 6659; **19** - *Myleus* cf. *micans*, 153 mm CP, MPEG 6658; **20** - *Myleus torquatus*, 121 mm CP, MPEG 6625; **21** - *Pygocentrus nattereri*, 555 mm CP, MPEG 6522; **22** - *Serrasalmus* cf. *denticulatus*, 72 mm CP, MPEG 6529; **23** - *Serrasalmus* cf. *maculipinnis*, 107,5 mm CP, MPEG 6142; **24** - *Serrasalmus eigenmanni*, 120 mm CP, MPEG 6550; **25** - *Serrasalmus rhombeus*, 120,5 mm CP, MPEG 6548.

Characidae e Acestrorhynchidae



26 - *Serrasalmus* sp., 104 mm CP, MPEG 6531; **27** - *Thayeria* sp., 32 mm CP, MPEG 6547;
28 - *Triportheus elongatus*, 115 mm CP, MPEG 6518; **29** - *Acestrorhynchus falcatus*, 151 mm CP, MPEG 6516; **30** - *Acestrorhynchus falcistrostris*, 255 mm CP, MPEG 6685.

Gasteropelecidae, Cynodontidae, Crenuchidae e Hemiodontidae

31



32



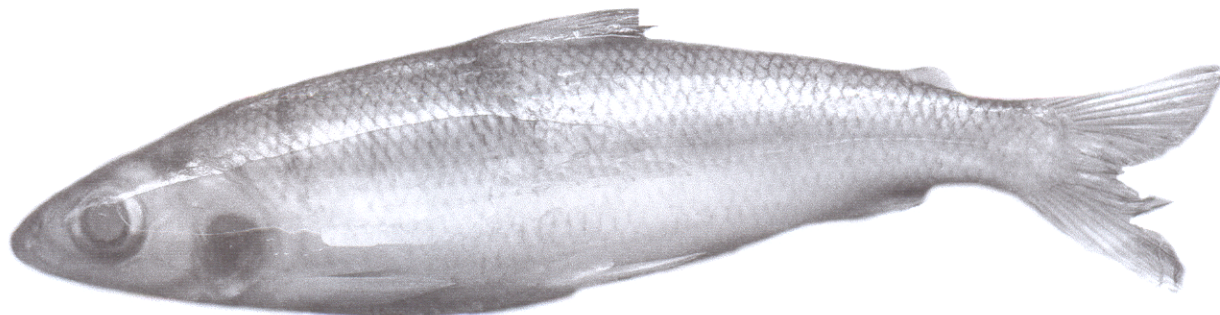
33



34



35



36



31 - *Carnegiella strigata*, 22 mm CP, MPEG 6204; **32** - *Cynodon gibbus*, 163 mm CP, MPEG 6663; **33** - *Characidium* sp., 11 mm CP, MPEG 6194; **34** - *Crenuchus spilurus*, 30 mm CP, MPEG 6161; **35** - *Hemiodus* sp., 145 mm CP, MPEG 6580; **36** - *Hemiodus unimaculatus*, 170 mm CP, CAMPO 177.

Curimatidae e Anostomidae

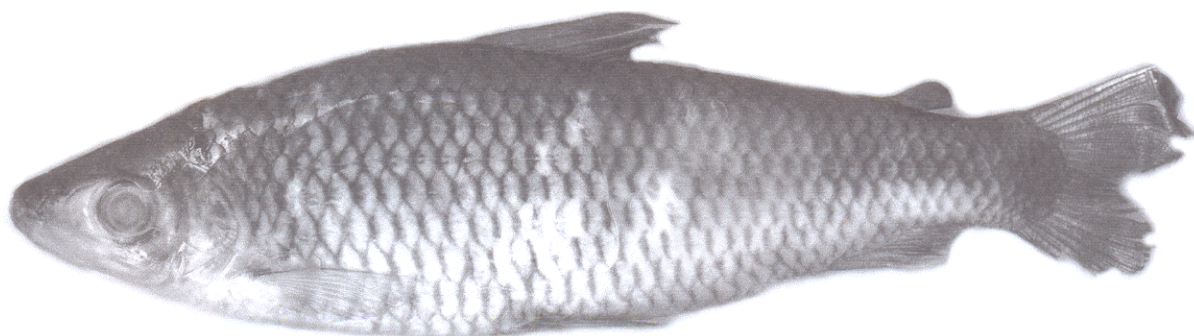
37



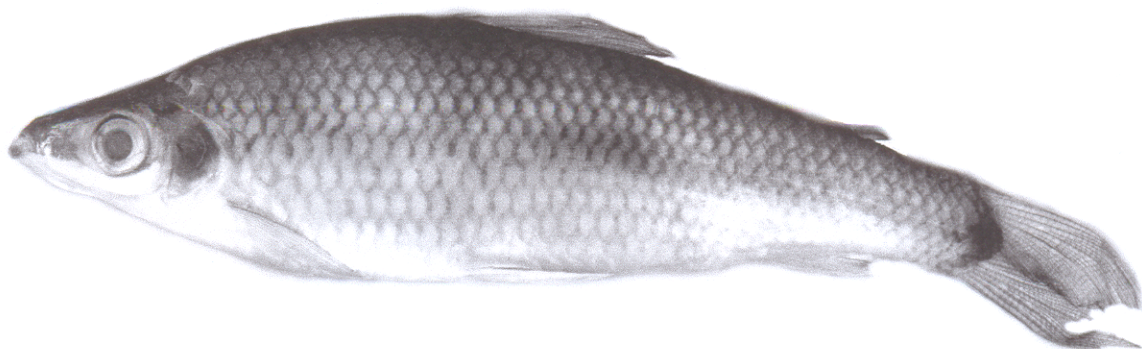
38



39



40



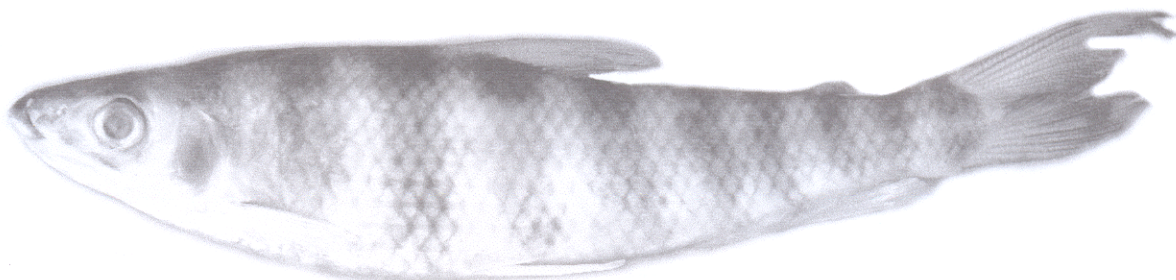
37 - *Curimata vittata*, 152 mm CP, MPEG 6684; **38** - *Cyphocharax abramoides*, 160 mm CP, MPEG 6554; **39** - *Anostomoides laticeps*, 240 mm CP, MPEG 6579; **40** - *Anostomus taeniatus*, 153 mm CP, MPEG 6651.

Anostomidae, Lebiasinidae e Erythrinidae

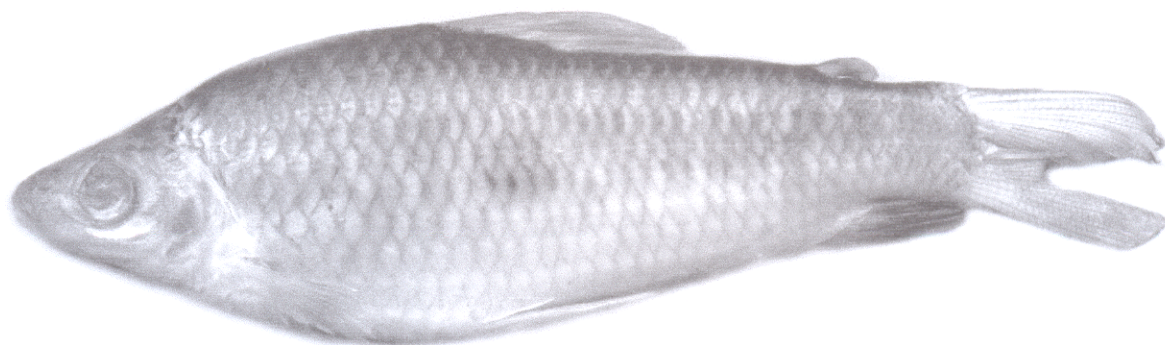
41



42



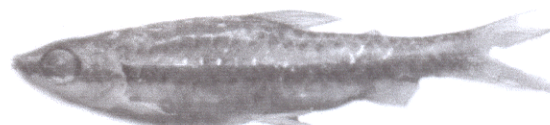
43



44



45



46



47



41 - *Laemolyta petiti*, 126 mm CP, MPEG 6647; **42** - *Leporinus affinis*, 152 mm CP, MPEG 6660; **43** - *Leporinus* sp. n., 116,5 mm CP, MPEG 6549; **44** - *Nannobrycon eques*, 29 mm CP, MPEG 6570; **45** - *Nannostomus* cf. *harrisoni*, 29 mm CP, MPEG 6115; **46** - *Pyrrhulina brevis*, 31 mm CP, MPEG 6559; **47** - *Erythrinus erythrinus*, 66 mm CP, MPEG 6147.

Erythrinidae e Ctenolucidae

48



49



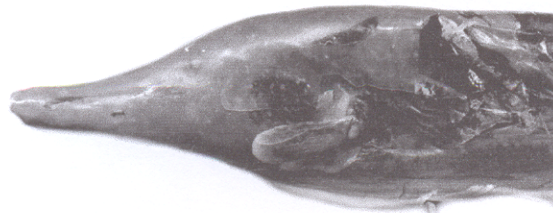
50



48 - *Hoplerythrinus unitaeniatus*, 285 mm CP, MPEG 6646; **49** - *Hoplias malabaricus*, 70,5 mm CP, MPEG 6532; **50** - *Boulengerella maculata*, 241 mm CP, MPEG 6556.

Rhamphichthyidae, Gymnotidae e Sternopygidae

51



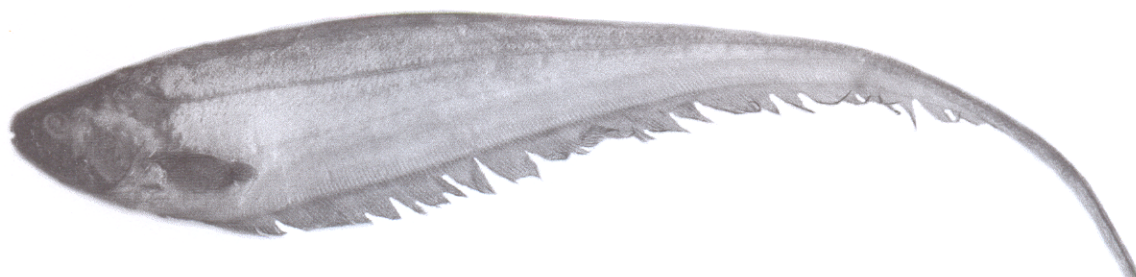
52



53



54



55

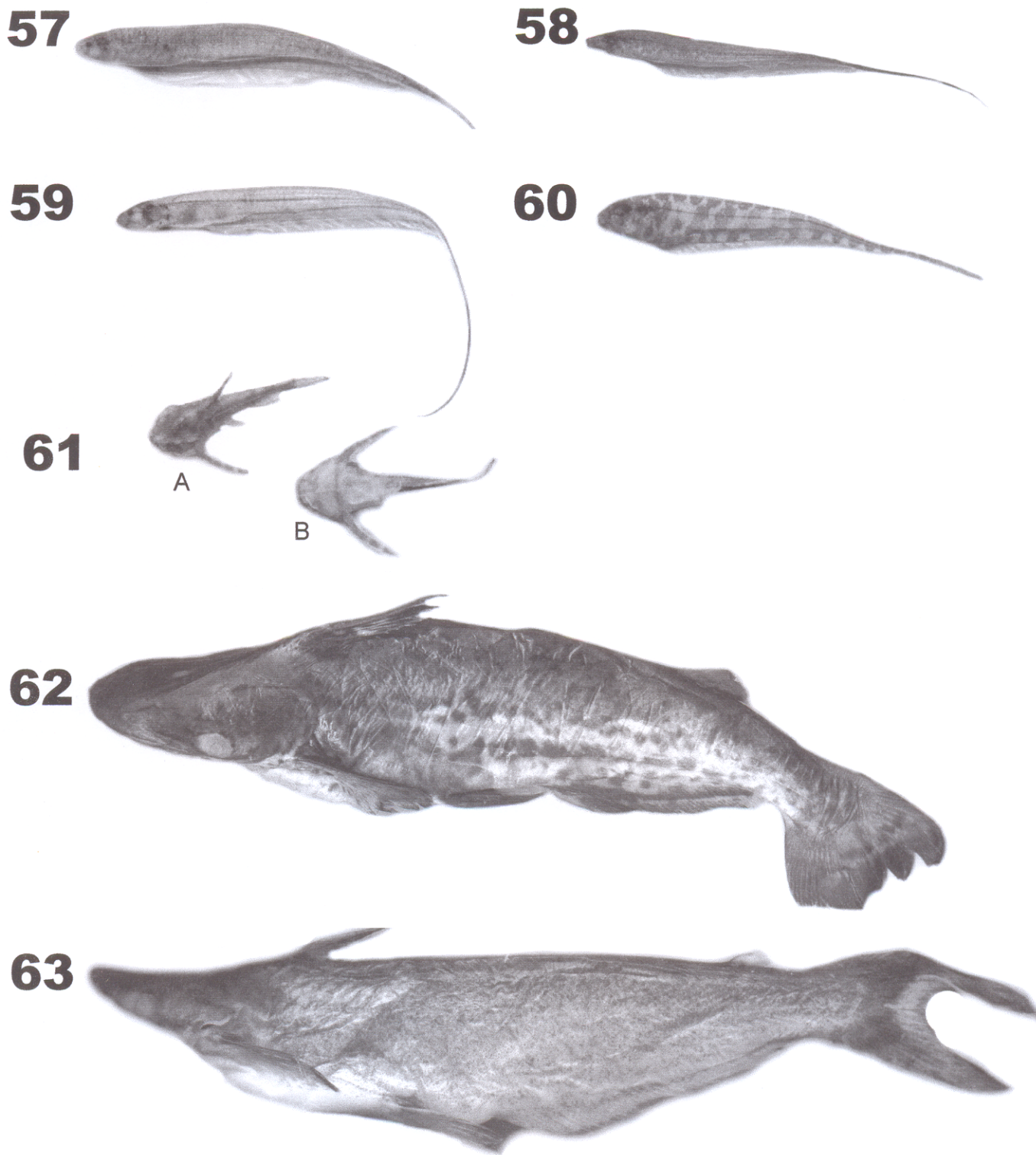


56



51 - *Rhamphichthys marmoratus*, 665 mm CP, MPEG 6489; **52** - *Rhamphichthys rostratus*, 615 mm CP, MPEG 6491; **53** - *Gymnotus carapo*, 280 mm CP, MPEG 6485; **54** - *Eigenmannia humboldtii*, 135 mm CP, MPEG 6484 ; **55** - *Sternopygus macrurus*, 326 mm CP, MPEG 6487; **56** - *Sternopygus obtusirostris*, 432 mm CP, MPEG 6486.

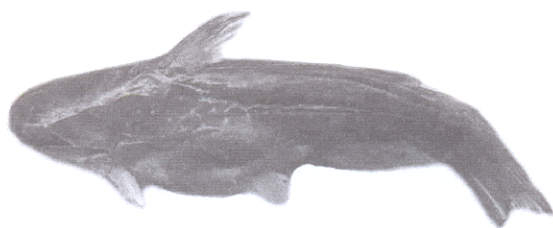
Hypopomidae, Doradidae e Auchenipteridae



57 - *Hypopomus* sp. 1, 65 mm CP, MPEG 6482; **58** - *Hypopomus* sp. 2, 104 mm CP;
59 - *Hypopomus* sp. 3, 84 mm CP, MPEG 6157; **60** - *Steatogenys* sp., 68 mm CP, MPEG
6210; **61** - *Physopyxis lyra* (A = dorsal e B = ventral) 17 mm CP, MPEG 6151; **62** - *Ageneiosus*
brevifilis, 220 mm CP, MPEG 6638; **63** - *Ageneiosus dentatus*, 160 mm CP, MPEG 6540.

Auchenipteridae e Pimelodidae

64



65



66



67



68



69



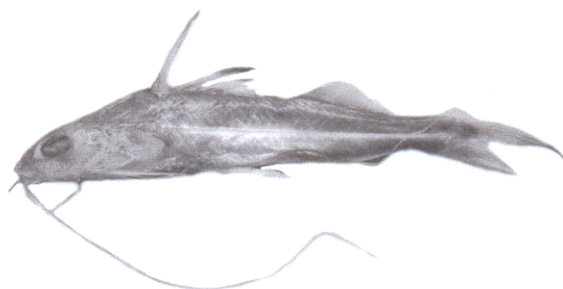
70



71

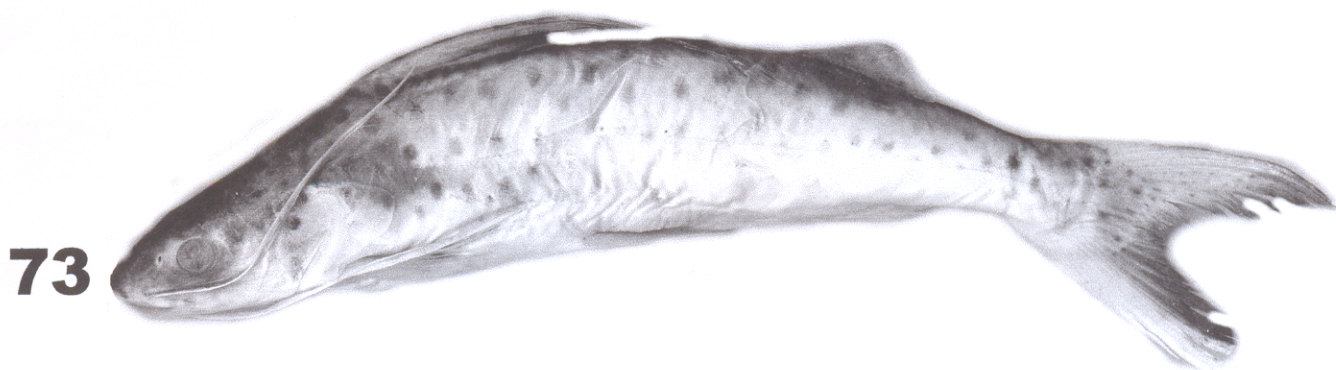


72



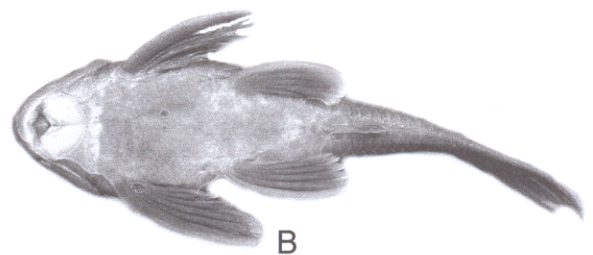
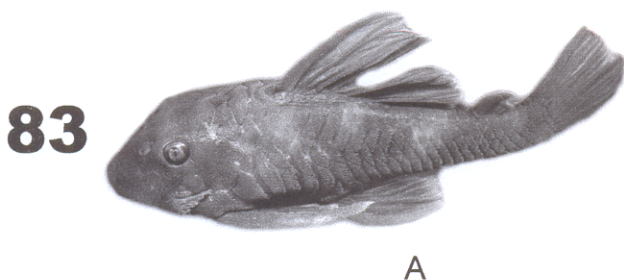
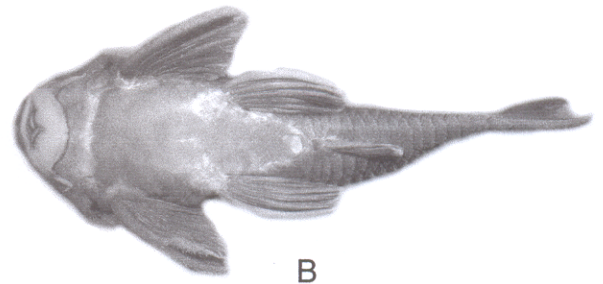
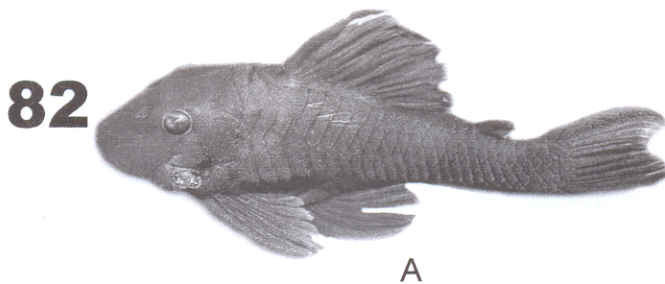
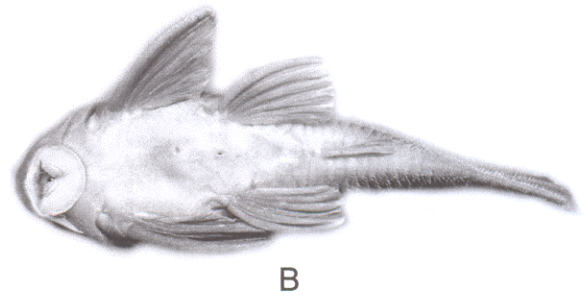
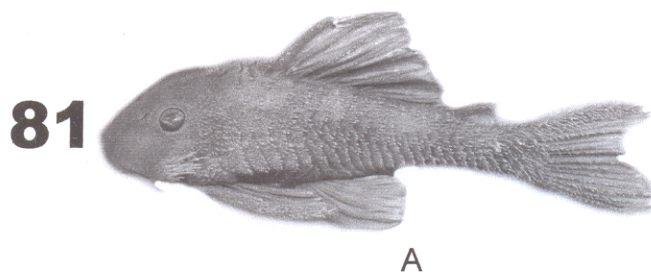
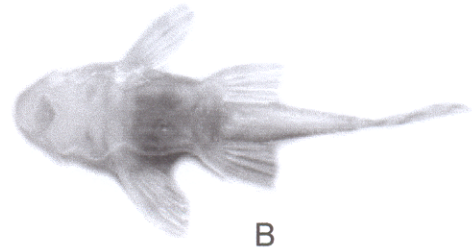
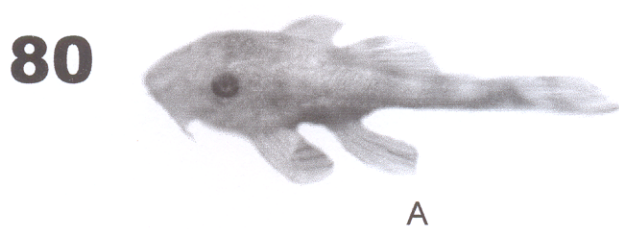
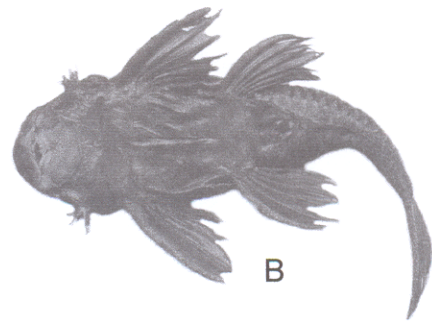
64 - *Auchenipterichthys longimanus*, 67 mm CP, MPEG 6208; **65** - *Auchenipterichthys* sp. 1, 100 mm CP, MPEG 6129; **66** - *Auchenipterichthys* sp. 2 120 mm CP, MPEG 6143; **67** - *Auchenipterus nuchalis*, 136 mm CP, MPEG 6585; **68** - *Parauchenipterus galeatus*, 140 mm CP, MPEG 6623; **69** - *Tatia* sp. 1, 85 mm CP, MPEG 6601; **70** - *Tetranematichthys quadrifilis*, 140,5 mm CP, MPEG 6552; **71** - *Hypophthalmus marginatus*, 200 mm CP, MPEG 6534; **72** - *Pimelodus blochii*, 95,9 mm CP, MPEG 6551.

Pimelodidae, Cetopsidae, Trichomycteridae e Callichthyidae



73 - *Platynemichthys notatus*, 228 mm CP, MPEG 6560; **74** - *Cetopsis coecutiens*, 140 mm CP, MPEG 6546; **75** - *Helogenes marmoratus*, 42,5 mm CP, MPEG 6500; **76** - *Callichthys callichthys* (A - dorsal e B - ventral), 31 mm CP, MPEG 6154; **77** - *Trychomycteridae* sp., 12 mm CP; **78** - *Hoploternum thoracatum*, 113 mm CP, MPEG 6541.

Loricariidae



79 - *Ancistrus* sp. (A - dorsal e B - ventral), 65 mm CP, MPEG 6616; **80** - *Hypostominae* sp. (A - lateral e B - ventral), 12 mm CP, CAMPO 17; **81** - *Peckoltia* sp. 1 (A - lateral e B - ventral), 110 mm CP, MPEG 6614; **82** - *Peckoltia* sp. 2 (A - lateral e B - ventral), 125 mm CP, MPEG 6615; **83** - *Peckoltia* sp. 2 (A - lateral e B - ventral), 95 mm CP, MPEG 6615.

Loricariidae

84



A



B

85



A



B

84 - *Pseudoloricaria punctata* (A - dorsal e B - ventral), 147 mm CP, MPEG 6533; **85** - *Pterygoplichthys* sp. (A - dorsal e B- ventral) 180 mm CP, MPEG 6555.

Poeciliidae, Rivulidae e Belontiidae

86



87



88



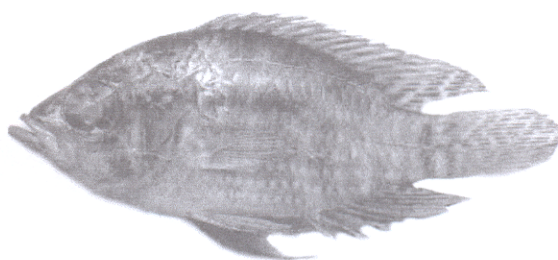
86 - *Poecilia* sp. 25 mm CP, MPEG 6564; **87** - *Rivulus* sp. 21 mm CP, CAMPO 15; **88** - *Potamorrhaphis guianensis*, 135 mm CP, MPEG 6537.

Cichlidae

89



90



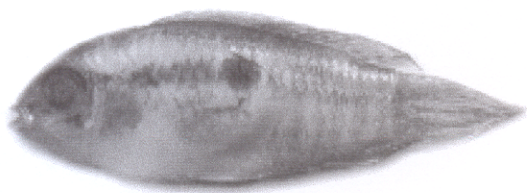
91



92



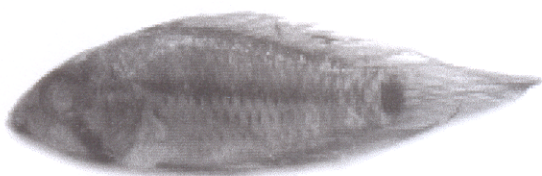
93



94



95



96



97



98



89 - *Acarichthys heckelli*, 82 mm CP, MPEG 6465; **90** - *Acaronia nassa*, 52,5 mm CP, MPEG 6448; **91** - *Aequidens cf. epae*, 44,5 mm CP, MPEG 6450; **92** - *Aequidens cf. duopunctata*, 48 mm CP, MPEG 6446; **93** - *Aequidens* sp., 27 mm CP, MPEG 6452; **94** - *Apistogramma agassizii*, 32 mm CP, MPEG 6544; **95** - *Apistogramma* sp., 19 mm CP, MPEG 6442; **96** - *Biotodoma cf. cupido*, 59 mm CP, MPEG 6131; **97** - *Caquetaia* sp., 73 mm CP, MPEG 6454; **98** - *Chaetobranchius flavescens*, 105,5 mm CP, MPEG 6476.

Cichlidae

99



100



101



102



103



99 - *Cichla* sp., 205 mm CP, MPEG 6478; **100** - *Cichla temensis*, 124 mm CP, MPEG 6468;
101 - *Cichlassoma* sp., 22 mm CP, MPEG 6445; **102** - *Crenicichla johanna*, 158 mm CP, MPEG
6606; **103** - *Crenicichla lugubris*, 128 mm CP, MPEG 6176.

Cichlidae

104



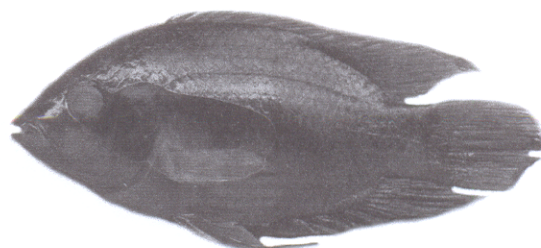
105



106



107



108



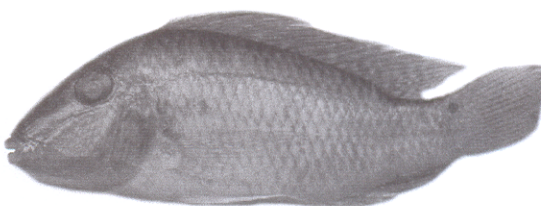
109



110



111



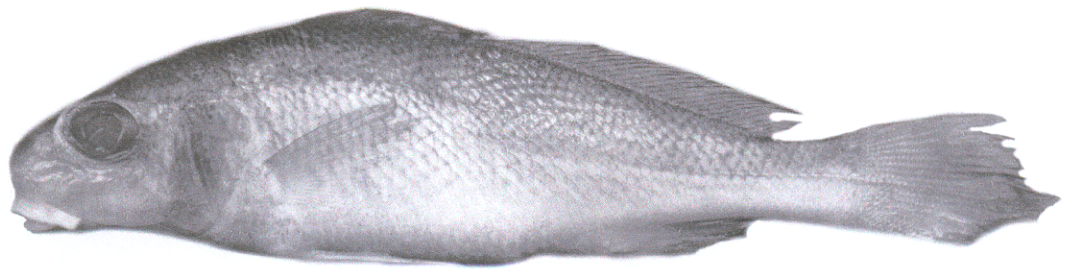
112



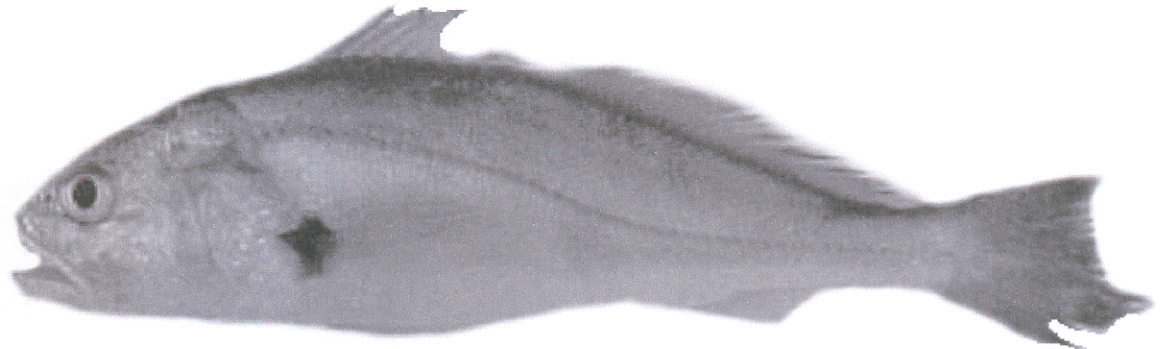
104 - *Geophagus* sp., 104 mm CP, MPEG 6456; **105** - *Geophagus surinamensis*, 148 mm CP, MPEG 6178; **106** - *Heros severus*, 21,5 mm CP, MPEG 6455; **107** - *Heros* sp., 93,5 mm CP, MPEG 6447; **108** - *Mesonauta festivus*, 42,5 mm CP, MPEG 6458; **109** - *Nannacara* sp., 28 mm CP, MPEG 6150; **110** - *Pterophyllum scalare*, 46 mm CP, MPEG 6453; **111** - *Satanoperca jurupari*, 99 mm CP, MPEG 6475; **112** - *Symphysodon aequifasciatus*, 116 mm CP, MPEG 6172.

Sciaenidae, Tetraodontidae e Achiridae

113



114



115



116



117



113 - *Pachypops furchraeus*, 138 mm CPS, MPEG 6497; **114** - *Plagioscion squamosissimus*, 210 mm CP, MPEG 6656; **115** - *Plagioscion surinamensis*, 270 mm CP, CAMPO 67; **116** - *Colomesus asellus*, 84,5 mm CP, MPEG 6134; **117** - *Achirus achirus*, 44 mm CP, MPEG 6139.