

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI  
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

**JEAN MICHEL CORRÊA**

**ESTRUTURA DE COMUNIDADES DE PEIXES DE IGARAPÉS DE  
TRÊS PEQUENAS BACIAS DE DRENAGEM SOB USO DE  
AGRICULTURA FAMILIAR NO NORDESTE PARAENSE**

**BELÉM  
2007**

**JEAN MICHEL CORRÊA**

**ESTRUTURA DE COMUNIDADES DE PEIXES DE IGARAPÉS DE TRÊS  
PEQUENAS BACIAS DE DRENAGEM SOB USO DE AGRICULTURA FAMILIAR  
NO NORDESTE PARAENSE**

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

Área de concentração: Ecossistemas e Uso da Terra

**Orientador:** Prof<sup>o</sup> Dr. Ricardo de Oliveira Figueiredo

**Co-Orientador:** Dr. Pedro Gerhard

**BELÉM  
2007**

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

---

Corrêa, Jean Michel

C824e      Estrutura de comunidades de peixes de igarapés de três  
pequenas bacias de drenagem sob uso de agricultura familiar no  
Nordeste Paraense / Jean Michel Corrêa. – 2007  
92 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Programa de  
Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Instituto de Geociências,  
Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emilio Goeldi e  
EMBRAPA, Belém, 2007.

Orientador, Ricardo de Oliveira Figueiredo, Co-orientador,  
Pedro Gerhard.

1. Ictiofauna. 2. Uso da terra. 3. Nordeste Paraense. I.  
Universidade Federal do Pará. II. Figueiredo, Ricardo de Oliveira  
Orient. III. Gerhard, Pedro, Co-orient. IV. Título.

CDD 20º ed.:597.50918115

---

JEAN MICHEL CORRÊA

ESTRUTURA DE COMUNIDADES DE PEIXES DE IGARAPÉS DE TRÊS PEQUENAS  
BACIAS DE DRENAGEM SOB USO DE AGRICULTURA FAMILIAR NO  
NORDESTE PARAENSE

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

Área de concentração: Ecossistemas e Uso da Terra

Orientador: Prof<sup>o</sup> Dr. Ricardo de Oliveira Figueiredo

Co-orientador: Dr. Pedro Gerhard

Data de Aprovação: 26 / 11 / 2007

Banca Examinadora:

---

Prof<sup>o</sup> Ricardo de Oliveira Figueiredo - Orientador  
Dr. em Biociências e Biotecnologia (Ciências Ambientais)  
EMBRAPA Amazônia Oriental

---

Prof<sup>o</sup> Galdino Viana Mota - Membro  
Dr. em Meteorologia  
Universidade Federal do Pará - UFPA

---

Prof<sup>o</sup> Raimundo Aderson Lobão de Souza - Membro  
Dr. em Ecologia e Recursos Naturais  
Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA

---

Prof<sup>a</sup> Patrícia Charvet-Almeida - Membro  
Dr.<sup>a</sup> em Ciências Biológicas (Zoologia)  
Museu Paraense Emílio Goeldi - MPEG

Dedico esta Dissertação aos meus pais Antônio e Iêda Pereira e a minha avó Leocildes Corrêa (Lucy).

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, não posso deixar de agradecer a DEUS, pois sem Ele, não conseguiria ter força e dedicação para concluir meu trabalho.

Ao meu Orientador, Prof<sup>o</sup> Dr. Ricardo de Oliveira Figueiredo, pela orientação, por ter aceitado encarar esse trabalho, mesmo sabendo das dificuldades inerentes a um campo da Ecologia que se relaciona com a hidrobiogeoquímica, sua especialidade, mas que não está contido nela, e também por apresentar as exigências necessárias nos momentos de cobrança.

Ao meu Co-Orientador, Dr. Pedro Gerhard, pela ajuda nas minhas campanhas de campo e também pelas preciosas recomendações, correções e sugestões na fase final de meu trabalho.

Ao meu ex-Orientador de graduação e colega MSc. Jefferson Murici Penafort, da Universidade Federal Rural da Amazônia, por ter me fornecido material de leitura e pela disponibilidade de ter concedido um espaço físico, pois sem a sua ajuda, não iria cumprir os objetivos de meu trabalho.

A Pesquisadora MSc. Roselany de Oliveira Corrêa, da EMBRAPA Amazônia Oriental, por ter me ajudado no início do meu trabalho e por ter cedido materiais cirúrgicos indispensáveis na biometria dos peixes.

Aos professores que me ajudaram no conhecimento durante a minha vida acadêmica.

Aos graduandos em Engenharia de Pesca: Átilla Melo do Nascimento e Marilu Teixeira Amaral por me ajudarem na identificação dos peixes e que se mostraram ser bons sistematas.

Aos funcionários e estagiários da EMBRAPA Amazônia Oriental, em especial a Reginaldo Ramos Frazão, por sua paciência e por ter me dado auxílio na maior parte das coletas de campo.

À minha amiga Esp. Ruth Helena Pantoja por ter me dado apoio e por ter tido muita paciência durante as horas em que eu precisava digitar meus trabalhos.

Aos projetos Agrobacias Amazônicas (EMBRAPA, Projeto 02.02.5.32), Rede Tipitamba (EMBRAPA, Projeto 02.03.1.10), Aguamor (CT-Hidro/CNPq, 502626/2003-8), e Milênio LBA2 (Institutos do Milênio/CNPq, 420199/2005-5), e respectivas equipes, pelo apoio na execução desse trabalho.

A todos que, direta ou indiretamente, ajudaram no desenvolvimento do meu trabalho e que não foram mencionados por não ter me lembrado, minhas apologias e meu MUITO OBRIGADO.

“A sabedoria é um espírito  
amigo dos homens, mas não  
deixa impune quem blasfema  
com os lábios”.

(Sab 1,6)

## RESUMO

As espécies da ictiofauna podem se distribuir no espaço e no tempo de maneira organizada, seguindo um padrão que pode ser percebido pela associação ou agrupamento das espécies e pela sua relação com determinados habitats. O número reduzido de estudos e o pequeno conhecimento da fauna aquática na Amazônia resultam em sub-estimativas dos impactos na ictiofauna de igarapés. A Região Bragantina, no nordeste paraense, é tida como um exemplo de fronteira agrícola antiga na Amazônia. A agricultura familiar é expressiva na área, sendo as principais culturas milho, caupi e mandioca, e cultivos semi-perenes, como maracujá e pimenta-do-reino. Estas áreas de produção familiar constituem hoje importantes elementos da paisagem, podendo ocasionar à degradação dos solos e do ecossistema aquático. Nesse contexto, um estudo foi realizado nos anos de 2006 e 2007 em três igarapés situados nessa região: Cumaru, São João e Pachibá. Foram coletados 2.117 peixes, distribuídos em sete ordens, 13 famílias, 27 gêneros e 43 espécies. A espécie mais abundante em todas as amostras coletadas foi *Hypessobrycon heterorhabudus*, com 337 indivíduos, seguido por *Bryconops caudomaculatus*, com 326 indivíduos. A riqueza de espécies foi maior num trecho do Pachibá (IGPA-B), com 21 espécies. O Índice de Dominância de Simpson mostrou o valor mais alto no trecho B do igarapé Cumaru, enquanto o Índice de Diversidade de Shannon revelou que o IGPA-B possuiu a maior diversidade. *Iguanodectes spirulus* foi a espécie amostrada com mais constância, e ocorreu em 50% das amostras. A similaridade entre os ambientes revelou que a distribuição das espécies seguiu a um padrão longitudinal ao invés de um padrão geográfico. O uso da terra, em especial a agricultura familiar não influenciou na estrutura das comunidades de peixes, uma vez que a baixa intensificação dessa atividade ainda permite certa integralidade do ecossistema aquático. Porém, com uma maior intensificação e ampliação futura desses sistemas de produção não se sabe qual será a resposta desse ecossistema.

Palavras chave: Ictiofauna. Uso da terra. Nordeste Paraense.

## ABSTRACT

Stream fish species can be distributed in space and time and in an organized pattern, which can be observed on the association of groups of species and their relationship to certain habitats. The reduced number of studies and the scarce knowledge on the aquatic fauna in Amazon contribute to the under-estimation of the magnitude of impacts upon lotic habitats and stream fish fauna. The Bragantina Region, in the northeast portion of Pará, is an example of an old agricultural frontier in the Amazon. Smallholder farming in the area is expressive, the main cultures are corn, caupi, and cassava, and semi-perennial cultures, such as “maracujá” (passion fruit) and “pimenta-do-reino” (black pepper). The areas of familiar production are a dominant feature of the landscape, thus contributing to most of the soil and aquatic ecosystem degradation. Aiming at the description of stream fish communities and its relations to environmental variables, a two-year study was carried out in eight reaches of three streams located in this region: Cumaru, São João and Pachibá streams. After nine monthly collections, 2.117 fishes were collected, distributed in seven orders, 13 families, 27 genera and 43 species. The most abundant species in all samples was *Hypessobrycon heterorhabudus*, totalling 337 individuals, followed by *Bryconops caudomaculatus*, with 326 individuals. The species richness was highest in a Pachibá stream reach (IGPA-B), with 21 species. Simpson’s diversity index showed the highest species dominance in a Cumaru stream reach, while Shannon’s diversity index showed that the IGPA-B had the greatest diversity. *Iguanodectes spirulus* was the most constant species, occurring in 50% of samples. The similarity between the environments showed that the distribution of species followed a longitudinal pattern instead of a geographic pattern. Land use, specially small farms, did not affect the ichthyofauna, since the low intensification of this activity still permit some integrity to aquatic ecosystem. However, as agriculture system intensification increases in the future, we do not know what will be the ecosystem response.

Key words: Ichthyofauna. Land use. Northeast of Pará.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Valores de precipitação (mm) mensais entre 2002 e 2006 em Igarapé-Açu	21
<b>Figura 2</b> - Localização das microbacias dos igarapés Cumaru, São João e Pachibá (A, B, C e D, representam estações de amostragem)	23
<b>Figura 3</b> - Mapa de uso e cobertura da terra em 2004 da microbacia do igarapé Cumaru. Coordenadas UTM, <i>datum</i> SAD 69, zona 23S. Escala: 1:50.000	27
<b>Figura 4</b> - Mapa de solos da microbacia do igarapé Cumaru em 2004, com localização das estações de amostragem. Coordenadas UTM, <i>datum</i> SAD 69, zona 23S. Escala: 1:50.000	28
<b>Figura 5</b> - Igarapé Cumaru – Estação de Amostragem IGCU-A	29
<b>Figura 6</b> - Igarapé Cumaru – Estação de Amostragem IGCU-B	30
<b>Figura 7</b> - Igarapé Cumaru – Estação de Amostragem IGCU-C	31
<b>Figura 8</b> - Igarapé Cumaru – Estação de Amostragem IGCU-D	32
<b>Figura 9</b> - Mapa de uso e cobertura da terra em 2004 da microbacia do igarapé São João, com localização das estações de amostragem. Coordenadas UTM, <i>datum</i> SAD 69, zona 23S. Escala: 1:35000	33
<b>Figura 10</b> - Mapa de solos da microbacia do igarapé São João em 2004, com localização das estações de amostragem. Coordenadas UTM, <i>datum</i> SAD 69, zona 23S. Escala: 1:35000	34
<b>Figura 11</b> - Igarapé São João – Estação de Amostragem IGSJ-A	35
<b>Figura 12</b> - Igarapé São João – Estação de Amostragem IGSJ-B	36
<b>Figura 13</b> - Mapa de uso e cobertura da terra em 2004 da microbacia do igarapé Pachibá, com a localização das estações de amostragem. Coordenadas UTM, <i>datum</i> SAD 69, zona 23S. Escala: 1:20.000	38
<b>Figura 14</b> - Igarapé Pachibá – Estação de Amostragem IGPA-A	40
<b>Figura 15</b> - Igarapé Pachibá – Estação de Amostragem IGPA-B	41
<b>Figura 16</b> - Comprimento padrão (CP) e comprimento total (CT) de um peixe	43
<b>Figura 17</b> - Número de espécies acumuladas ( $S_{ac}$ ) registradas em cada estação de amostragem	52
<b>Figura 18</b> - Ocorrência das espécies em todas as oito estações de amostragem nos igarapés Cumaru, São João e Pachibá	55
<b>Figura 19</b> - Ordenação de espécies por abundância de indivíduos nas oito estações de amostragem dos igarapés Cumaru, São João e Pachibá	58
<b>Figura 20</b> - Ordenação de espécies por abundância de indivíduos no Igarapé Cumaru, estação de amostragem IGCU-A	59
<b>Figura 21</b> - Ordenação de espécies por abundância de indivíduos no Igarapé Cumaru, estação de amostragem IGCU-B	60
<b>Figura 22</b> - Ordenação de espécies por abundância de indivíduos no Igarapé Cumaru, estação de amostragem IGCU-C	61
<b>Figura 23</b> - Ordenação de espécies por abundância de indivíduos no Igarapé Cumaru, estação de amostragem IGCU-D	62
<b>Figura 24</b> - Ordenação de espécies por abundância de indivíduos no Igarapé São João, estação de amostragem IGSJ-A	63

<b>Figura 25</b> - Ordenação de espécies por abundância de indivíduos no Igarapé São João, estação de amostragem IGSJ-B .....	64
<b>Figura 26</b> - Ordenação de espécies por abundância de indivíduos no Igarapé Pachibá, estação de amostragem IGPA-A .....	65
<b>Figura 27</b> - Ordenação de espécies por abundância de indivíduos no Igarapé Pachibá, estação de amostragem IGPA-B .....	66
<b>Figura 28</b> - Resultado da análise de agrupamento entre os pontos de amostragem. Corte ao nível de 0,8 de dissimilaridade .....	68
<b>Figura 29</b> - Resultado da análise de agrupamento entre os pontos de amostragem. Corte ao nível de 0,65 de dissimilaridade .....	69
<b>Figura 30</b> - Média e desvio-padrão da riqueza de espécies mensal, pH, Cond. e OD para os ambientes a cada mês (1-maio, 2-junho, 3-julho, 4-agosto, 5-setembro, 6-outubro, 7-novembro, 8-janeiro e 9-março) .....	71
<b>Figura 31</b> - Relação entre o pH e número de espécies acumuladas ( $S_{ac}$ ) .....	72
<b>Figura 32</b> - Curvas de acumulação de espécies para as estações de amostragem dos igarapés estudados .....	74
<b>Figura 33</b> - Curva de acumulação de espécies para todas as estações de amostragem nos igarapés Cumaru, São João e Pachibá .....	75

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Estações de amostragem, com localizações e áreas das microbacias e suas respectivas sub-bacias .....	24
<b>Tabela 2</b> - Valores (em hectares) dos parâmetros do uso da terra na sub-bacia do igarapé Cumaru (classificação com base em imagem Landsat ano 2004) .....	25
<b>Tabela 3</b> - Áreas ocupadas na sub-bacia do igarapé Cumaru (em hectares) pelos diferentes tipos de solo (classificação com base em imagem Landsat ano 2004) .....	26
<b>Tabela 4</b> - Descrição dos solos das microbacias .....	26
<b>Tabela 5</b> - Áreas (em hectares) referentes as diferentes classes de uso da terra na sub-bacia do igarapé São João .....	32
<b>Tabela 6</b> - Áreas ocupadas na sub-bacia do igarapé São João (em hectares) pelos diferentes tipos de solo .....	34
<b>Tabela 7</b> - Áreas (em hectares) referentes as diferentes classes de uso da terra na sub-bacia do igarapé Pachibá .....	39
<b>Tabela 8</b> - Parâmetros abióticos nos igarapés estudados: estação de amostragem, classificação hierárquica (Ordem) e valores médios das variáveis físico-químicas: pH, temperatura superficial da água (T), condutividade (Cond), oxigênio dissolvido (OD), profundidade (Prof) e vazão (Q) .....	42
<b>Tabela 9</b> - Ordem, número de indivíduos (N) e contribuição de cada ordem (N%) .....	50
<b>Tabela 10</b> - Família, número de indivíduos (N) e contribuição de cada família (N%) ..	51
<b>Tabela 11</b> - Constância de espécies capturadas em cada estação de amostragem (%) ..	53
<b>Tabela 12</b> - Códigos das espécies utilizadas no presente trabalho .....	54
<b>Tabela 13</b> - Código das espécies capturadas, número de indivíduos (N), contribuição [N(%)], massa total ( $W_t$ ), contribuição [W(%)], amplitude da massa [W(g)], comprimento total (TL) e comprimento padrão (SL) .....	57
<b>Tabela 14</b> - Número de espécies acumuladas ( $S_{ac}$ ), número de indivíduos acumulados ( $N_{ac}$ ), Dominância de Simpson (D), Recíproca de Simpson (1-D), Diversidade de Shannon ( $H'$ ), Diversidade máxima ( $H'_{max}$ ) e Equitabilidade de Shannon (Eq) para os nove meses de coleta .....	67
<b>Tabela 15</b> - Matriz da correlação de Pearson entre as métricas das comunidades de peixes. Os pares de valores fortemente correlacionados foram grafados em negrito ....	67
<b>Tabela 16</b> - Análise de variância não paramétrica para o código considerando as variáveis-resposta ( $S_{ac}$ , $N_{ac}$ , D, 1-D, $H'$ , $H'_{max}$ e Eq) e variáveis descritivas (pH, Temp, Cond, OD e Prof) para a média dos meses. Os valores de probabilidade associada considerados significativos ao nível de 5% foram grafados em negrito .....	70
<b>Tabela 17</b> - Valores da regressão linear entre o número de espécies acumuladas ( $S_{ac}$ ) e as variáveis descritivas e do uso da terra. Os valores de probabilidade considerados significativos ao nível de 5% foram grafados em negrito .....	72
<b>Tabela 18</b> - Valores da regressão linear entre o número de indivíduos acumulados ( $N_{ac}$ ) e as variáveis descritivas e do uso da terra .....	73
<b>Tabela 19</b> - Valores da regressão linear entre o Índice de Dominância de Simpson (D) e as variáveis descritivas e do uso da terra .....	73

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	15
2	<b>OBJETIVOS</b> .....	20
2.1	OBJETIVO GERAL .....	20
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	20
3	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	21
3.1	PERÍODO DE AMOSTRAGEM .....	21
3.2	DESCRIÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO .....	22
3.2.1	<b>Bacia do Rio Maracanã</b> .....	24
3.2.2	<b>A Microbacia do Igarapé Cumaru e suas Estações de Amostragem</b> .....	25
3.2.3	<b>A Microbacia do Igarapé São João e suas Estações de Amostragem</b> .....	32
3.2.4	<b>Bacia do Rio Marapanim</b> .....	36
3.2.5	<b>A Microbacia do Igarapé Pachibá e suas Estações de Amostragem</b> .....	37
3.3	DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS ABIÓTICOS NAS ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM .....	41
3.4	COLETA DO MATERIAL BIOLÓGICO E BIOMETRIA .....	42
3.4.1	<b>Material biológico</b> .....	42
3.4.2	<b>Biometria</b> .....	43
3.4.3	<b>Identificação dos indivíduos</b> .....	43
3.5	ANÁLISE DE DADOS DE COMUNIDADES DE PEIXES .....	44
3.5.1	<b>Constância</b> .....	44
3.5.2	<b>Abundância de espécies</b> .....	44
3.5.3	<b>Medidas de diversidade</b> .....	44
3.6	CURVA DE ACUMULAÇÃO DE ESPÉCIES .....	46
3.7	TRATAMENTO ESTATÍSTICO .....	46
4	<b>RESULTADOS</b> .....	48
4.1	COMPOSIÇÃO ICTIOFAUNÍSTICA .....	48
4.2	RIQUEZA E OCORRÊNCIA DAS ESPÉCIES .....	51
4.3	CONSTÂNCIA DE ESPÉCIES .....	52
4.4	ABUNDÂNCIA DAS ESPÉCIES .....	56
4.5	MEDIDAS DE DIVERSIDADE .....	67
4.6	SIMILARIDADE ENTRE AS COMUNIDADES .....	68
4.6.1	<b>Diversidade Beta</b> .....	69
4.7	COMUNIDADES DE PEIXES E VARIÁVEIS AMBIENTAIS .....	70
4.7.1	<b>Análise de variância</b> .....	70
4.7.2	<b>Análise de regressão linear</b> .....	71
4.8	CURVA DE ACUMULAÇÃO DE ESPÉCIES .....	73
5	<b>DISCUSSÃO</b> .....	76
5.1	COMPOSIÇÃO DA ICTIOFAUNA EM ESPÉCIES .....	76
5.2	ABUNDÂNCIA RELATIVA .....	78
5.3	ÍNDICES DE DIVERSIDADE .....	78
5.4	CONSTÂNCIA DE ESPÉCIES .....	79
5.5	SIMILARIDADE ENTRE OS AMBIENTES .....	80

5.6	VARIAÇÃO DOS PARÂMETROS AMBIENTAIS E NÚMERO DE ESPÉCIES .....	81
5.7	EFEITOS DO USO DA TERRA SOBRE AS COMUNIDADES DE PEIXES .....	83
5.8	RECOMENDAÇÕES E SUGESTÕES DE ESTUDOS .....	84
6	<b>CONCLUSÕES</b> .....	85
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	86
	<b>ANEXO</b> .....	91
	<b>ANEXO A - PLANILHA UTILIZADA NA BIOMETRIA DOS PEIXES</b>	92

## 1 INTRODUÇÃO

A conservação da biodiversidade em ecossistemas aquáticos é um dos desafios mais importantes e difíceis a serem enfrentados no mundo atual (CHERNOFF; MACHADO-ALLISON; SAUL, 1996). Essa biodiversidade, nos ecossistemas tropicais aquáticos, é muito pouco conhecida quando se compara com o conhecimento daquela dos ecossistemas tropicais terrestres.

Estudos ambientais em geral interpretam as causas das modificações dos ecossistemas e suas conseqüências sobre as comunidades biológicas. Tais interpretações seguem a idéia de que as comunidades presentes nos ecossistemas respondem aos impactos externos através de modificações de suas características estruturais e funcionais (BARRELLA, 2001). Assim, o estudo dos padrões de respostas que as comunidades produzem diante das perturbações contribuem para a antecipação das conseqüências de impactos ambientais sobre outros ecossistemas.

Considerando a escassez de informações sobre a fauna aquática e as modificações no habitat ocasionadas pelas mudanças no uso da terra e outros impactos antropogênicos, é impossível determinar como muitas espécies têm sido afetadas e como essas espécies serão afetadas no futuro (GIWA, 2004).

As espécies da ictiofauna podem se distribuir de forma espacial e temporal e de maneira 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).

Comunidades tropicais de animais são caracteristicamente muito diversificadas, com grande número de espécies e interações complexas, quando comparadas com comunidades localizadas em zonas temperadas. A fauna de peixes segue esta regra ecológica geral, tanto dentro de famílias quanto de ambientes (LOWE-McCONNELL, 1999). A fauna de peixes de água doce localizada na região Neotropical é mais diversificada e rica do planeta, com mais de 4.475 espécies descritas (REIS; KULLANDER; FERRARIS, 2003).

A Bacia Amazônica é a maior bacia do planeta e também uma das menos compreendidas em relação à ecologia de ecossistemas, incluindo os impactos decorrentes das mudanças no uso da terra sobre os diferentes ecossistemas do bioma Amazônia. Sua área de drenagem cobre mais de um terço do continente sul-americano, totalizando cerca de  $7 \times 10^6 \text{ km}^2$  (SANTOS; FERREIRA, 1999) e sua descarga contribui com quase um quinto da descarga total de todos os rios do mundo (GIWA, 2004). Ela é formada pelo rio Amazonas e por um incontável número de outros rios e pequenos igarapés.

Os igarapés são cursos d'água de pequeno porte, caracterizados pelo leito delimitado, correnteza “relativamente” acentuada e baixa temperatura da água. Sua porção média e superior são quase totalmente encobertas pelo dossel da floresta de terra firme, e seu leito tipicamente contém acúmulo de troncos caídos. Uma característica física dos igarapés é a variação abrupta do nível da água ocasionada por fortes chuvas em suas bacias de drenagem. Nestes eventos meteorológicos extremos o nível da água alcança ou ultrapassa os limites das margens, afetando a vida dos peixes, já que estes aproveitam o momento da subida da água para explorar as novas fontes alimentares disponíveis. Em decorrência da redução da luz incidente produzido pela sombra das espécies florestais e a correnteza relativamente acentuada, os igarapés são sistemas aquáticos com baixa produtividade biológica e bastante dependentes da floresta. Esta atua como fonte de recursos alimentares para o sistema lótico, que são a base da cadeia trófica nestes ecossistemas (SANTOS; FERREIRA, op. cit.).

Ainda que existam poucos estudos sobre a estrutura de comunidades de peixes de igarapés na região amazônica, alguns merecem destaque. Por exemplo, Silva (1993) analisou a distribuição de 29 espécies de peixes em diferentes microhabitats existentes em um igarapé de terra firme na Amazônia Central. Sete microhabitats foram estudados e algumas espécies mostraram estruturas morfológicas adequadas ao local onde foram capturadas. Outras espécies mostraram mudanças na escolha do microhabitat em relação ao seu estágio de desenvolvimento. A autora sugeriu que a diminuição no risco de predação foi o fator principal que influenciou a escolha de microhabitats pelos peixes.

Silva (1995) realizou um trabalho em comunidades de peixes em dois igarapés: Quarenta e Candirú. O igarapé Quarenta está situado na área urbana de Manaus e, portanto, sujeito aos impactos de efluentes urbanos e industriais, enquanto que o igarapé Candirú está

localizado em uma área de floresta primária. Os efeitos de alterações ambientais em comunidades de peixes no igarapé Quarenta foram avaliados. Os parâmetros físico-químicos foram medidos para comparar os ambientes e identificar os fatores que influenciaram nas comunidades de peixes. A baixa concentração de oxigênio dissolvido e a baixa diversidade de habitats foram apontados como os principais fatores que influenciaram na comunidade de peixes no igarapé Quarenta.

Kirovsky (1998) analisou a riqueza de famílias, número e dominância de espécies em comunidades de peixes de cinco igarapés de terra firme. Três deles são afluentes do rio Negro e os outros dois são contribuintes de um tributário da bacia do rio Amazonas. Em cada igarapé foram delimitados dois trechos de 200 m<sup>2</sup> de superfície de água. Um destes trechos está situado em região coberta por floresta primária e o outro, cerca de 1 km abaixo, em área desmatada imediatamente a montante de barragens artificiais. Os resultados mostraram que as comunidades de peixes das áreas impactadas possuíam baixa riqueza e abundância de peixes noturnos, dominância de espécies de Characidae, Cichlidae e Lebiasinidae e elevada abundância de peixes carnívoros.

Bührnheim (1999) analisou a abundância de comunidades de peixes em três igarapés localizados na bacia do rio Urubu, Amazônia Central. Dois deles estão situados em floresta tropical contínua e o outro situado em uma reserva com fragmentos de floresta. Quatro habitats rasos e quatro habitats profundos foram identificados em cada um dos três igarapés, de acordo com parâmetros de corrente, profundidade e substrato. Os resultados revelaram que, em termos de abundância, as comunidades de peixes de igarapés de terra firme podem ser estruturadas não somente pelo habitat, mas também pelo próprio tamanho do igarapé.

Bojsen e Barriga (2002) estudaram os efeitos do desflorestamento na estrutura de comunidades de peixes em nove córregos situados na Amazônia Equatoriana. Doze pontos de coleta foram selecionados. Metade dos pontos estavam alocados em área com floresta e a outra metade em área desflorestada. Os autores verificaram que a densidade total de peixes aumentou com o efeito do desflorestamento e que a estrutura na comunidade de peixes mudou de dominância entre os locais. Os Caraciformes onívoros e insetívoros foram dominantes em áreas de floresta, enquanto que Loricarídeos comedores de perifíton eram dominantes em áreas desflorestadas.

Mendonça, Magnusson e Zuanon (2005) fizeram um estudo em uma reserva florestal situada no estado do Amazonas. Foram selecionadas 38 estações de coleta em 35 igarapés, sendo 22 de primeira ordem, dez de segunda ordem e seis de terceira ordem, a fim de determinar a composição ictiofaunística, e as relações entre o tamanho dos igarapés, os substratos presentes nos leitos, os fatores físico-químicos e a estrutura da comunidade. A riqueza média foi semelhante entre os pontos de amostragem, porém a composição de espécies foi relacionada com as características físicas e químicas dos riachos.

A Região Bragantina, situada no nordeste do Estado do Pará, exemplo de fronteira agrícola antiga na Amazônia, foi ocupada por colonos há mais de 120 anos. Atualmente é dominada por paisagens geradas pela ação antrópica, com poucos remanescentes da vegetação original – floresta primária de terra firme, várzea, igapós e campinas inundáveis. Essa paisagem antrópica é constituída em um mosaico de cobertura vegetal, constituído de remanescentes de florestas, vegetação secundária (capoeiras oriundas do pousio agrícola da terra), pastos, e campos agrícolas, com a predominância da agricultura de derruba-e-queima, onde o uso do fogo ocasiona conhecidos processos na degradação do ambiente (KATO et al., 2006; FIGUEIREDO, 2007).

A agricultura familiar é um sistema de produção com propriedades com menos de 100 hectares, abrangendo nessa categoria a agricultura de subsistência, a pequena produção, ou campesinato (MELO, 2001). Esse sistema de produção é expressivo na zona Bragantina, onde as principais culturas anuais são o milho, o caupi, e a mandioca, sendo também importantes certos cultivos semi-perenes, como o maracujá e a pimenta-do-reino (SILVA et al., 1999). Estas áreas de produção familiar constituem hoje importantes elementos da paisagem, contribuindo à degradação dos solos e do ecossistema aquático.

A agricultura familiar na Amazônia Oriental, mais especificamente no nordeste paraense, na chamada Região Bragantina e nos cultivos semi-perenes como do maracujá e pimenta-do-reino, tem utilizado agrotóxicos de uma forma ampla e indiscriminada (AMARAL, 2001), promovendo novas preocupações com a relação entre estas atividades antrópicas e a sustentabilidade dos recursos naturais. Assim, é necessário estudar em que grau estes impactos ambientais ocasionados por tal modificação da paisagem e emprego de técnicas, insumos e defensivos agrícolas afetam os organismos aquáticos.

O desenvolvimento e expansão da agricultura estão modificando o ambiente da região amazônica. O cultivo de grãos, por exemplo, está sendo implantado em áreas vastas ao longo da fronteira sul e leste da bacia, como anteriormente ocorreu na implantação de pastagens para atividades da pecuária.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Caracterizar as comunidades de peixes amostradas em oito estações de amostragem, em três pequenos igarapés de bacias sob uso da terra predominante de agricultura familiar no nordeste paraense.

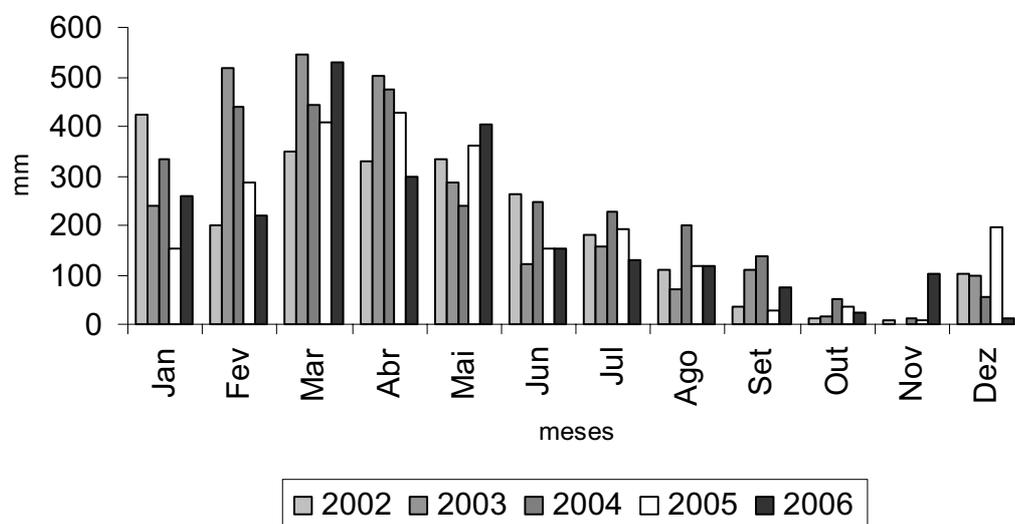
### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Descrever a estrutura das comunidades de peixes nos igarapés estudados;
2. Verificar a influência do uso da terra sobre a ictiofauna dos igarapés Cumaru, São João e Pachibá.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 PERÍODO DE AMOSTRAGEM

As medidas de parâmetros abióticos foram constituídas de amostragens mensais entre os meses de maio de 2006 a março de 2007. As coletas do material biológico, visando estudar as comunidades de peixes, foram realizadas em nove diferentes ocasiões com a finalidade de contemplar três diferentes condições relacionadas a pluviosidade e hidrologia da área de estudo. Dessa maneira, em três campanhas de campo realizadas nos meses de maio e junho de 2006 e em março de 2007, contemplou-se um período mais chuvoso, enquanto que em outras três amostragens, realizadas em outubro e novembro de 2006 e em janeiro de 2007, foi contemplado um período menos chuvoso, e por fim, outras três amostragens foram realizadas em período de transição entre os dois períodos citados, qual correspondeu aos meses de julho, agosto e setembro de 2006. Na Figura 1 pode-se observar os dados mensais de precipitação em Igarapé-Açu durante os anos de 2002 a 2006, medidos pelo laboratório de Climatologia da EMBRAPA Amazônia Oriental.

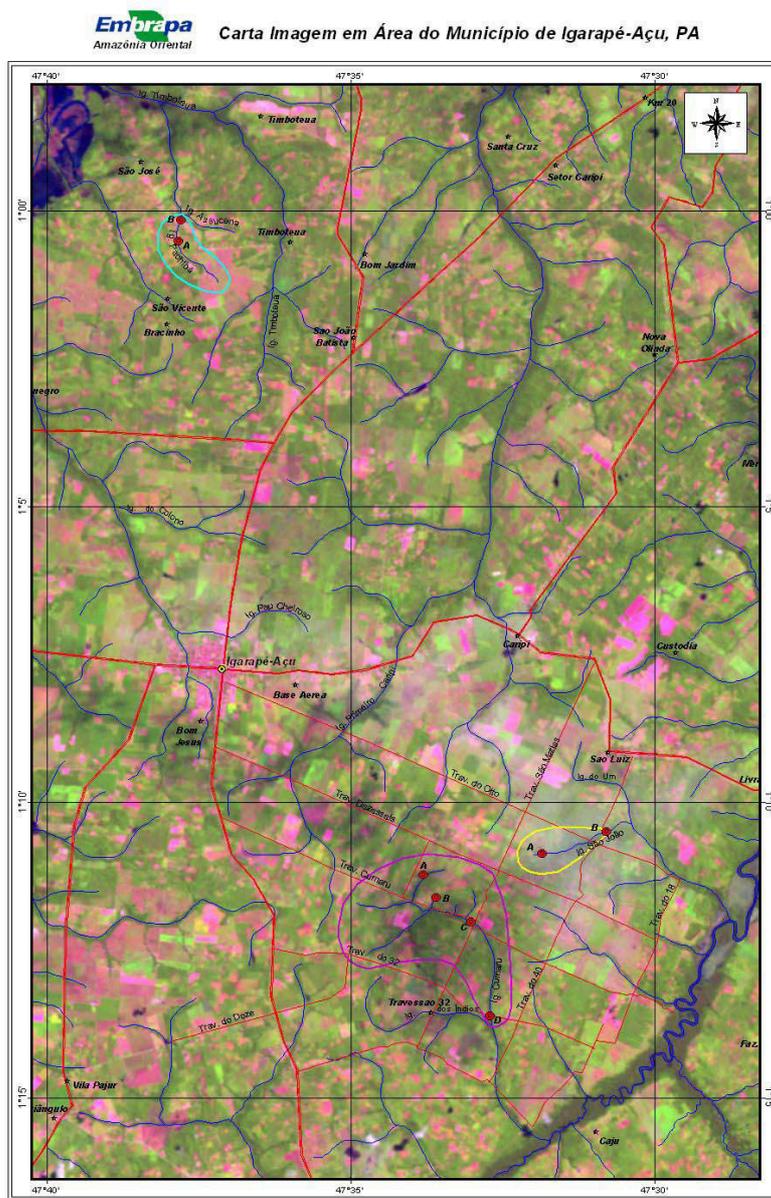


**Figura 1** - Valores de precipitação (mm) mensais entre 2002 e 2006 em Igarapé-Açu.  
Fonte: Laboratório de Climatologia da EMBRAPA Amazônia Oriental.

### 3.2 DESCRIÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO

As três microbacias estudadas localizam-se no nordeste do Pará. As microbacias dos igarapés Cumaru e São João pertencem a bacia do Rio Maracanã, enquanto a microbacia do igarapé Pachibá, afluente do igarapé Timboteua, pertence a bacia do Rio Marapanim (Figura 2). As duas primeiras microbacias (Cumaru e São João) ocupam área do município de Igarapé-açu, enquanto que a outra microbacia (Pachibá) está em área no extremo sul do município de Marapanim, e junto ao limite desse com o município de Igarapé-açu.

Oito estações de amostragem foram determinadas nas microbacias estudadas: quatro estações no igarapé Cumaru, sendo duas localizadas em áreas de nascentes e duas no trecho médio do canal principal; duas estações no igarapé São João, sendo uma em área de nascente e outra no trecho médio do canal principal; e duas estações localizadas no igarapé Pachibá, uma mais próxima a nascente e outra no trecho médio (Figura 2). A escolha de quatro estações de amostragem na microbacia do igarapé Cumaru deve-se ao fato desta possuir uma área maior do que as outras microbacias e devido as análises físico-químicas serem realizadas nessas estações por pesquisadores do Projeto Agrobacias Amazônicas. Estas microbacias foram selecionadas segundo critérios topográficos, pedogeoquímicos e de uso da terra, os quais as conferia certa homogeneidade quanto a fatores ambientais, diferenciando-se basicamente na dinâmica de mudanças no uso da terra nas sub-bacias definidas pelas estações de amostragem. As coordenadas geográficas dos pontos de amostragem encontram-se na Tabela 1.



**Mapa de Localização:**



Escala: 1:100,000  
1 0 1 2 3 Km

**Legenda:**



**Figura 2** - Localização das microbacias dos igarapés Cumaru, São João e Pachibá (A, B, C e D, representam estações de amostragem).

Fonte: Laboratório de Sensoriamento Remoto da EMBRAPA Amazônia Oriental.

**Tabela 1** - Estações de amostragem, com localizações e áreas das microbacias e suas respectivas sub-bacias.

Estação	Microbacia	Localização	Coordenadas	Área (ha)
IGCU-A	Cumaru	nascente	01°11'25,0"S e 47°34'00,9"W	11,20
IGCU-B	Cumaru	nascente	01°11'36,2"S e 47°33'39,8"W	8,62
IGCU-C	Cumaru	trecho médio	01°12'00,8"S e 47°33'04,3"W	1.180,28
IGCU-D	Cumaru	trecho médio	01°13'31,0"S e 47°32'46,3"W	1.849,68
IGSJ-A	São João	nascente	01°10'47,7"S e 47°32'35,5"W	181,73
IGSJ-B	São João	trecho médio	01°10'30,0"S e 47°30'56,1"W	570,51
IGPA-A	Pachibá	nascente	01°00'24,2"S e 47°37'58,8"W	200,03
IGPA-B	Pachibá	trecho médio	01°00'08,2"S e 47°37'53,3"W	322,60

Fonte: Laboratório de Sensoriamento Remoto da EMBRAPA Amazônia Oriental.

### 3.2.1 Bacia do Rio Maracanã

A bacia do rio Maracanã está localizada no nordeste paraense, limitando-se com os municípios de Castanhal, Inhangapi, Marapanim, Nova Timboteua e São Miguel do Guamá, distante 100 km de Belém, entre as latitudes 0°55' e 1°20' S e longitudes 47°20' e 47°50' W. Os estudos deste projeto estão concentrados nas bacias dos igarapés Cumaru e São João, situadas a cerca de 12 km da sede do município de Igarapé-Açu.

Segundo Bastos e Pacheco (2000), o clima local desta bacia é classificado como sendo do tipo Am de Köppen. Este clima possui características intermediárias entre Af e Aw, cujo regime pluviométrico define uma curta estação seca, com total pluviométrico anual superior a 2.000 mm e pelo menos um registro pluviométrico mensal inferior a 60 mm. As médias mensais de temperatura do ar varia entre 25,5°C e 26,8°C e as da umidade relativa variam entre 80% e 89%. O total anual de chuvas, medida na estação meteorológica da EMBRAPA em Igarapé-Açu, varia entre 2.300 e 2.800 mm. No entanto, as chuvas não se distribuem homogeneamente durante o ano, ocorrendo com maior frequência em março e abril, e menor em setembro e outubro, sendo que o período chuvoso inicia geralmente em dezembro e apresenta duração bastante variável, atingindo em média sete meses.

No município de Igarapé-Açu, sua geologia é descrita como representada por unidades cenozóicas. Estratigraficamente atribui-se que a região é composta por sedimentos terciários da Formação Pirabas e Grupo Barreiras (arenito, argila, silte e ferro) e sedimentos quaternários recentes da Formação Pós-Barreiras (IDESP, 1999).

Os solos são predominantemente argissolos, latossolos e hidromórficos. Para o sul, a região de planalto é coberta por vegetação de várzea com floresta de terra firme (IDESP, 1999). A vegetação dominante na região é a de capoeiras (vegetações secundárias que crescem no período de pousio entre dois cultivos agrícolas) de várias idades. Uma breve descrição das microbacias dos igarapés Cumaru e São João é feita a seguir.

### 3.2.2 A Microbacia do Igarapé Cumaru e suas Estações de Amostragem

As estações de amostragem em que se situam as nascentes (IGCU-A e IGCU-B) drenam sub-bacias com predominância de capoeira baixa e poucos sítios de cultivos agrícolas.

As estações de amostragem no trecho médio da bacia do Igarapé Cumaru (IGCU-C e IGCU-D) estão localizadas em áreas de capoeira alta e de floresta densa. Elas drenam sub-bacias também com predominância de capoeira baixa (Tabela 2).

**Tabela 2** - Valores (em hectares) dos parâmetros do uso da terra na sub-bacia do igarapé Cumaru (classificação com base em imagem Landsat ano 2004).

Sub-bacia	cultura agrícola	pasto limpo	pasto sujo	capoeira baixa	capoeira alta	floresta densa
IGCU-A	0,00	0,00	0,00	11,20	0,00	0,00
IGCU-B	0,00	0,00	0,00	8,62	0,00	0,00
IGCU-C	118,03	56,86	156,80	733,15	75,81	12,06
IGCU-D	178,33	59,44	181,78	1.239,72	112,00	31,01

Fonte: Laboratório de Sensoriamento Remoto da EMBRAPA Amazônia Oriental.

Nas Tabelas 3 e 4 pode-se observar os diferentes tipos de solo encontrados na bacia do Igarapé Cumaru, com predominância de Argissolo Amarelo. Os argissolos localizados mais próximos ao igarapé possuem textura arenosa/média (PAd2 e PAd3) com ocorrências de solos do tipo Latossolo Amarelo distrófico típico com textura média e Neossolo Quartzarenico hidromórfico típico.

**Tabela 3** - Áreas ocupadas na sub-bacia do igarapé Cumaru (em hectares) pelos diferentes tipos de solo (classificação com base em imagem Landsat ano 2004).

Sub-bacia	PAd1	PAd2	PAd3
IGCU-A	1,35	10,09	0,00
IGCU-B	4,04	0,67	3,03
IGCU-C	431,16	646,06	104,59
IGCU-D	290,91	95,85	263,00

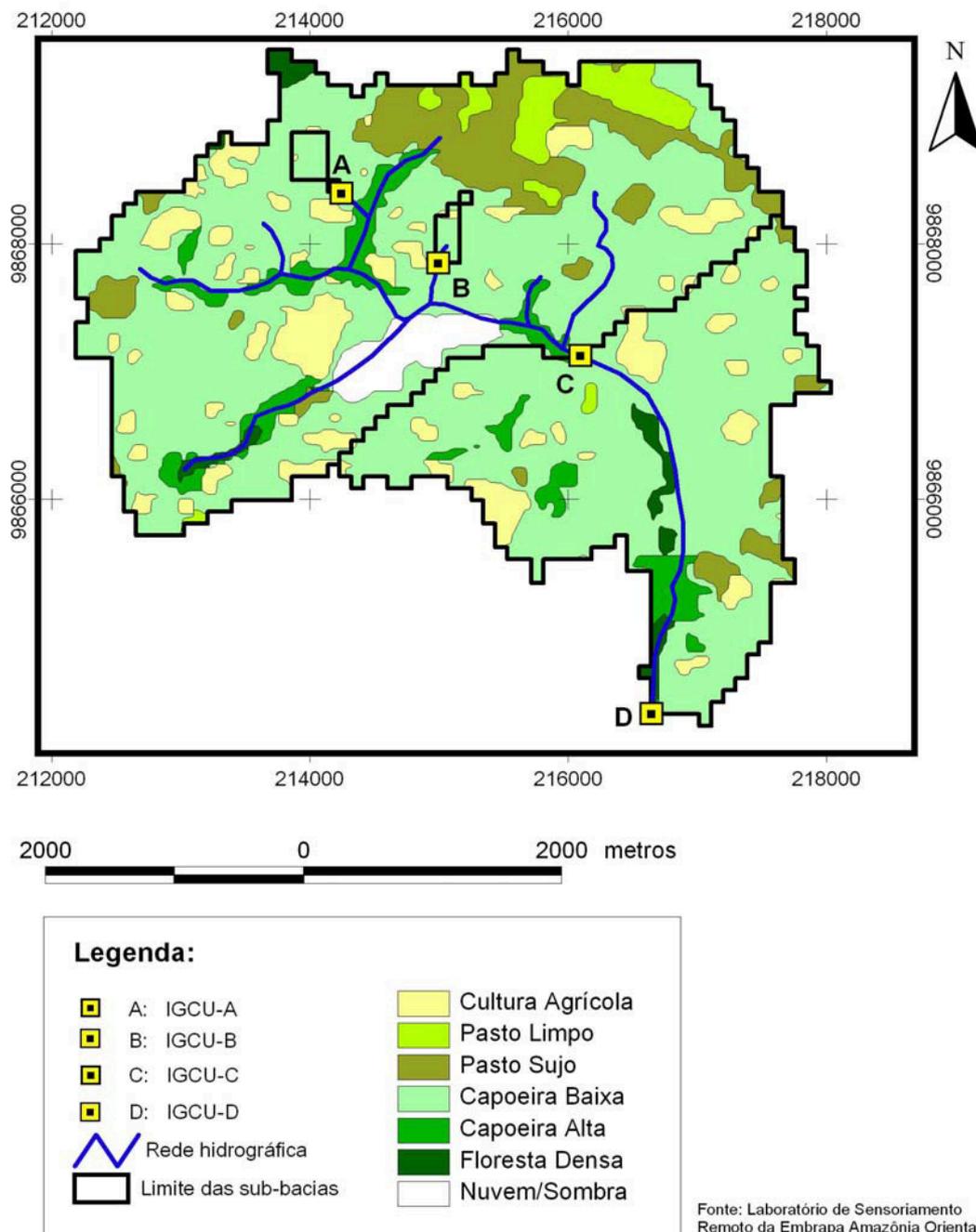
Fonte: Laboratório de Sensoriamento da EMBRAPA Amazônia Oriental.

**Tabela 4** - Descrição dos solos das microbacias

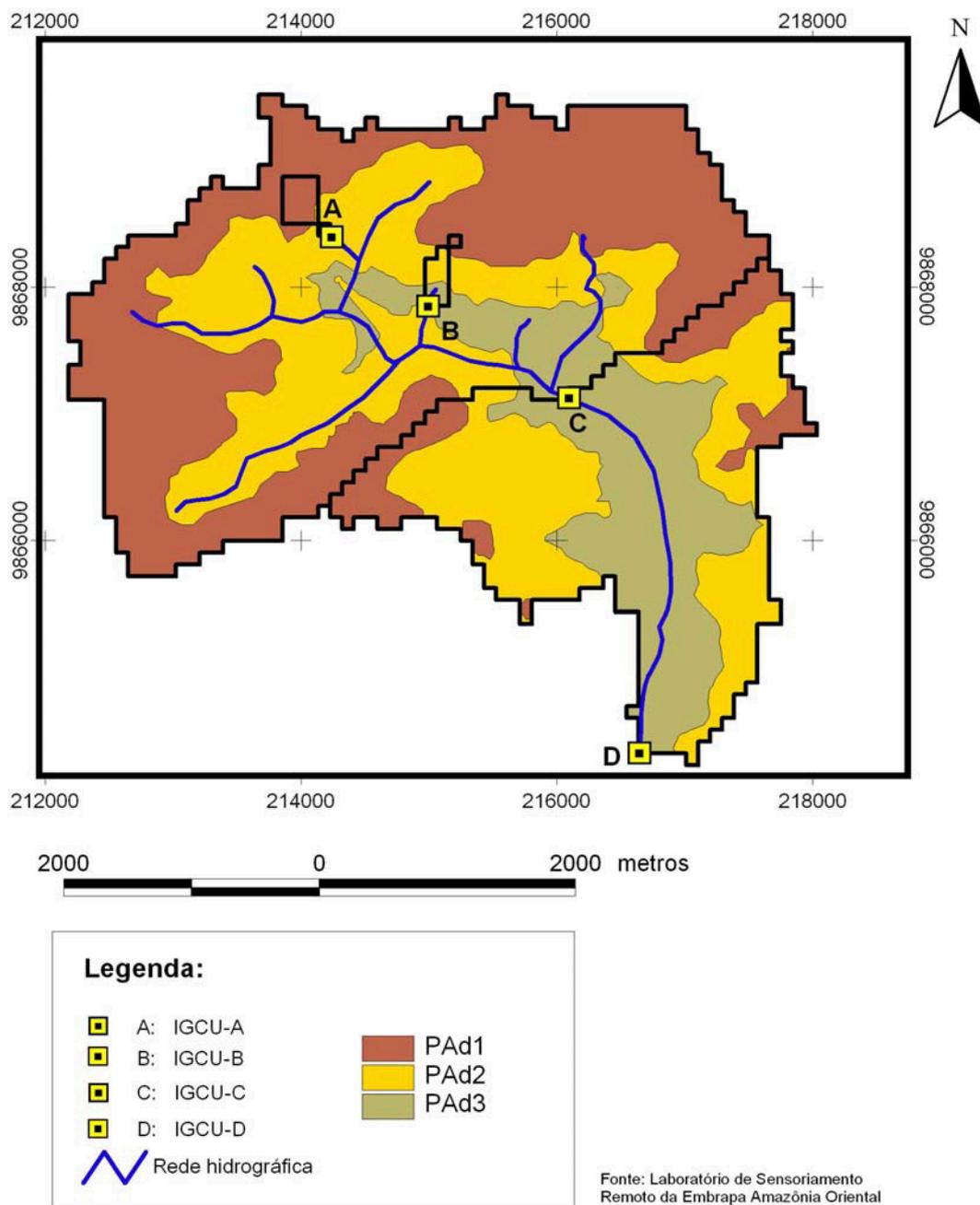
Classes – ARGISSOLO AMARELO	
PAd1	ARGISSOLO AMARELO Tb Distrófico típico, textura arenosa/média + ARGISSOLO AMARELO Distrófico concrecionário, textura média argilosa. A moderado, fase floresta equatorial subperenifólia relevo suave ondulado.
PAd2	ARGISSOLO AMARELO Tb Distrófico típico, A moderado, textura arenosa/média, fase floresta equatorial subperenifólia relevo plano + LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, textura média. A moderado, relevo plano a suave ondulado.
PAd3	ARGISSOLO AMARELO Tb Distrófico típico, A moderado, textura arenosa/média, fase floresta equatorial subperenifólia relevo ligeiramente plano +NEOSSOLO QUARTIZARÊNICO Hidromorfo típico. A moderado, floresta equatorial higrófila de várzea, relevo plano.

Fonte: Laboratório de Sensoriamento Remoto da EMBRAPA Amazônia Oriental.

As Figuras 3 e 4 mostram a distribuição do uso da terra e os tipos de solos presentes na bacia do Igarapé Cumaru, respectivamente.



**Figura 3** - Mapa de uso e cobertura da terra em 2004 da microbacia do igarapé Cumaru. Coordenadas UTM, *datum* SAD 69, zona 23S. Escala: 1:50.000. Fonte: Laboratório de Sensoriamento Remoto da EMBRAPA Amazônia Oriental.



**Figura 4** - Mapa de solos da microbacia do igarapé Cumaru em 2004, com localização das estações de amostragem. Coordenadas UTM, datum SAD 69, zona 23S. Escala: 1:50.000. Fonte: Laboratório de Sensoriamento Remoto da EMBRAPA Amazônia Oriental.

O primeiro ponto de coleta no Igarapé Cumarú (IGCU-A) localiza-se em área de nascente dentro de uma pequena propriedade familiar, tendo sido represado pelos agricultores para uso doméstico de suas águas (o igarapé), na higiene pessoal, na lavagem de roupas e utensílios de cozinha, no lazer da família e na lavagem das raízes de mandioca colhidas. A área imediatamente a montante desse ponto é coberta por capoeira alta, onde a água mina para formação dessa nascente. O entorno nesta estação de amostragem do igarapé Cumarú é caracterizado por uma abertura no dossel, conferindo-o uma boa luminosidade. Seu leito é constituído principalmente por areia e suas margens apresentam vegetação rasteira (Figura 5).



**Figura 5** - Igarapé Cumarú – Estação de Amostragem IGCU-A

A segunda estação de amostragem no Igarapé Cumarú (IGCU-B), como a primeira, também está localizada em área de nascente dentro de uma pequena propriedade familiar e apresenta capoeira alta à montante deste ponto, porém cobrindo uma área maior. O uso da água nesta unidade familiar é similar ao da estação IGCU-A. O trecho também é represado para o mesmo tipo de uso doméstico de suas águas. Neste local, a vegetação marginal é esparsa, propiciando cobertura aberta e boa luminosidade a esse trecho do igarapé. O substrato neste ponto de coleta é constituído principalmente por areia e lodo (silte, argila e acúmulo de matéria orgânica) (Figura 6).



**Figura 6** - Igarapé Cumaru – Estação de Amostragem IGCU-B

A estação de amostragem (IGCU-C) está também localizada dentro de uma pequena propriedade de agricultor familiar. Tal ponto está situado a cerca de 20 metros à montante do local onde a água é utilizada pela família que ali reside para os mesmos fins descritos para os pontos IGCU-A e IGCU-B. A cobertura do solo é de capoeira alta, com cobertura aberta. O leito é constituído principalmente de areia, matacões e alguns troncos. Nota-se a presença de macrófitas aquáticas próximas às margens (Figura 7).



**Figura 7** - Igarapé Cumaru – Estação de Amostragem IGCU-C

A quarta estação de amostragem no Igarapé Cumaru (IGCU-D) localiza-se no canal principal dessa bacia, ficando junto a uma ponte de uma pequena estrada vicinal local. O principal uso da água neste local é o lazer dos moradores dos arredores. À montante do curso d'água e nas margens dessa estação predomina a floresta densa, propiciando cobertura fechada ao trecho. Observa-se também um aumento na vazão do igarapé, já que a área drenada a montante desse ponto é maior do que em IGCU-C. O fundo é constituído por areia, matacões, blocos e troncos (Figura 8).



**Figura 8** - Igarapé Cumaru – Estação de Amostragem IGCU-D

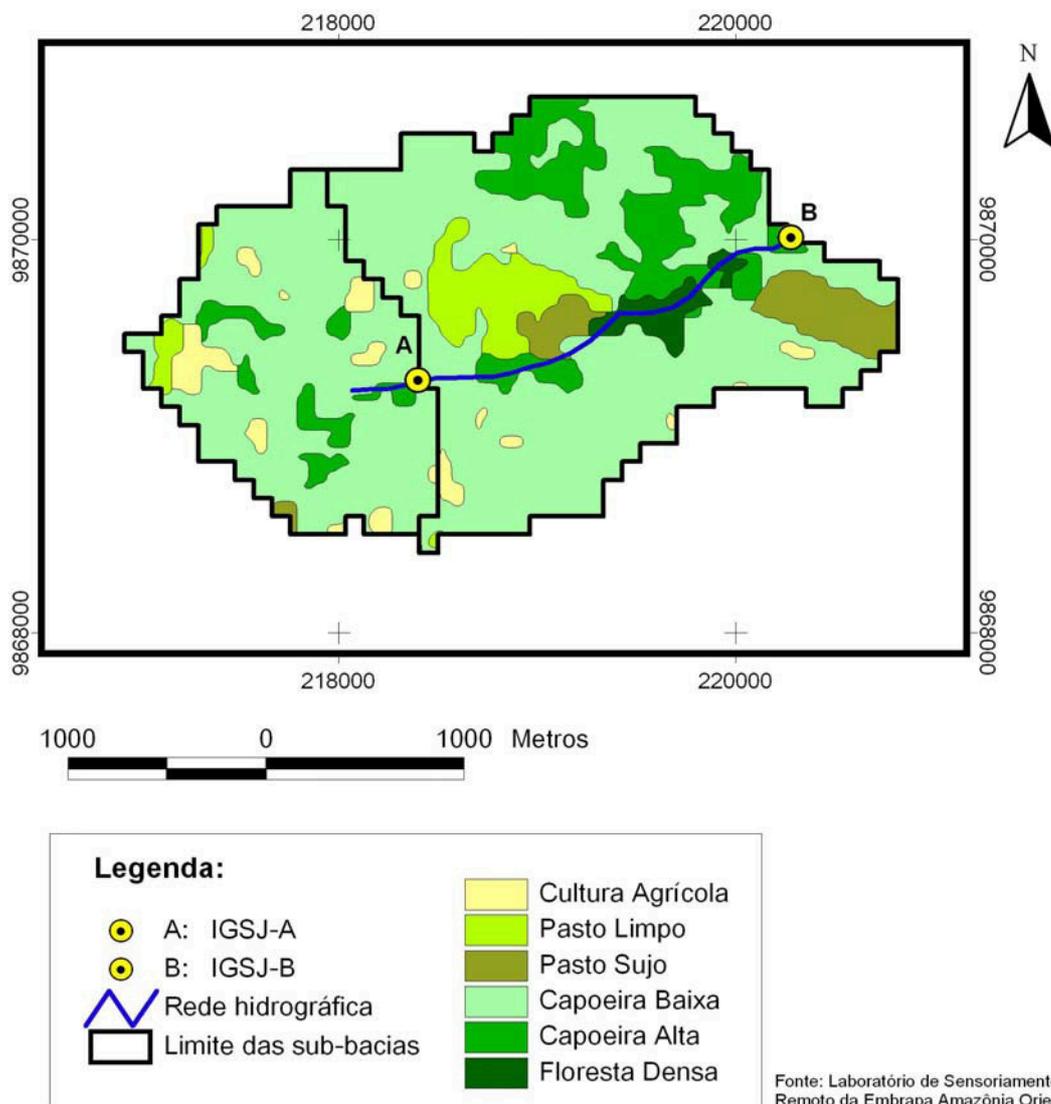
### 3.2.3 A Microbacia do Igarapé São João e suas Estações de Amostragem

A estação de amostragem localizada em nascente drena uma área com predominância de capoeira baixa e com algumas ocorrências de cultivo agrícola, possuindo, no entanto, margens protegidas por capoeira alta. O ponto de coleta localizado no trecho médio drena uma área com predominância de capoeira baixa e com ocorrências de pasto limpo e pasto sujo. Possui margem protegida por capoeira alta e floresta densa, área que vai do ponto localizado na nascente até o ponto localizado no curso principal desse igarapé (Tabela 5 e Figura 9).

**Tabela 5** - Áreas (em hectares) referentes as diferentes classes de uso da terra na sub-bacia do igarapé São João.

Sub-bacia	cultivo agrícola	pasto limpo	pasto sujo	capoeira baixa	capoeira alta	Floresta densa
IGSJ-A	13,62	5,59	1,05	145,42	15,19	0,00
IGSJ-B	19,55	34,22	27,23	398,03	79,08	11,52

Fonte: Laboratório de Sensoriamento Remoto da Amazônia Oriental.



**Figura 9** - Mapa de uso e cobertura da terra em 2004 da microbacia do igarapé São João, com localização das estações de amostragem. Coordenadas UTM, datum SAD 69, zona 23S. Escala: 1:35000.

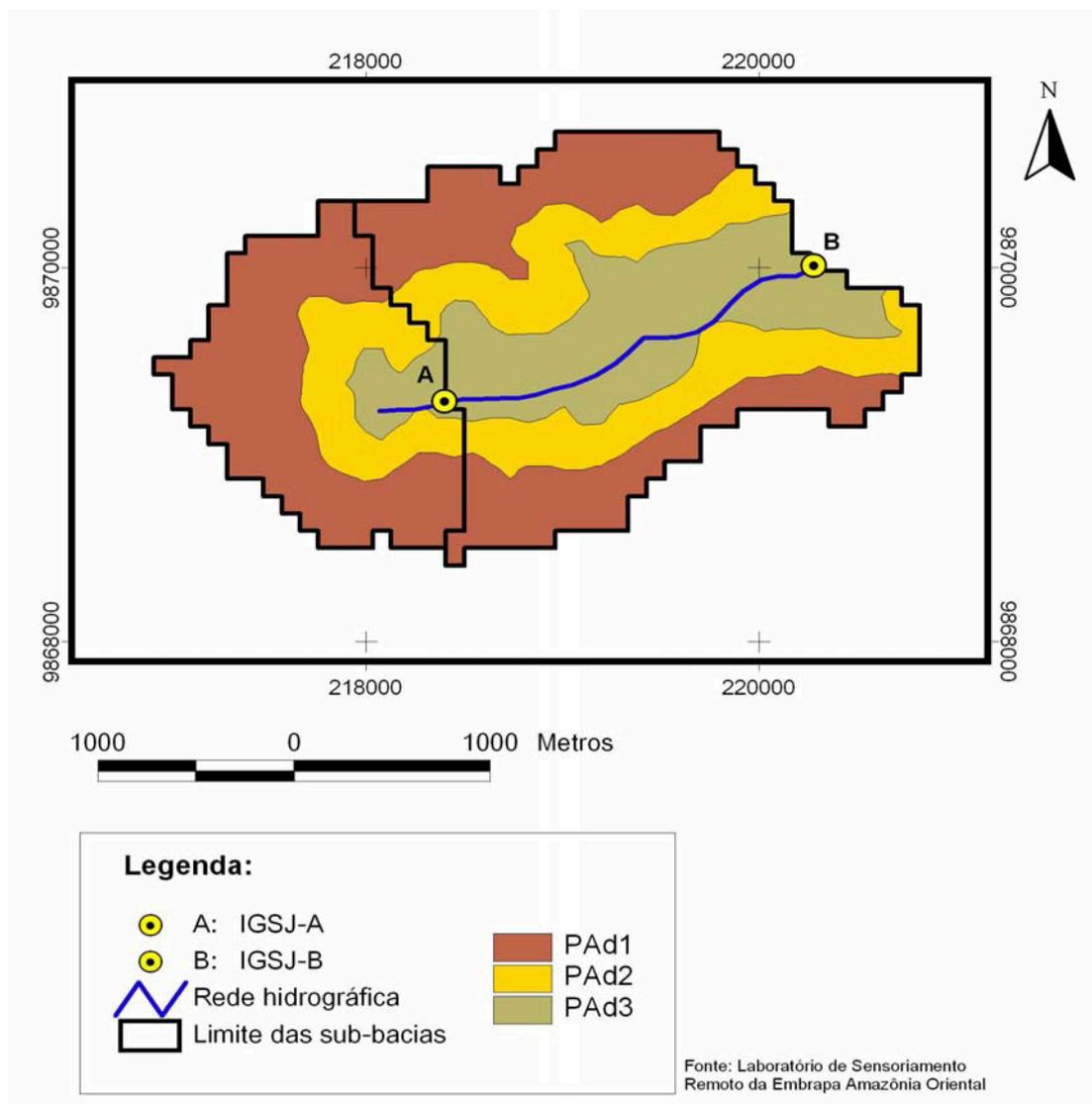
Fonte: Laboratório de Sensoriamento Remoto da EMBRAPA Amazônia Oriental.

No Igarapé São João observa-se a predominância de Argissolo Amarelo. Com a margem do igarapé cercada por solos de textura arenosa/média (PAd3), os quais são cercados por solos também de textura arenosa/média (PAd2), com ocorrências de solos do tipo Latossolo Amarelo distrófico típico com textura média e Neossolo Quartzarenico hidromórfico típico, respectivamente (Tabela 6). A Figura 10 mostra os tipos de solos presentes na bacia do igarapé São João.

**Tabela 6** - Áreas ocupadas na sub-bacia do igarapé São João (em hectares) pelos diferentes tipos de solo.

Sub-bacia	PAd1	PAd2	PAd3
IGSJ-A	13,62	5,59	1,05
IGSJ-B	19,55	34,22	27,23

Fonte: Laboratório de Sensoriamento Remoto da Amazônia Oriental.



**Figura 10** - Mapa de solos da microbacia do igarapé São João em 2004, com localização das estações de amostragem. Coordenadas UTM, datum SAD 69, zona 23S. Escala: 1:35000.

Fonte: Laboratório de Sensoriamento Remoto da EMBRAPA Amazônia Oriental.

A primeira estação de coleta no Igarapé São João (IGSJ-A) está localizada dentro de um balneário denominado “Lago Azul”, em virtude da extrema transparência de suas águas e coloração azulada. O local é utilizado para lazer pelos moradores desta localidade e freqüentado até mesmo por população mais distante dentro e fora do município de Igarapé - Açu. Ao longo de um trecho de cerca de 200 metros à montante as margens desta área de nascente são cobertas por capoeira alta. O habitat nesta estação no Igarapé São João é pouco sombreado e apresenta baixa velocidade. O substrato é arenoso e lodoso e com vegetação aquática, como macrófitas submersas e submersas com folhas flutuantes (Figura 11).



**Figura 11** - Igarapé São João – Estação de Amostragem IGSJ-A

A segunda estação de amostragem no Igarapé São João (IGSJ-B) localiza-se no canal principal dessa bacia, ficando junto a uma ponte de uma pequena estrada vicinal local (Figura 12). O principal uso da água nesse local é o lazer dos moradores dos arredores. À montante do curso d’água e nas margens dessa estação predomina capoeira alta e floresta densa. O habitat nesta estação apresenta pouco sombreamento e ligeiro aumento na velocidade em relação a IGSJ-A. O leito é constituído por areia e matacões, vegetação enraizada com folhas flutuantes. Neste local verificou-se a presença de lixo.



**Figura 12** - Igarapé São João – Estação de Amostragem IGSJ-B

#### 3.2.4 Bacia do Rio Marapanim

A bacia hidrográfica do Rio Marapanim, que inclui a sub-bacia do igarapé Pachibá aqui estudada, está também localizada no nordeste paraense. Limita-se ao norte com o oceano Atlântico, ao sul com São Francisco do Pará e Igarapé-Açú, a leste com Maracanã e Magalhães Barata e a oeste com Curuçá e Terra Alta.

O clima local desta bacia é classificado como sendo tipo Am de Köppen, o qual apresenta características de clima de monção (precipitação excessiva durante alguns meses). São definidas duas estações: a chuvosa (dezembro a maio) e a menos chuvosa (junho a novembro). A precipitação pluviométrica média anual varia entre 2.500mm a 3.000mm (MARTORANO et al., 1992).

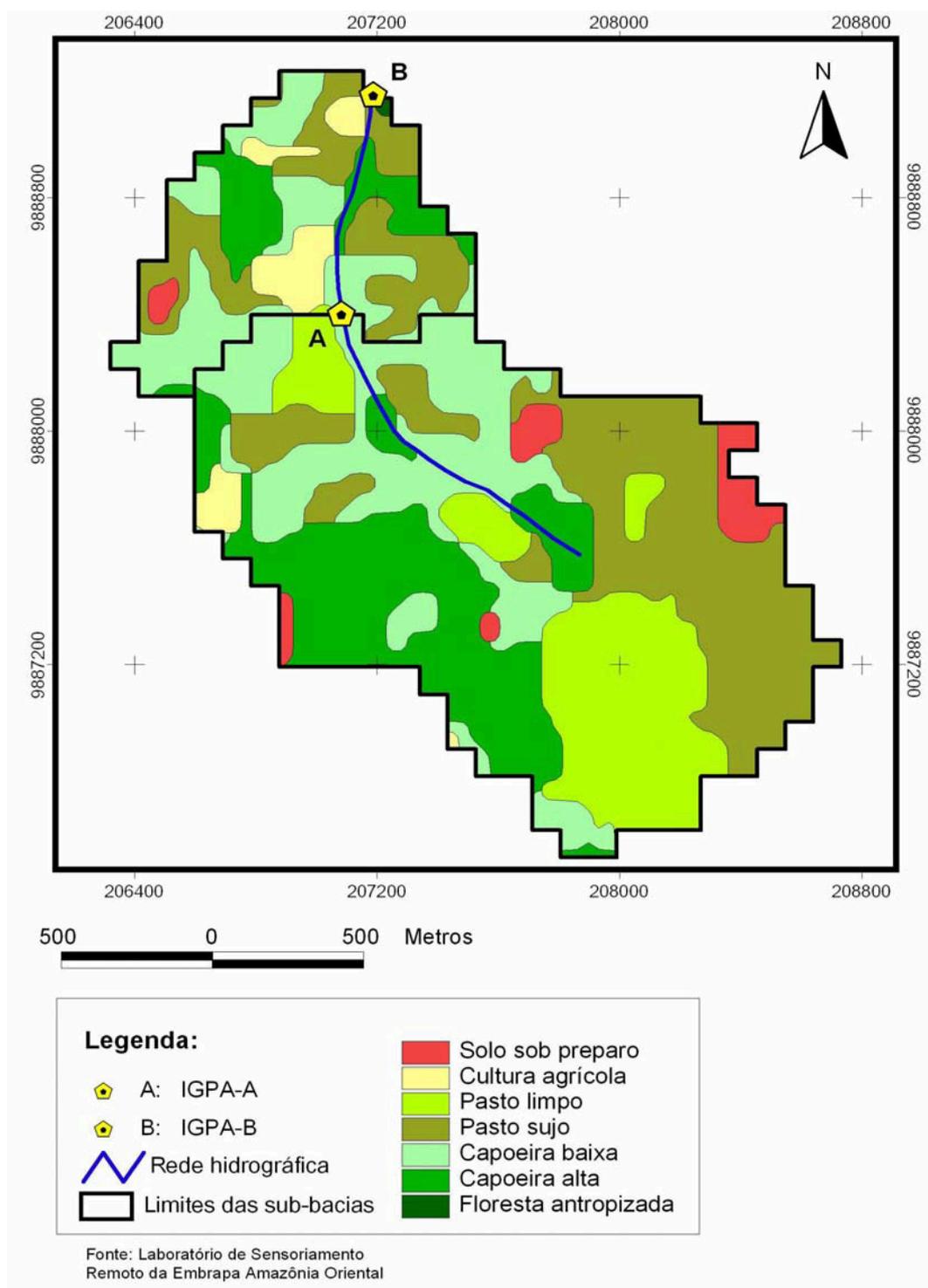
A geologia na porção continental é recoberta, de maneira geral, pelos sedimentos atribuídos ao Terciário da Formação Barreiras (arenitos, argilitos, silto-ferrosos), e por sedimentos recentes representados pelas largas várzeas do rio Marapanim, em quase todo o seu trecho, alargando-se mais na sua embocadura, o mesmo acontecendo com seus afluentes do baixo curso (BARBOSA; PINTO, 1973; BEMERGUY; BORGES; COSTA, 1992; FRANZINELLI, 1982, 1991; SILVA, 1998; SILVA JÚNIOR, 1998). Os principais

solos mapeados nessa bacia foram latossolos, podzólicos, halomórficos e gleissolos (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 1997).

A vegetação desta região é composta de florestas secundárias representadas pela capoeira e formações pioneiras (campos e vegetação litorânea) (JAPIASSÚ; GÓES FILHO, 1974). Destacam-se as florestas remanescentes nas margens do rio Marapanim e as capoeiras que resultam de desmatamentos para o plantio de espécies agrícolas e a prática da pecuária.

### **3.2.5 A Microbacia do Igarapé Pachibá e suas Estações de Amostragem**

A primeira estação de amostragem no igarapé Pachibá (IGPA-A) apresenta margens protegidas por capoeira baixa. À montante observa-se a ocorrência de capoeira alta junto às margens, enquanto que nas partes mais elevadas, observa-se a presença das classes de capoeira baixa, capoeira alta, pasto sujo, pasto limpo e cultivos agrícolas, esses últimos chegando a margear o canal em um pequeno trecho do igarapé. A segunda estação de amostragem no igarapé Pachibá (IGPA-B) drena uma área protegida por capoeira baixa, com a existência de cultivo agrícola e predominância de pasto sujo na área circunvizinha (Figura 13 e Tabela 7).



**Figura 13** - Mapa de uso e cobertura da terra em 2004 da microbacia do igarapé Pachibá, com a localização das estações de amostragem. Coordenadas UTM, datum SAD 69, zona 23S. Escala: 1:20.000.

Fonte: Laboratório de Sensoriamento Remoto da EMBRAPA Amazônia Oriental.

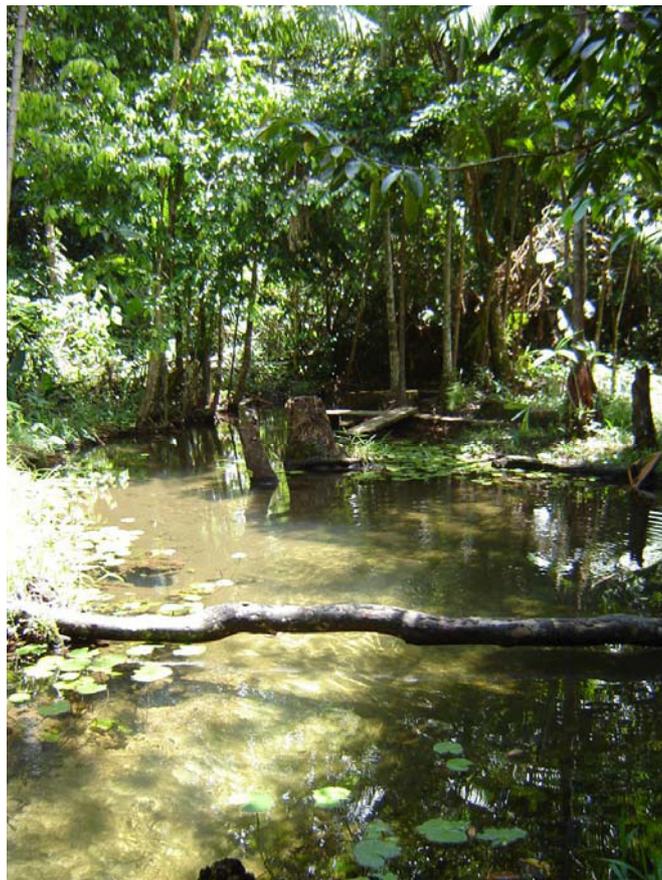
**Tabela 7** - Áreas (em hectares) referentes as diferentes classes de uso da terra na sub-bacia do igarapé Pachibá.

Sub-bacia	Cultivo agrícola	pasto limpo	pasto sujo	capoeira baixa	capoeira alta
IGPA-A	24,94	1,60	99,11	62,99	58,64
IGPA-B	29,84	0,66	131,43	100,85	59,58

Fonte: Laboratório de Sensoriamento Remoto da EMBRAPA Amazônia Oriental.

Apenas a bacia do Igarapé Pachibá ainda não possui a classificação de solos concluída pelo grupo de solos do projeto de pesquisa onde esse trabalho está inserido, no entanto, acredita-se que possíveis diferenças nos solos que venham a ocorrer em relação as demais bacias não são suficientes para conferir respostas diferentes na hidroquímica fluvial ou na ictiofauna. Provavelmente os solos predominantes nessa microbacia sejam as mesmas predominantes na bacia do Marapanim, ou seja, latossolos.

A primeira estação de amostragem no igarapé Pachibá (IGPA-A) está localizada na nascente dessa bacia e dentro de uma pequena propriedade de agricultor familiar que, como nas demais propriedades emprega a água para o uso doméstico característico, já citado para o igarapé Cumaru. A vegetação ripária que predomina nas margens desse trecho do igarapé até a sua nascente a cerca de 1 km a montante é a de capoeira alta e baixa. O entorno do igarapé Pachibá, neste trecho, é caracterizado por uma cobertura bastante fechada pela copa das árvores da vegetação ripária e, portanto, o canal recebe poucos raios solares. O substrato é basicamente arenoso lodoso e com considerável presença de material vegetal, como troncos e acúmulo de folhas (Figura 14). Neste trecho encontra-se vegetação aquática representada por macrófitas submersas com folhas flutuantes.



**Figura 14** - Igarapé Pachibá – Estação de Amostragem IGPA-A

A segunda estação de amostragem no igarapé Pachibá (IGPA-B) localiza-se no canal principal dessa bacia (Figura 15). O lago formado é o maior dentre os amostrados nesse estudo, suas margens são ocupadas por vegetação de capoeira alta e um pequeno campo de cultivo localizado em área a cerca de 40 metros de sua margem esquerda. Nas margens desse igarapé represado tem-se também um banheiro doméstico com saída de esgoto para suas águas. A zona ripária ao longo da estação é composta de vegetação herbácea, cultivos agrícolas e árvores esparsas. Portanto há insolação direta no canal. A estação é represada e apresenta assim baixa velocidade da água. O leito é basicamente arenoso e lodoso, além de apresentar macrófitas submersas, submersas com folhas flutuantes e macrófitas flutuantes.



**Figura 15** - Igarapé Pachibá – Estação de Amostragem IGPA-B

### 3.3 DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS ABIÓTICOS NAS ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM

Os parâmetros abióticos foram medidos mensalmente em todas as estações, por membros da equipe do projeto Agrobacias Amazônicas, coordenado pela EMBRAPA Amazônia Oriental (ROSA, 2007). Os parâmetros medidos foram: pH, com auxílio de um pHmetro marca ORION, modelo 290A plus; oxigênio dissolvido, por meio de um oxímetro marca YSI®, modelo 55; condutividade elétrica, com um condutivímetro marca *VWR international*™, modelo 2052; e temperatura superficial da água, utilizando o sensor do oxímetro citado. A vazão destes cursos de água foi estimada para os exutórios das sub-bacias, a partir de medidas da velocidade da corrente (correntômetro marca Global Water, modelo FP201) e da secção transversal do canal fluvial. Essas medidas encontram-se registradas na Tabela 8.

A classificação hierárquica de Strahler foi feita considerando todos os canais sem tributários, de 1ª ordem; os canais de 2ª ordem sendo originados da confluência de dois canais de 1ª ordem e os canais de 3ª ordem originando-se da confluência de dois canais de 2ª ordem (Tabela 8).

**Tabela 8** - Parâmetros abióticos nos igarapés estudados: estação de amostragem, classificação hierárquica (Ordem) e valores médios das variáveis físico-químicas: pH, temperatura superficial da água (T), condutividade (Cond), oxigênio dissolvido (OD), profundidade (Prof) e vazão (Q).

Estação	Ordem	pH	T (°C)	Cond ( $\mu\text{/cm}$ )	OD (mg/l)	Prof (cm)	Vazão ( $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ )
IGCU-A	1	4,07	26,86	26,61	2,82	28,11	nd*
IGCU-B	1	4,00	26,27	25,74	3,41	29,44	nd*
IGCU-C	3	4,73	25,90	20,94	6,30	89,78	nd*
IGCU-D	3	4,60	25,76	20,88	6,51	117,67	0,59
IGSJ-A	1	3,90	26,49	29,08	4,20	22,00	nd*
IGSJ-B	1	4,25	26,18	19,27	5,31	32,78	0,32
IGPA-A	1	4,07	25,99	19,37	4,54	26,89	nd*
IGPA-B	1	4,26	26,59	19,33	3,45	37,00	0,06

(\*) nd = valor não determinado

O ponto IGCU-D apresentou o maior valor médio de profundidade durante o período de estudo. A temperatura média manteve-se constante nas estações de amostragem. Os pontos IGCU-C e IGCU-D apresentaram os maiores valores médios de oxigênio dissolvido, enquanto o ponto IGSJ-A apresentou o maior valor médio de Condutividade. O pH apresentou os maiores valores médios na porção intermediária do igarapé Cumaru (IGCU-C e IGCU-D), e destacaram-se os menores valores médios nas águas de nascentes (IGCU-A, IGCU-B, IGSJ-A e IGPA-A).

### 3.4 COLETA DO MATERIAL BIOLÓGICO E BIOMETRIA

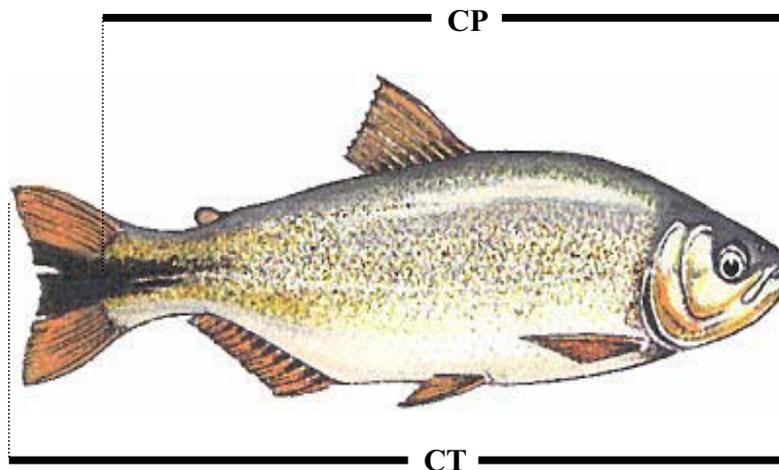
#### 3.4.1 Material biológico

Em cada estação foram empregados diversos apetrechos de pesca para a captura de exemplares que exploram diversos tipos de habitats. Em cada estação foi utilizado como apetrecho de pesca uma tarrafa com diâmetro de 3 m e uma rede de arrasto com comprimento de 6 m, altura de 1,2 m e malha de 5 mm. A captura foi feita por duas pessoas. Também foi utilizado um pequeno puçá com malha de 2 mm para capturar peixes de menor porte. Para evitar a fuga dos cardumes durante a coleta, uma parte de cada ponto de coleta foi fechada por redes de espera com malha de 5 mm, comprimento de 2 m e altura de 1,2 m, em sua extremidade. Foram promovidas perturbações na água a fim de desalojar espécimes que ficam escondidas junto às margens. Foram utilizados covos feitos de garrafas de “pet”, com dois litros de volume que eram presos em pequenas estacas na margem do igarapé. Dentro dos covos foram colocadas pequenas quantidades de ração para facilitar a atração e captura dos peixes. A duração de cada coleta foi de uma hora para todos

os apetrechos de pesca em cada ponto. Depois, os peixes foram colocados em sacos plásticos, etiquetados e acondicionados em caixas de isopor de 60 L com gelo. O material foi transportado para o Laboratório Experimental de Organismos Aquáticos Cultiváveis da UFRA e armazenado em um *freezer* para conservação.

### 3.4.2 Biometria

Na biometria foram obtidas medidas de comprimento padrão (CP), que vai do focinho a última vértebra do peixe, e comprimento total (CT), que vai do focinho a extremidade final da nadadeira caudal (Figura 16). O instrumento utilizado para a tomada destas medidas foi um ictiômetro (escala fixada em madeira, com comprimento total de 50 cm, intervalo de 0,1 cm). A massa de cada indivíduo foi aferida em uma balança digital marca BIOPRECISA, modelo FA2104N, com precisão de quatro casas decimais, e expressos em gramas. Os valores obtidos foram anotados em uma planilha (Anexo A). Após a biometria, o material resfriado foi colocado em frascos etiquetados para identificação. É importante ressaltar que o material biológico não foi fixado em formol e sim, conservados “in natura” em um *freezer*.



**Figura 16** - Comprimento padrão (CP) e comprimento total (CT) de um peixe.

### 3.4.3 Identificação dos indivíduos

Os exemplares capturados foram identificados no Laboratório Experimental de Organismos Aquáticos Cultiváveis da UFRA. Para tanto, foram empregadas chaves de

identificação dicotômicas pertinentes aos grandes grupos, como por exemplo, Britiski, Sato e Rosa. (1984), chaves de identificação para gênero e espécie contida em Ferreira, Zuanon e Santos (1998), catálogos de peixes comerciais como o de Silvano et al., (2001) Santos et al., (2004) e o site Fishbase (FROESE; PAULY, 2007).

### 3.5 ANÁLISE DE DADOS DE COMUNIDADES DE PEIXES

#### 3.5.1 Constância

Para identificar as espécies residentes em cada estação de coleta, utilizou-se o método de constância ( $C$ ) de espécies, calculado através da seguinte equação:

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

Onde:

$c_i$  = número de coletas contendo a espécie  $i$

$c$  = número total de coletas efetuadas

#### 3.5.2 Abundância de espécies

Foram criadas curvas de ordenação de espécies por abundância de indivíduos em cada uma das estações de amostragem e para todas as amostras.

#### 3.5.3 Medidas de diversidade

As medidas de diversidade visam enfatizar diferentes aspectos da estrutura da comunidade estudada, e seguiram as fórmulas citadas em Magurran (1988).

A riqueza de espécies acumulada para cada estação de amostragem ( $S_{ac}$ ) foi calculada, verificando-se a quantidade de espécies novas que apareciam a cada amostragem até o último mês de coleta. As riquezas mensais de espécies ( $S_m$ ) foram feitas calculando-se a média da quantidade de espécies em cada ambiente (nascente e trecho médio).

A fim de verificar a dominância de espécies nas estações de amostragem, o Índice de Dominância ( $D$ ) para cada estação de amostragem foi calculado, utilizando-se a equação de Simpson. Este índice atribui um peso maior às espécies abundantes:

$$D = \sum (p_i)^2$$

Onde:

$p_i$  = proporção da espécie  $i$  na amostra

A Recíproca do Índice de Simpson ( $D_R$ ) foi calculada baseada na fórmula deste índice, subtraindo-se o valor obtido da unidade:

$$D_R = 1 - D$$

Onde:

$D$  = Índice de Dominância de Simpson

O Índice de Diversidade ( $H$ ) está relacionado com a riqueza de espécies, atribuindo um peso maior às espécies raras. Para tanto esse índice foi calculado para cada estação de amostragem usando a equação de Shannon:

$$H' = -\sum \left(\frac{n_j}{n}\right) \ln\left(\frac{n_j}{n}\right)$$

Onde:

$n_j$  = número de indivíduos da espécie  $j$

$N$  = número total de indivíduos

O Índice de Diversidade Máxima é o valor máximo obtido se fossem capturadas todas as espécies de determinado local. Para calcular o Índice de Diversidade Máxima ( $H'_{\max}$ ) em cada estação de amostragem foi utilizada a seguinte fórmula:

$$H'_{\max} = \ln(S)$$

Onde:

$S$  = número de espécies

A Eqüitabilidade de Shannon ( $Eq$ ) revela uma uniformidade na distribuição das espécies, ou seja, se estão distribuídas com pouca dominância de uma ou mais espécies. Este índice foi calculado através da seguinte equação:

$$Eq = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

Onde:

$H'$  = Índice de Diversidade de Shannon

$H'_{\max}$  = Diversidade Máxima de Shannon

O Índice de Diversidade  $\beta$  de Whittaker (ou Índice de Diversidade Regional) compara a distribuição da diversidade de peixes de uma estação de amostragem para outro, baseado na riqueza de espécies.

$$\beta_w = \frac{S_{tot}}{\alpha - 1}$$

Onde:

$S_{tot}$  = número de espécies total, acumulado das amostras tomadas no ambiente considerado (nascente e trecho médio)

$\alpha$  = número médio de espécies de cada amostra do ambiente considerado

### 3.6 CURVA DE ACUMULAÇÃO DE ESPÉCIES

O número de espécies que são encontradas durante um programa de amostragem depende, entre outros fatores, do tamanho da amostra. A fim de verificar se o esforço amostral empregado está próximo a um número máximo de espécies, uma curva de acumulação de espécies foi plotada para cada estação de amostragem, considerando os nove meses de coletas. Também foi avaliada a curva que representa a soma das capturas das oito estações a cada mês, ao longo dos nove meses de estudo.

### 3.7 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

A fim de compreender a similaridade entre as comunidades de peixes amostradas nas oito estações, foi calculada a similaridade percentual (ou medida de Renkonen), seguindo as recomendações de Krebs (1999). Os valores resultantes entre os pares de amostras das estações foram dispostos em uma matriz de dissimilaridade, calculada como a recíproca da similaridade. Esta matriz de dissimilaridades foi submetida a uma análise de agrupamento, utilizando como método de ligação o algoritmo UPGMA (*Unweighted Pair Group Method of Arithmetic Means*).

As estações foram agrupadas entre as campanhas de amostragem tomadas nas nascentes e nos trechos médios. A fim de verificar se existiam diferenças significativas entre estes dois grupos, foram realizadas Análises de Variância sobre as variáveis descritivas ambientais consideradas (Tabela 2). Uma Análise de Variância não paramétrica

(Kruskal-Wallis) foi feita quando não era possível atender aos pressupostos da Normalidade. Os valores marginais foram utilizados, ou seja, valores que não são estatisticamente significantes, mas que possuem significância ecológica ( $0,05 < p < 0,08$ ).

A relação entre as variáveis-resposta (Item 3.5) e as variáveis descritivas dos locais de amostragem (Tabela 8) e das variáveis relacionadas ao uso da terra (Tabelas 2, 5 e 7) foram submetidos a uma análise de regressão linear simples. É importante ressaltar que nem todas as variáveis-resposta foram utilizadas e que foi preciso fazer uma matriz de correlação de Pearson para selecionar as variáveis a serem utilizadas. Algumas variáveis foram excluídas da análise, pois, na ANOVA foram utilizadas todas as variáveis. Dos pares de variáveis que apresentaram uma forte correlação (“r”) de Pearson, uma das variáveis foi utilizada e a outra descartada. Antes da análise de regressão foram agregados os dados das variáveis descritivas de cada estação de amostragem em uma única média ao invés de considerar os 72 valores dessas variáveis, pois, as amostras não eram independentes, ou seja, foram realizadas nove vezes nas mesmas estações de amostragem e não em outras estações distintas. Assim, evitava-se uma pseudo-replicação (considerar as amostras independentes quando, na verdade, são dependentes). As análises estatísticas foram feitas utilizando-se os programas BioEstat 4.0 (AYRES et al., 2005) e STATISTICA 5.0, StatSoft Inc. de 1984.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 COMPOSIÇÃO ICTIOFAUNÍSTICA

A lista taxonômica abaixo, para as espécies do local de estudo foi elaborada com base na classificação sistemática de Buckup e Menezes (2003).

#### Classe ACTINOPTERYGII

##### Ordem CHARACIFORMES

##### Família ANOSTOMIDAE

*Leporinus* sp.

##### Família CHARACIDAE

*Astyanax bimaculatus* (Linnaeus, 1758)

*Astyanax mutator* Eigenmann, 1909

*Astyanax* sp. 1

*Astyanax* sp. 2

*Astyanax* sp. 3

*Bryconops alburnoides* Kner, 1858

*Bryconops caudomaculatus* (Günther, 1864)

*Bryconops* sp.

*Hemigrammus levis* Durbin, 1908

*Hyphessobrycon heterorhabdus* (Ulrey, 1894)

*Hyphessobrycon minimus* Durbin, 1909

*Hyphessobrycon* sp.

*Iguanodectes spirulus* (Günther, 1864)

*Metynnis* sp.

*Moenkhausia chrysargyrea* (Günther, 1864)

*Moenkhausia collettii* (Steindachner, 1882)

*Poptella* sp.

*Pristella maxillaris* (Ulrey, 1894)

##### Família CURIMATIDAE

*Curimatopsis crypticus* Vari, 1982

*Curimatopsis* sp.

## Família ERYTHRINIDAE

*Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794)

## Família LEBIASINIDAE

*Nannostomus beckiford* Günther, 1872

*Nannostomus eques* Steindachner, 1876

*Nannostomus harrisoni* (Eigenmann, 1909)

*Nannostomus* sp.

*Pyrrhulina australis* Eigenmann & Kennedy, 1903

*Pyrrhulina brevis* Steindachner, 1876

*Pyrrhulina filamentosa* Valenciennes, 1846

*Pyrrhulina* sp.

## Ordem GYMNOTIFORMES

## Família APTERONOTIDAE

*Parapteronotus hasemani* (Ellis, 1913)

## Ordem SILURIFORMES

## Família HEPTAPTERIDAE

*Mastiglanis asopos* Bockmann, 1994

## Família CALLICHTHYIDAE

*Corydoras* sp.

## Família LORICARIIDAE

*Farlowella* sp.

## Ordem BELONIFORMES

## Família BELONIDAE

*Potamorrhaphis guianensis* (Jardine, 1843)

## Ordem CYPRINODONTIFORMES

## Família RIVULIDAE

*Rivulus* sp.

## Ordem SYNBRANCHIFORMES

## Família SYNBRANCHIDAE

*Synbranchus marmoratus* Bloch, 1795

## Ordem PERCIFORMES

## Família CICHLIDAE

*Acaronia nassa* (Heckel, 1840)*Aequidens* sp.*Apistogramma eunotus* Kullander, 1981*Crenicara punctulatum* (Günther, 1863)*Crenicichla labrina* (Spix & Agassiz, 1831)*Satanoperca jurupari* (Heckel, 1840)

O número total de indivíduos coletados neste trabalho foi de 2.117. Ao todo foram reconhecidas 43 espécies, pertencentes a 27 gêneros, 13 famílias e sete ordens. A ordem Characiformes foi a responsável pela maior parte dos exemplares capturados, com 1.920 indivíduos. Essa ordem apresentou a maior quantidade de espécies coletadas, 30 no total, sendo distribuídas em quatro famílias. A ordem Perciformes apresentou 121 exemplares com seis espécies, sendo todos da família Cichlidae. A ordem Siluriformes foi representada por 49 indivíduos, divididos em três famílias. A Tabela 9 mostra a contribuição de cada ordem para o total de indivíduos capturados.

**Tabela 9** - Ordem, número de indivíduos (N) e contribuição de cada ordem (N%).

Ordem	N	N (%)
Characiformes	1.920	90,69
Perciformes	121	5,72
Siluriformes	49	2,31
Beloniformes	12	0,57
Cyprinodontiformes	12	0,57
Gymnotiformes	2	0,09
Synbranchiformes	1	0,05
<b>Total</b>	<b>2.117</b>	<b>100,00</b>

A família com o maior número de espécies coletadas foi Characidae com 1.447 indivíduos. A família Lebiasinidae foi a segunda mais representativa, contribuindo com 494 exemplares. A terceira família com maior representatividade foi Cichlidae com 121

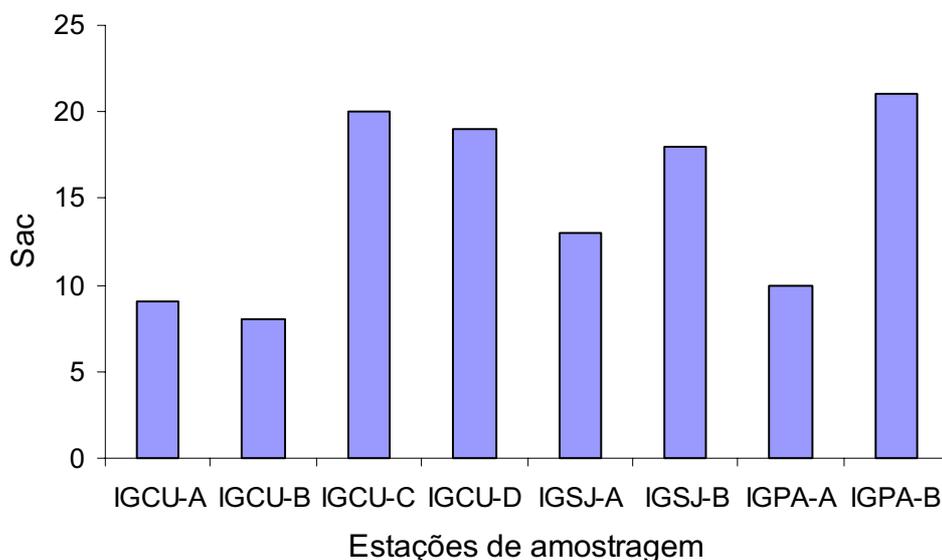
espécimes. A família Curimatidae foi representada por 42 indivíduos. A Tabela 10 mostra a contribuição de cada família para o total de indivíduos capturados.

**Tabela 10** - Família, número de indivíduos (N) e contribuição de cada família (N%).

Família	N	N (%)
Characidae	1.447	68,35
Lebiasinidae	494	23,33
Cichlidae	121	5,72
Curimatidae	42	1,98
Heptapteridae	41	1,94
Belonidae	12	0,57
Rivulidae	12	0,57
Callichthyidae	6	0,28
Anostomidae	4	0,19
Erythrinidae	3	0,14
Apteronotidae	2	0,09
Loricariidae	2	0,09
Synbranchidae	1	0,05
Total	2.117	100,00

#### 4.2 RIQUEZA E OCORRÊNCIA DAS ESPÉCIES

O Igarapé Pachibá, na estação de amostragem IGPA-B apresentou a maior riqueza acumulada, com 21 espécies, sendo cinco espécies capturadas apenas nesse local: *Curimatopsis crypticus*, *Curimatopsis* sp., *Nannostomus eques*, *Nannostomus* sp. e *Parapteronotus hasemani*. O Igarapé Cumarú, na estação IGCU-C apresentou 20, sendo *Moenkhausia chrysargyrea* apenas encontrada nesse ponto. O Igarapé Cumarú (IGCU-D) apresentou 19 espécies e três capturadas neste lugar: *Crenicara punctulatum*, *Farlowella* sp. e *Poptella* sp. No Igarapé São João, ponto de coleta IGSJ-B foram capturadas 18 espécies, sendo duas encontradas nesse ponto: *Metynnis* sp. e *Rivulus* sp. Os outros pontos que contribuíram com pouca riqueza de espécies foram: Igarapé São João (IGSJ-A), com 13 espécies; Pachibá (IGPA-A), com 10 espécies, sendo *Synbranchus marmoratus* encontrado apenas nesse ponto; Cumarú (IGCU-A) com nove espécies. O Igarapé Cumarú, no ponto IGCU-B apresentou a menor riqueza, com apenas oito espécies, sendo *Hoplias malabaricus* encontrado somente nesse local de amostragem (Figura 17).



**Figura 17** - Número de espécies acumuladas ( $S_{ac}$ ) registradas em cada estação de amostragem.

#### 4.3 CONSTÂNCIA DE ESPÉCIES

No IGCU-B verificou-se uma constância máxima das espécies *Hyphessobrycon heterorhabdus* e *Hyphessobrycon* sp. e predomínio de espécies constantes. A espécie *Pyrrhulina australis* teve sua constância máxima em IGCU-A e IGSJ-A. Nos outros pontos de amostragem a maior parte das espécies foram pouco constantes (Tabela 11).

Levando em consideração todas as 72 amostras realizadas, a espécie *Iguanodectes spirulus* ocorreu em 36 amostras, seguido da espécie *Hyphessobrycon* sp. com 33 amostras. A terceira maior ocorrência foi da espécie *Pyrrhulina australis*, em 29 amostras, seguido de *Hyphessobrycon heterorhabdus* e *Bryconops caudomaculatus*, com 24 ocorrências. Oito espécies ocorreram em apenas uma das coletas efetuadas. A Figura 18 mostra a ordenação de ocorrência das espécies nos pontos estudados.

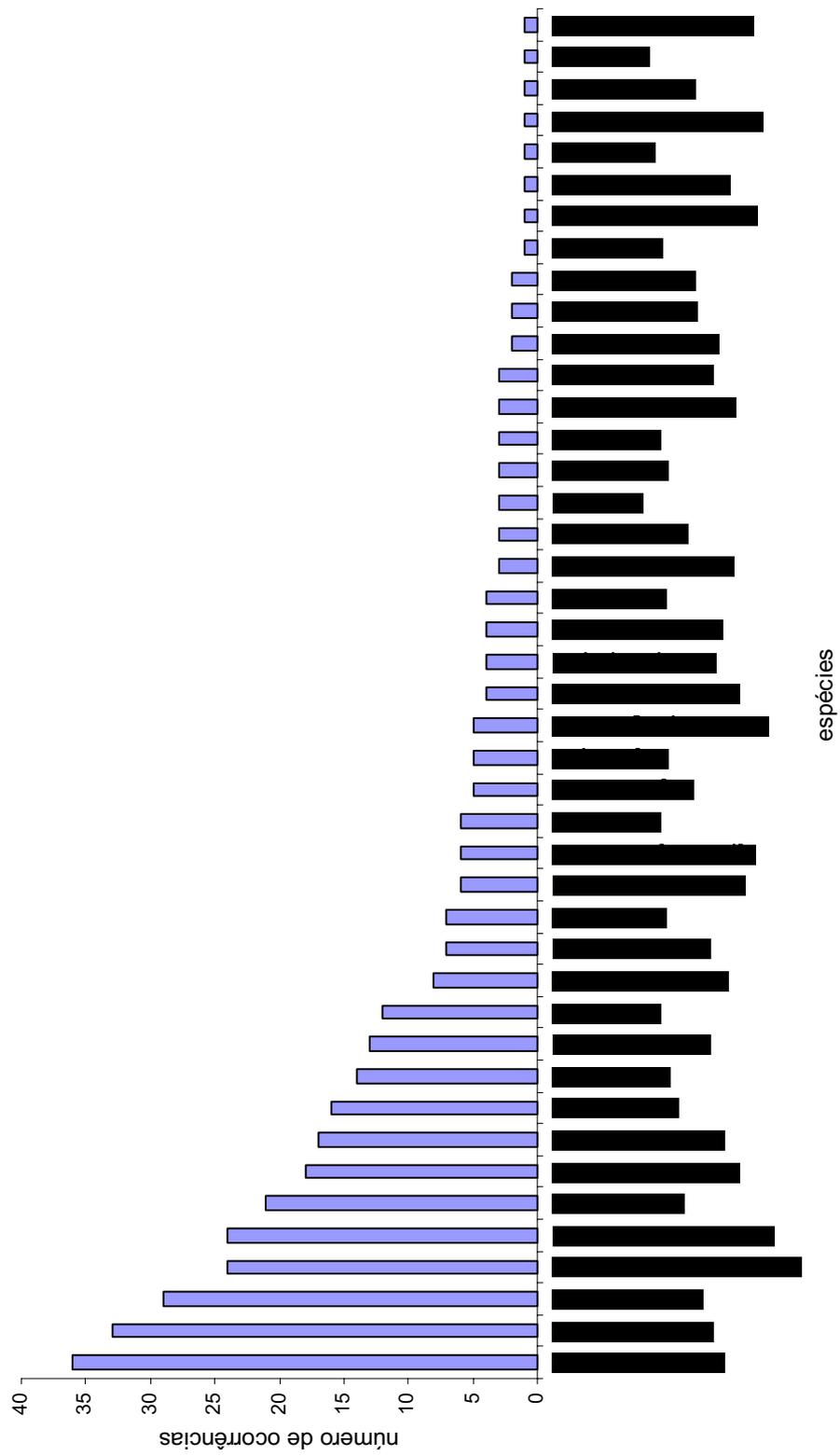
**Tabela 11** - Constância de espécies capturadas em cada estação de amostragem (%).

CÓDIGO	IGCU-A	IGCU-B	IGCU-C	IGCU-D	IGPA-A	IGPA-B	IGSJ-A	IGSJ-B
AN	89			22	22	22	22	
AES	11		22	22				22
AE		67	22	11	44	33	11	11
AB					11	78	89	11
AM			22	22		11		
AS1	11		33	22		56		11
AS2			11			22		
AS3			11	22		22		
BA			22	11				
BC			89	89				89
BS			56	44		33		22
COS			11	22		11		
CP				11				
CL					11	11		
CC						33		
CS						33		
FS				11				
HL			11	44		67		22
HOM		33						
HH		100	11		67		78	11
HM			11	22		33		
HS	44	100	44		22	56	78	22
IS			78	67	78	67	44	67
LS	11							22
MA			56	22				
MS								11
MCH			11					
MC			11	22				11
NB							44	22
NE						22		
NH							33	11
NS						11		
PH						11		
POS				11				
PG				11				44
PM			11				11	
PA	100	78			22	11	100	11
PB	89	56			11		78	
PF	22	33					33	
PS	22	33					11	
RS								33
SJ			11			33		
SM					11			

Na Tabela 12 são mostrados as espécies e seus respectivos códigos que foram relatados nas Figuras e Tabelas ao longo do texto.

**Tabela 12** - Códigos das espécies utilizadas no presente trabalho.

Espécie	Código	Espécie	Código
<i>Acaronia nassa</i>	AN	<i>Iguanodectes spirulus</i>	IS
<i>Aequidens</i> sp.	AES	<i>Leporinus</i> sp.	LS
<i>Apistogramma eunotus</i>	AE	<i>Mastiglanis asopos</i>	MA
<i>Astyanax bimaculatus</i>	AB	<i>Metynnis</i> sp.	MS
<i>Astyanax mutator</i>	AM	<i>Moenkhausia chrysargyrea</i>	MCH
<i>Astyanax</i> sp. 1	AS1	<i>Moenkhausia collettii</i>	MC
<i>Astyanax</i> sp. 2	AS2	<i>Nannostomus beckiford</i>	NB
<i>Astyanax</i> sp. 3	AS3	<i>Nannostomus eques</i>	NE
<i>Bryconops alburnoides</i>	BA	<i>Nannostomus harrisoni</i>	NH
<i>Bryconops caudomaculatus</i>	BC	<i>Nannostomus</i> sp.	NS
<i>Bryconops</i> sp.	BS	<i>Parapteronotus hasemani</i>	PH
<i>Corydoras</i> sp.	COS	<i>Poptella</i> sp.	POS
<i>Crenicara punctulatum</i>	CP	<i>Potamorrhaphis guianensis</i>	PG
<i>Crenicichla labrina</i>	CL	<i>Pristella maxillaris</i>	PM
<i>Curimatopsis crypticus</i>	CC	<i>Pyrrhulina australis</i>	PA
<i>Curimatopsis</i> sp.	CS	<i>Pyrrhulina brevis</i>	PB
<i>Farlowella</i> sp.	FS	<i>Pyrrhulina filamentosa</i>	PF
<i>Hemigrammus levis</i>	HL	<i>Pyrrhulina</i> sp.	PS
<i>Hoplias malabaricus</i>	HM	<i>Rivulus</i> sp.	RS
<i>Hyphessobrycon heterorhabdus</i>	HH	<i>Satanoperca jurupari</i>	SJ
<i>Hyphessobrycon minimus</i>	HM	<i>Synbranchus marmoratus</i>	SM
<i>Hyphessobrycon</i> sp.	HS		



**Figura 18** - Ocorrência das espécies em todas as oito estações de amostragem nos igarapés Cumaru, São João e Pachibá.

#### 4.4 ABUNDÂNCIA DAS ESPÉCIES

Considerando todas as estações de amostragem, a espécie *Bryconops caudomaculatus* foi a mais abundante em três estações, seguido pela espécie *Pyrrhulina australis*, sendo a mais abundante em duas estações. As espécies *Hyphessobrycon heterorhabdus*, *Iguanodectes spirulus* e *Hemigrammus levis* foram as mais abundantes em um ponto de coleta, cada. Com relação a cada estação de amostragem, *Hyphessobrycon heterorhabdus* foi a espécie mais abundante em número de indivíduos no igarapé Cumaru (IGCU-B), com 250, seguido por *Bryconops caudomaculatus*, no igarapé Cumaru (IGCU), com 178 indivíduos. As Figuras 19-27 mostram a ordenação dos indivíduos para todas as amostragens e para cada estação de amostragem.

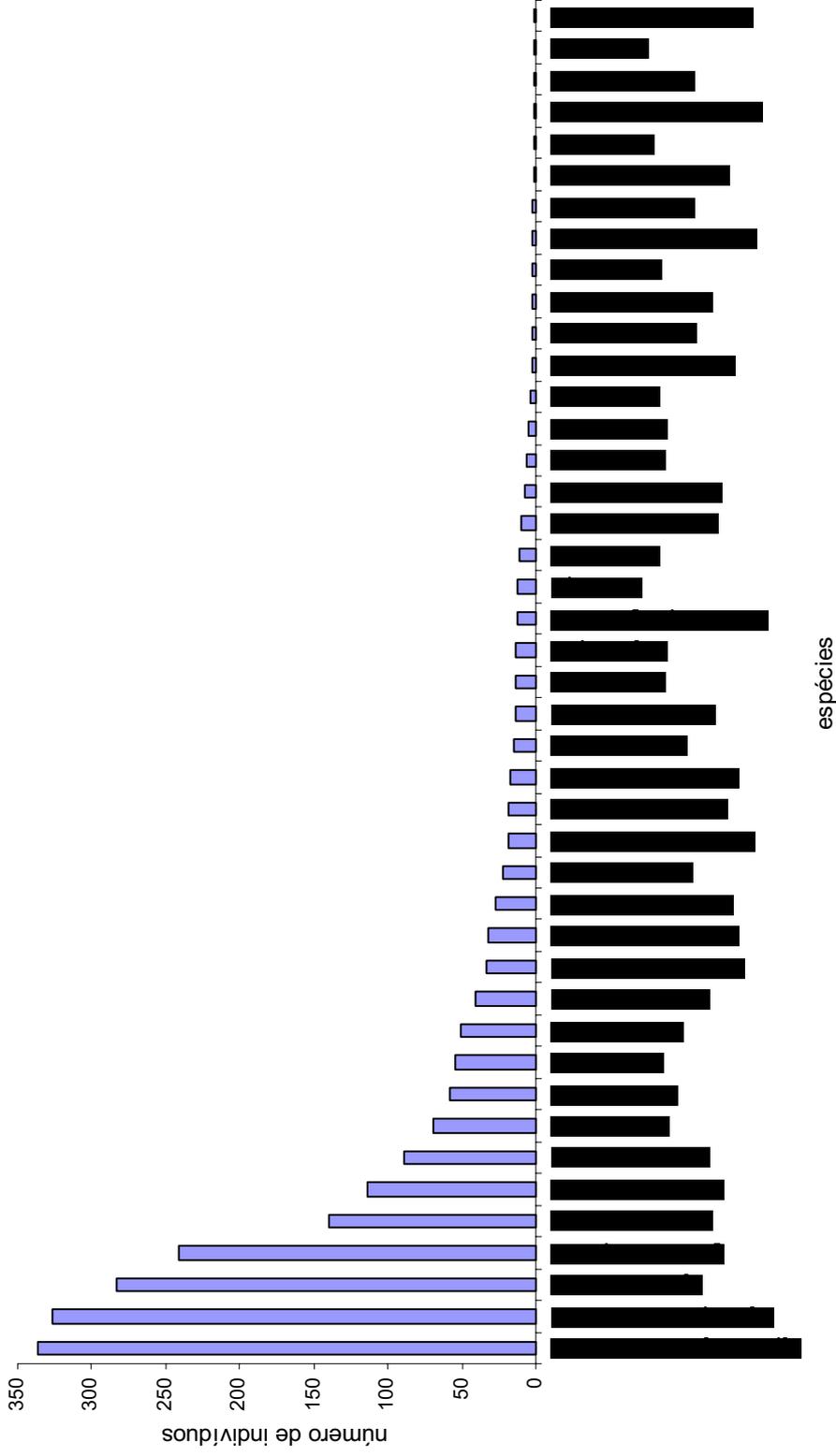
No presente estudo verificou-se que *Hyphessobrycon heterorhabdus*, *Bryconops caudomaculatus*, *Pyrrhulina australis* e *Iguanodectes spirulus* corresponderam com 56% do total de indivíduos capturados. Seis espécies foram registradas com apenas um indivíduo: *Crenicara punctulatum*, *Metynnis* sp., *Moenkhausia chrysargyrea*, *Nannostomus* sp., *Poptella* sp. e *Synbranchus marmoratus* (Tabela 13).

Se levarmos em consideração a biomassa total, as espécies *Bryconops caudomaculatus*, *Acaronia nassa* e *Astyanax bimaculatus* contribuíram com 61% das capturas e que a espécie *Bryconops caudomaculatus* contribuiu com quase o dobro da biomassa total de *Acaronia nassa* e *Astyanax bimaculatus* (Tabela 13).

Para o comprimento padrão, o maior indivíduo foi um exemplar de *Potamorhaphis guianensis* com 20,1 cm e o menor foi um exemplar de *Astyanax* sp. e *Rivulus* sp., ambos com 1,4 cm (Tabela 13). Em termos de comprimento total, o maior indivíduo capturado foi um exemplar de *Potamorhaphis guianensis* com 21,5 cm e o menor foi um exemplar de *Aequidens* sp. e de *Rivulus* sp., ambos com 1,7 cm (Tabela 13).

**Tabela 13** - Código das espécies capturadas, número de indivíduos (N), contribuição [N(%)], massa total ( $W_t$ ), contribuição [W(%)], amplitude da massa [W(g)], comprimento total (TL) e comprimento padrão (SL).

Código	N	N(%)	$W_t$	W(%)	W(g)	TL (cm)	SL (cm)
HH	337	15,92	77,39	2,13	0,03 – 0,76	2,1 – 4,0	1,6 – 3,0
BC	326	15,40	1011,85	27,86	0,06 – 31,04	2,5 – 14,2	1,9 – 11,3
PA	283	13,37	271,79	7,48	0,03 – 3,41	2,0 – 7,3	1,7 – 5,5
IS	241	11,38	230,83	6,36	0,08 – 2,49	2,4 – 8,0	1,8 – 6,3
HS	140	6,61	53,48	1,47	0,05 – 1,62	2,2 – 5,6	1,7 – 4,2
AB	114	5,38	549,09	15,12	0,50 – 21,51	3,9 – 10,8	2,6 – 8,3
HL	89	4,20	43,70	1,20	0,10 – 1,41	2,3 – 5,2	1,8 – 3,9
BS	69	3,26	49,51	1,36	0,05 – 6,01	2,6 – 8,1	2,0 – 6,5
AN	58	2,74	657,24	18,10	0,09 – 127,31	2,0 – 18,1	1,5 – 13,1
AS1	55	2,60	21,29	0,59	0,17 – 1,50	2,8 – 5,0	2,1 – 3,8
PB	51	2,41	79,33	2,18	0,15 – 3,42	3,2 – 8,0	2,3 – 6,0
MA	41	1,94	18,65	0,51	0,07 – 1,14	2,8 – 6,4	2,2 – 5,2
NB	33	1,56	7,39	0,20	0,10 – 0,36	2,7 – 3,8	2,1 – 3,0
AE	32	1,51	28,24	0,78	0,26 – 2,32	2,7 – 5,3	1,8 – 3,7
CC	27	1,28	27,40	0,75	0,38 – 1,89	3,4 – 5,3	2,6 – 3,8
AM	22	1,04	11,56	0,32	0,11 – 0,83	2,4 – 4,2	1,8 – 3,4
HM	19	0,90	9,12	0,25	0,06 – 0,91	2,1 – 4,3	1,7 – 3,2
PF	19	0,90	48,59	1,34	0,82 – 4,23	4,4 – 8,7	3,7 – 6,3
NH	17	0,80	2,86	0,08	0,10 – 0,20	2,6 – 3,2	2,0 – 2,5
CS	15	0,71	13,98	0,38	0,29 – 1,96	3,0 – 5,2	2,2 – 3,8
SJ	14	0,66	128,58	3,54	0,32 – 62,77	3,0 – 15,7	2,1 – 12,2
AES	13	0,61	76,99	2,12	0,07 – 23,68	1,7 – 10,9	1,5 – 7,8
AS3	13	0,61	2,98	0,08	0,04 – 0,85	1,8 – 4,1	1,4 – 2,9
PG	12	0,57	60,00	1,65	0,66 – 9,61	12,5 – 21,5	11,6 – 20,1
RS	12	0,57	0,90	0,02	0,02 – 0,18	1,7 – 2,7	1,4 – 2,0
PS	11	0,52	19,79	0,54	0,65 – 2,63	4,3 – 6,7	3,3 – 5,1
NE	10	0,47	2,84	0,08	0,21 – 0,34	3,3 – 3,7	2,6 – 3,0
MC	08	0,38	5,85	0,16	0,30 – 1,44	3,6 – 5,4	2,7 – 4,1
COS	06	0,28	9,14	0,25	0,33 – 4,06	2,9 – 7,2	2,0 – 4,7
AS2	05	0,24	3,87	0,11	0,49 – 1,01	3,4 – 4,5	2,6 – 3,4
LS	04	0,19	2,18	0,06	0,21 – 0,93	3,4 – 5,8	2,5 – 4,1
BA	03	0,14	3,72	0,10	0,79 – 1,59	4,4 – 5,5	3,5 – 4,2
CL	03	0,14	13,51	0,37	1,3 – 7,53	5,3 – 9,6	4,2 – 7,6
HOM	03	0,14	36,16	1,00	4,61 – 20,42	7,3 – 11,5	6,0 – 9,2
FS	02	0,09	4,02	0,11	1,82 – 2,20	14,1 – 15,4	11,5 – 11,8
PH	02	0,09	1,25	0,03	0,47 – 0,78	6,9 – 7,8	6,7 – 7,5
PM	02	0,09	0,52	0,01	0,23 – 0,29	2,6 – 3,3	2,2 – 2,8
CP	01	0,05	0,43	0,01	0,43	3,1	2,2
MS	01	0,05	8,89	0,24	8,89	7,6	5,5
MCH	01	0,05	29,19	0,80	29,19	12,1	9,3
NS	01	0,05	0,23	0,01	0,23	3,1	2,5
POS	01	0,05	5,28	0,15	5,28	7,2	5,3
SM	01	0,05	2,47	0,07	2,47	16,1	-
Total	2117	100	3632,08	100	0,02 – 127,31	1,7 – 21,5	1,4 – 20,1



**Figura 19** - Ordenação de espécies por abundância de indivíduos nas oito estações de amostragem dos igarapés Cumaru, São João e Pachibá.

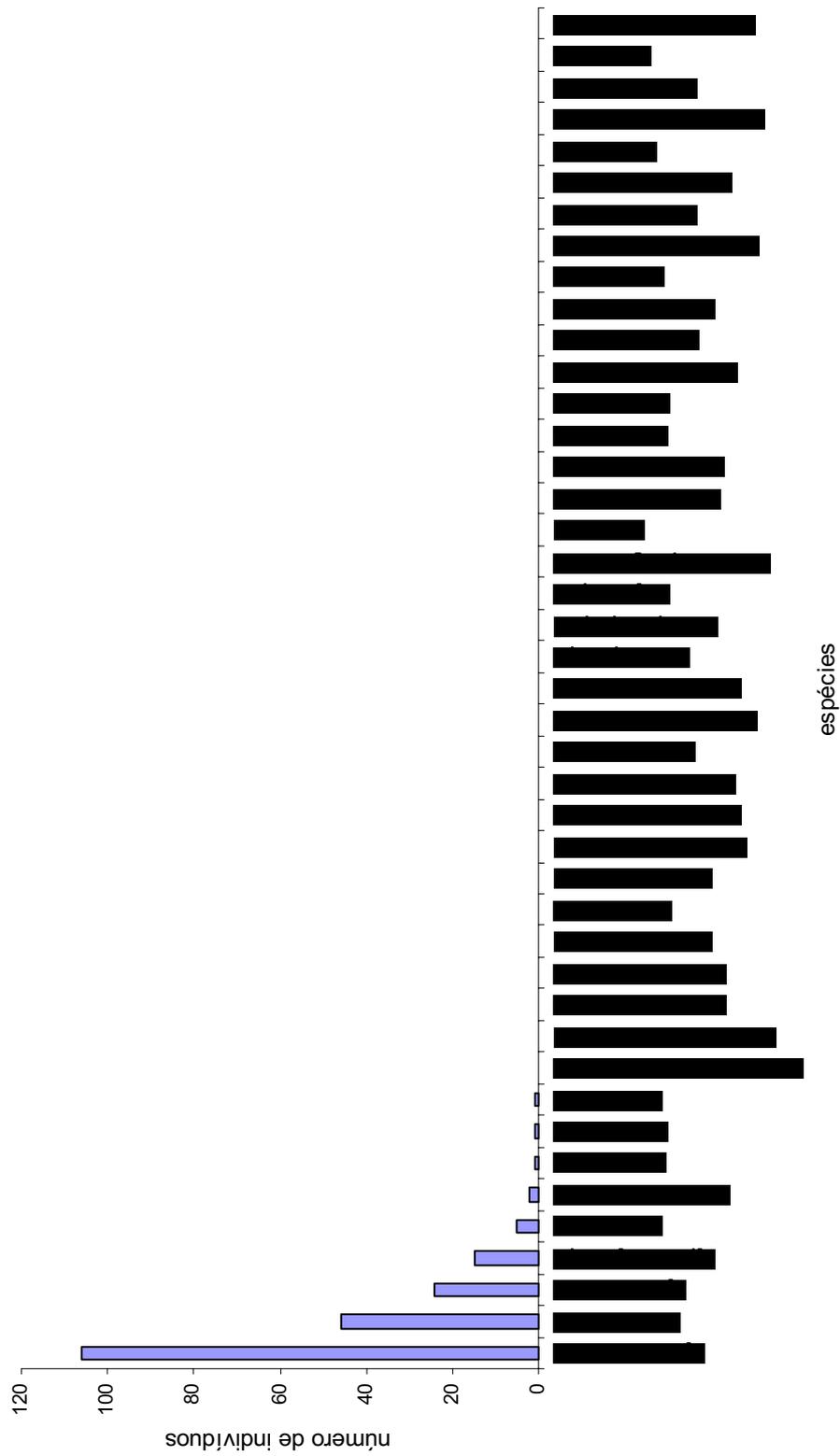


Figura 20 - Ordenação de espécies por abundância de indivíduos no Igarapé Cumaru, estação de amostragem IGCU-A.

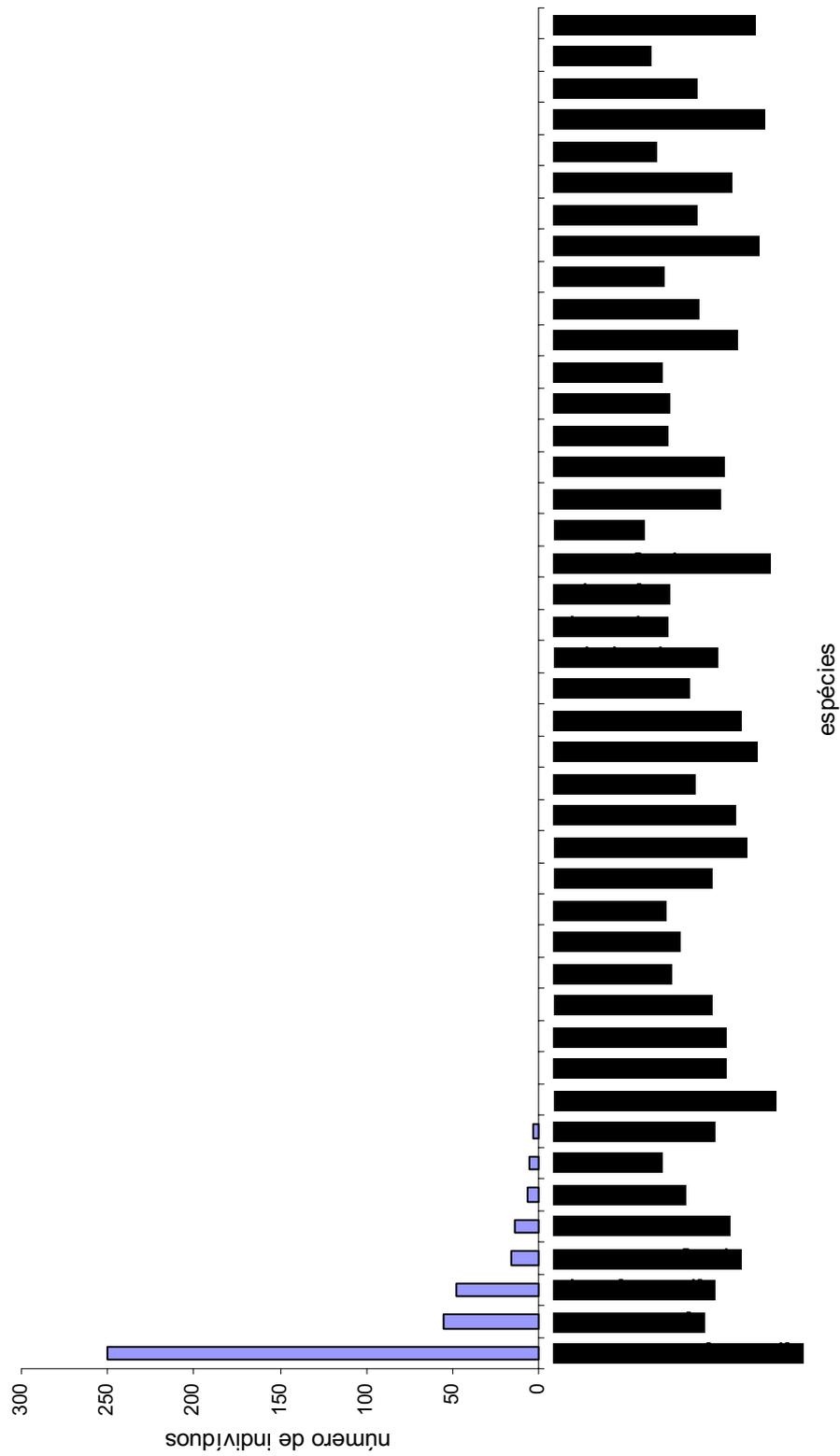
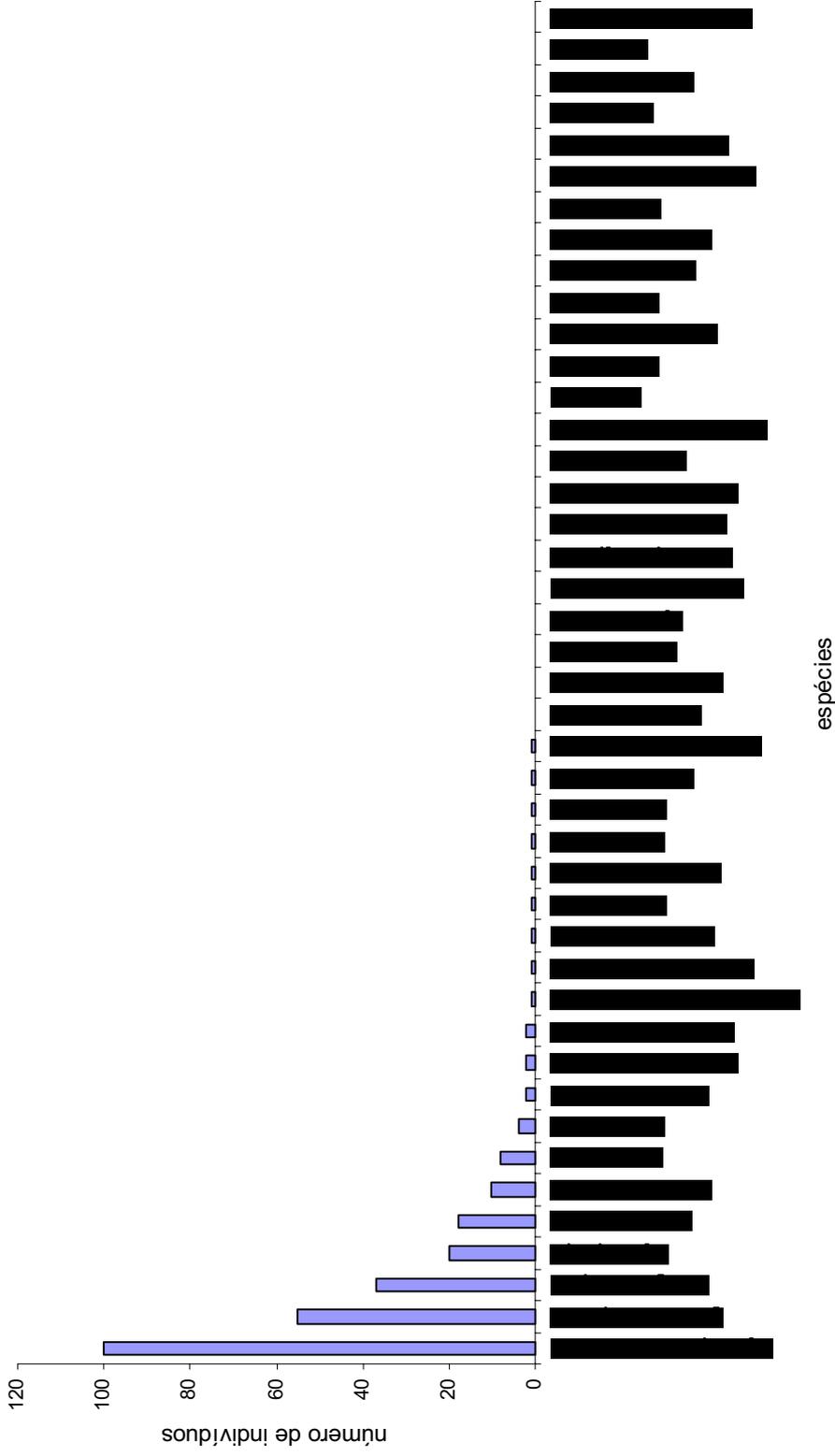


Figura 21 - Ordenação de espécies por abundância de indivíduos no Igarapé Cumaru, estação de amostragem IGCU-B.



**Figura 22** - Ordenação de espécies por abundância de indivíduos no Igarapé Cumaru, estação de amostragem IGCU-C.

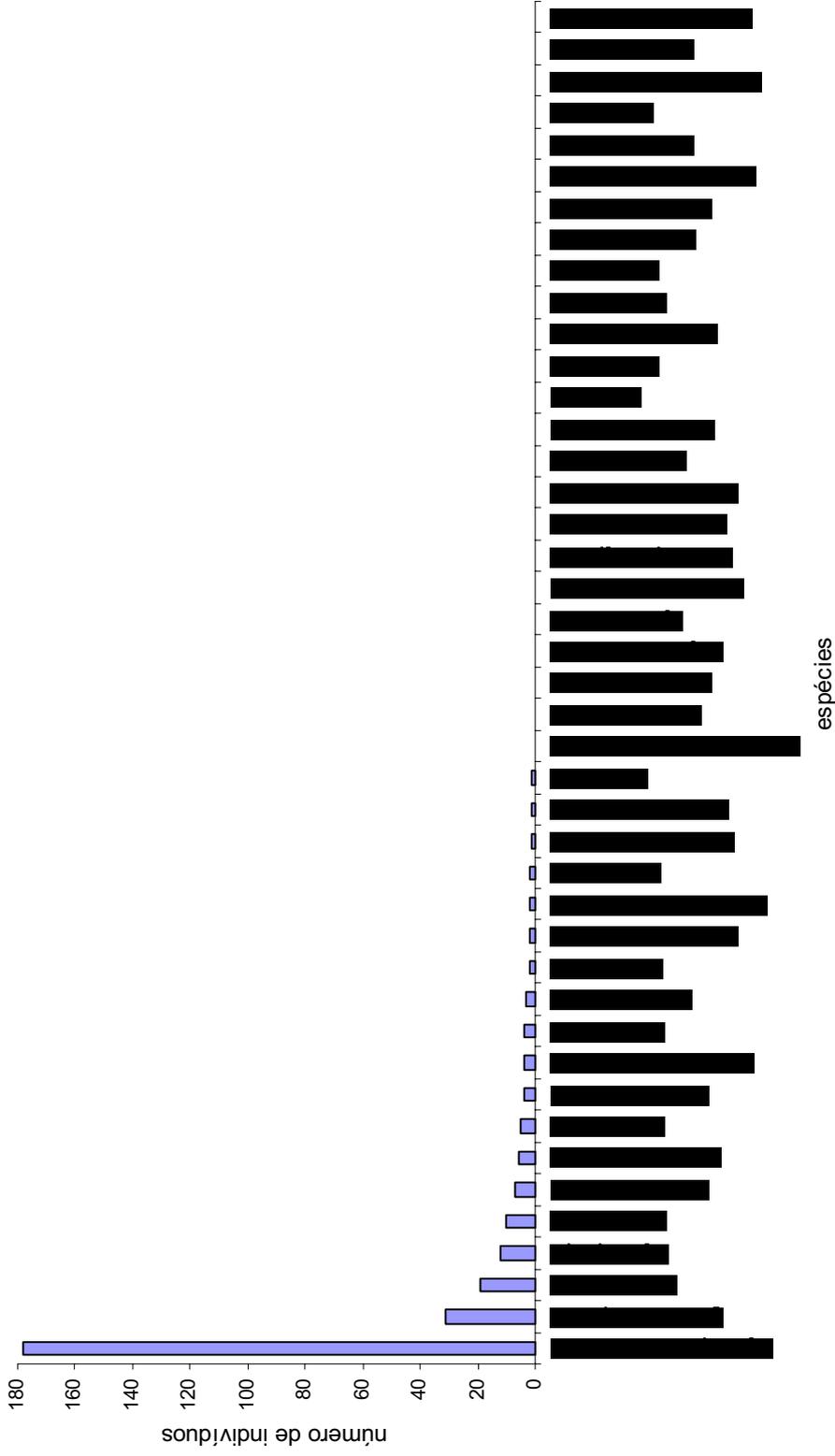
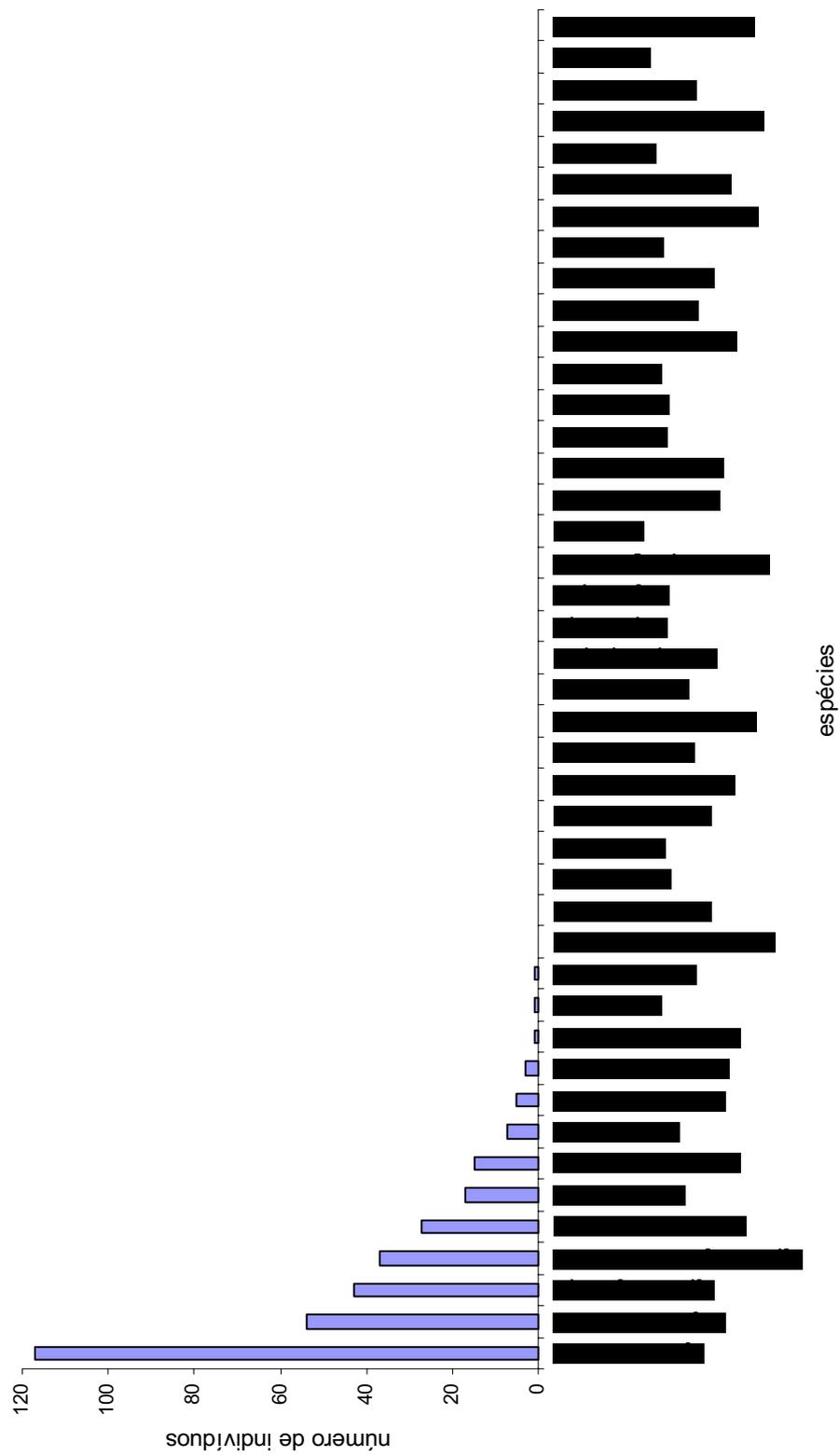
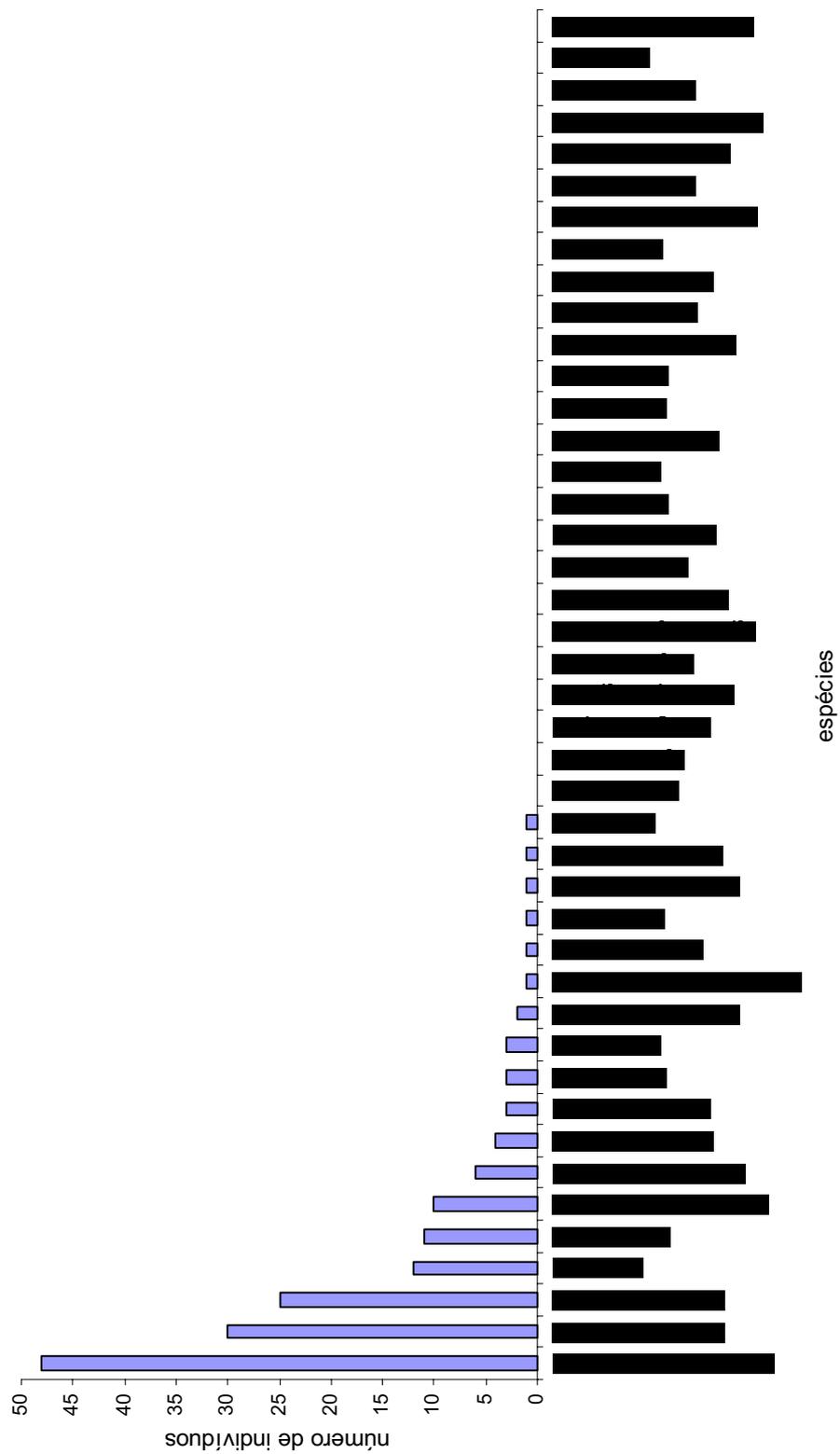


Figura 23 - Ordenação de espécies por abundância de indivíduos no Igarapé Cumaru, estação de amostragem IGCU-D.



**Figura 24** - Ordenação de espécies por abundância de indivíduos no Igarapé São João, estação de amostragem IGSJ-A.



**Figura 25** - Ordenação de espécies por abundância de indivíduos no Igarapé São João, estação de amostragem IGSJ-B.

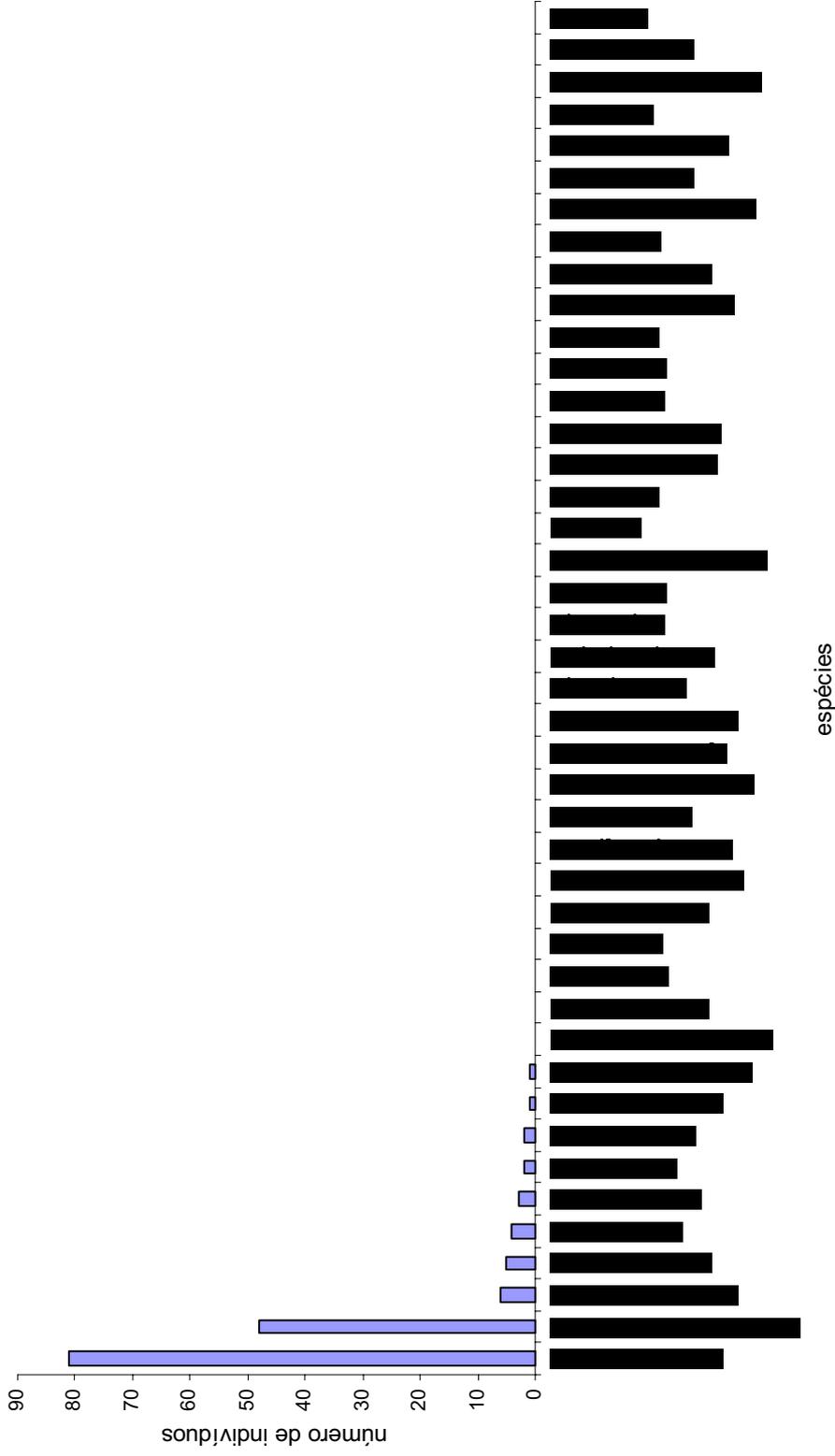
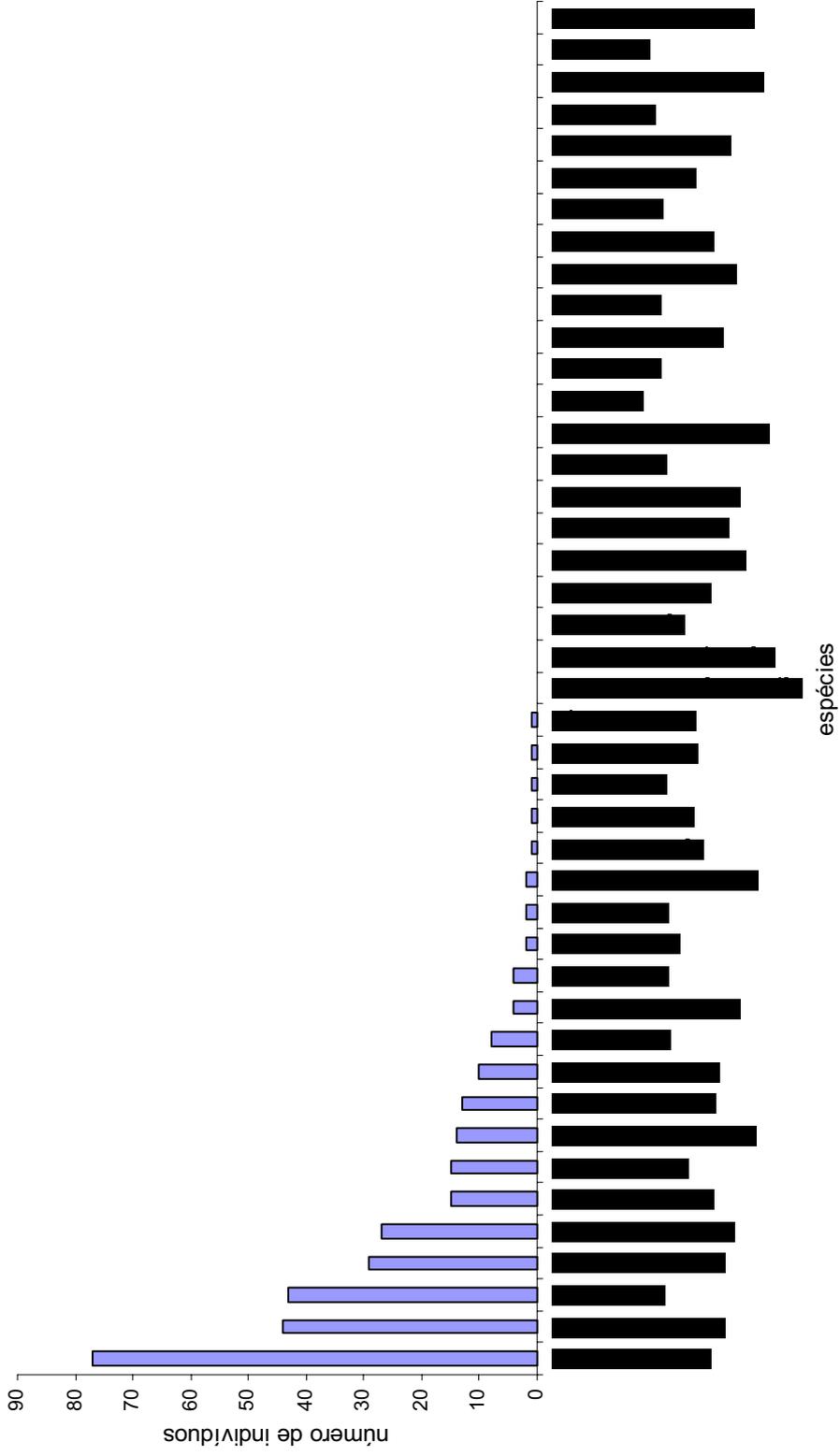


Figura 26 - Ordenação de espécies por abundância de indivíduos no Igarapé Pachibá, estação de amostragem IGPA-A.



**Figura 27** - Ordenação de espécies por abundância de indivíduos no Igarapé Pachibá, estação de amostragem IGPA-B.

## 4.5 MEDIDAS DE DIVERSIDADE

A Tabela 14 apresenta um resumo descritivo de diversas métricas das comunidades de peixes estudadas, somando-se as oito amostras tomadas em cada estação de amostragem. Os valores acumulados de número de espécies e indivíduos são apresentados e também os índices de diversidade para os nove meses de coleta. Dentre os pontos amostrados verificou-se que o IGCU-B apresentou uma comunidade de peixes com maior dominância ( $D=0,43$ ) e, conseqüentemente o menor valor de diversidade ( $H'=1,22$ ), enquanto o IGPA-B apresentou o maior valor de diversidade ( $H'=2,39$ ) e equitabilidade ( $Eq=0,78$ ) e o menor valor de dominância ( $D=0,12$ ).

**Tabela 14** - Número de espécies acumuladas ( $S_{ac}$ ), número de indivíduos acumulados ( $N_{ac}$ ), Dominância de Simpson ( $D$ ), Recíproca de Simpson ( $1-D$ ), Diversidade de Shannon ( $H'$ ), Diversidade Máxima ( $H'_{max}$ ) e Equitabilidade de Shannon ( $Eq$ ) para os nove meses de coleta.

Estações	$S_{ac}$	$N_{ac}$	$D$	$1 - D$	$H'$	$H'_{max}$	$Eq$
IGCU-A	9	201	0.35	0.65	1.34	2.20	0.61
IGCU-B	8	397	0.43	0.57	1.22	2.08	0.59
IGCU-C	20	267	0.21	0.79	1.93	3.00	0.65
IGCU-D	19	294	0.39	0.61	1.62	2.94	0.55
IGSJ-A	13	328	0.20	0.80	1.92	2.56	0.75
IGSJ-B	18	163	0.16	0.84	2.18	2.89	0.75
IGPA-A	10	153	0.38	0.62	1.29	2.30	0.56
IGPA-B	21	314	0.12	0.88	2.39	3.04	0.78
TOTAL	43	2117	0.09	0.91	2.77	3.76	0.74

A Tabela 15 mostra as correlações de Pearson entre as métricas. A partir dos cálculos das métricas de diversidade, verificou-se que o número de espécies está fortemente correlacionado com o número de indivíduos e com o  $H'$ .

**Tabela 15** - Matriz da correlação de Pearson entre as métricas das comunidades de peixes. Os pares de valores fortemente correlacionados foram grafados em negrito.

	$S_{ac}$	$N_{ac}$	$D$	$1-D$	$H'$	$H'_{max}$	$Eq$
$S_{ac}$	1,00						
$N_{ac}$	<b>0,88</b>	1,00					
$D$	-0,71	-0,48	1,00				
$1-D$	0,71	0,48	-1,00	1,00			
$H'$	<b>0,87</b>	0,64	<b>-0,95</b>	<b>0,95</b>	1,00		
$H'_{max}$	0,96	0,71	-0,78	0,78	0,91	1,00	
$Eq$	0,47	0,30	-0,92	0,92	0,83	0,53	1,00

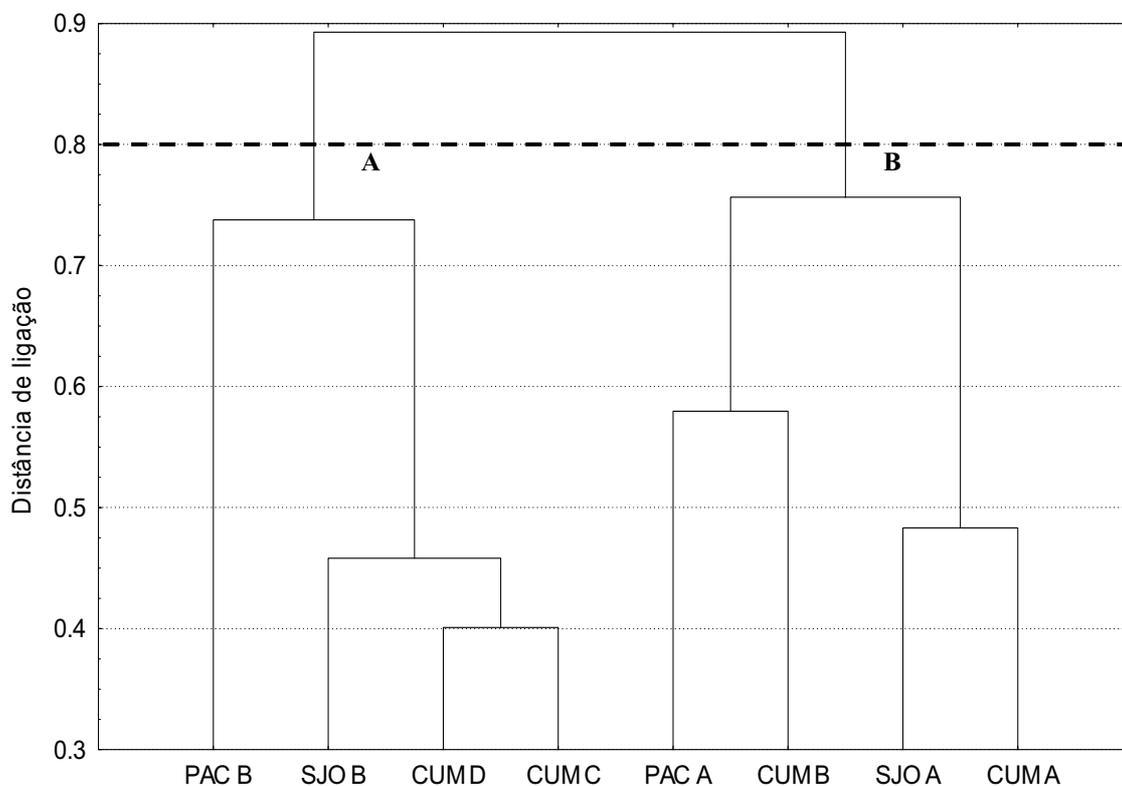
A matriz de correlação mostrou que, das variáveis métricas analisadas, o número de espécies acumuladas ( $S_{ac}$ ), o número de indivíduos acumulados ( $N_{ac}$ ) e o Índice de Dominância de Simpson ( $D$ ) são fortemente correlacionadas. A partir dessa correlação

essas variáveis foram utilizadas na análise de regressão linear, a ser discutido na seção 4.7.2.

#### 4.6 SIMILARIDADE ENTRE AS COMUNIDADES

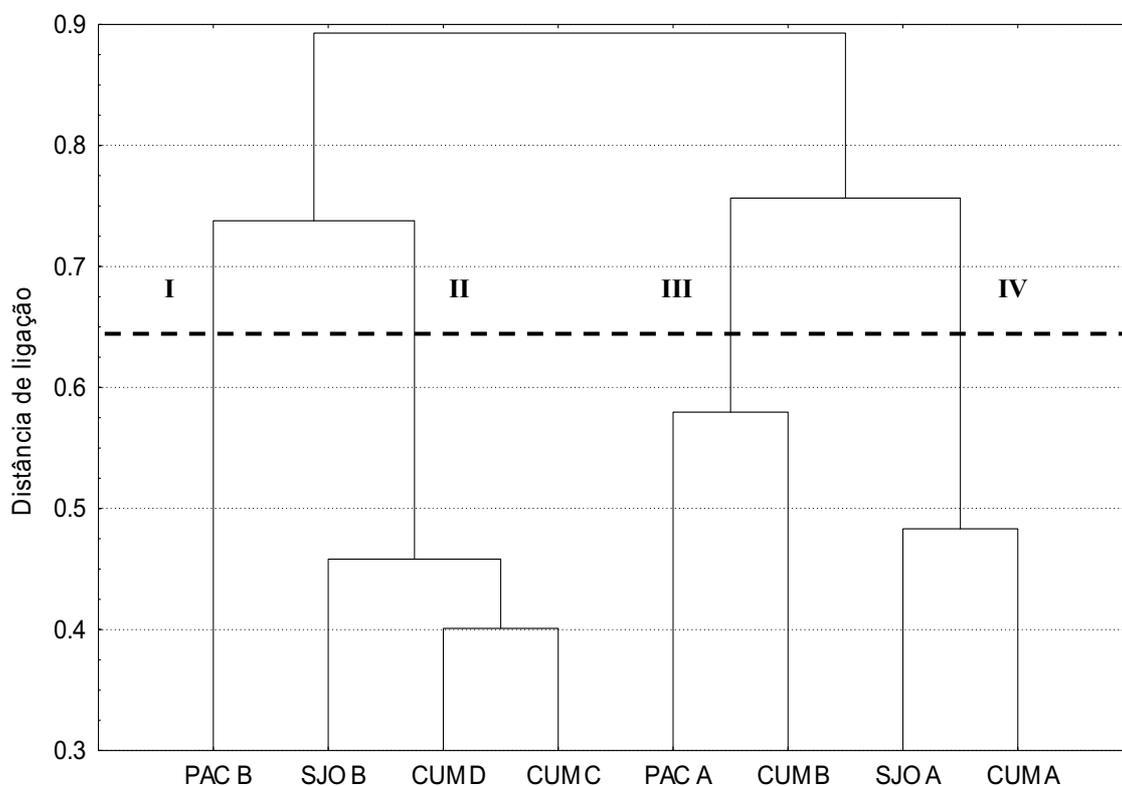
A análise de agrupamento sobre a similaridade percentual de espécies entre as estações de amostragem resultou nos gráficos dispostos nas Figuras 28 e 29. Para a análise dos grupos considerados, foram considerados dois níveis: 0,80 e 0,65 da maior dissimilaridade relativa entre os terminais.

A análise de agrupamento apresentou dois grupos no nível de 0,8 de dissimilaridade, denominados A e B (Figura 28). Este nível de corte corresponde exatamente aos grupos das amostras tomadas nas estações dos trechos médios (grupo A) e nascentes (grupo B). Estes grupos diferenciaram-se por um conjunto de espécies exclusivas, sendo *Hemigrammus levis* e *Bryconops* sp. as espécies exclusivas do grupo A e *Pyrrhulina brevis*, *Pyrrhulina filamentosa* e *Pyrrhulina* sp. as espécies exclusivas do grupo B. Em relação à dominância por espécies, *Bryconops caudomaculatus* foi a mais representativa no grupo A, enquanto *Pyrrhulina australis* obteve maior representatividade no grupo B.



**Figura 28** - Resultado da análise de agrupamento entre os pontos de amostragem. Corte ao nível de 0,8 de dissimilaridade.

Para o nível de 0,65 de dissimilaridade ocorreu a formação de quatro grupos (Figura 29). O grupo I caracterizou-se pelo número de espécies dominantes, como *Hemigrammus levis* e *Astyanax* sp. e por espécies exclusivas, como *Curimatopsis crypticus* e *Curimatopsis* sp. e *Nannostomus eques*. O grupo II destacou-se por espécies dominantes, como *Bryconops caudomaculatus* e por espécies exclusivas, como *Moenkhausia collettii* e *Mastiglanis asopos*. Os grupos III e IV foram bem caracterizados por suas espécies dominantes, sendo *Hyphessobrycon heterorhabdus* e *Iguanodectes spirulus* no grupo III e *Pyrrhulina australis* e *Acaronia nassa* no grupo IV.



**Figura 29** - Resultado da análise de agrupamento entre os pontos de amostragem. Corte ao nível de 0,65 de dissimilaridade.

#### 4.6.1 Diversidade Beta

O índice de diversidade  $\beta$  de Whittaker apresentou-se ligeiramente superior nos trechos médios, com valor de 0,95, enquanto nas nascentes o índice apresentou valor de 0,90, mostrando pouca variação na distribuição da diversidade entre os ambientes considerados.

## 4.7 COMUNIDADES DE PEIXES E VARIÁVEIS AMBIENTAIS

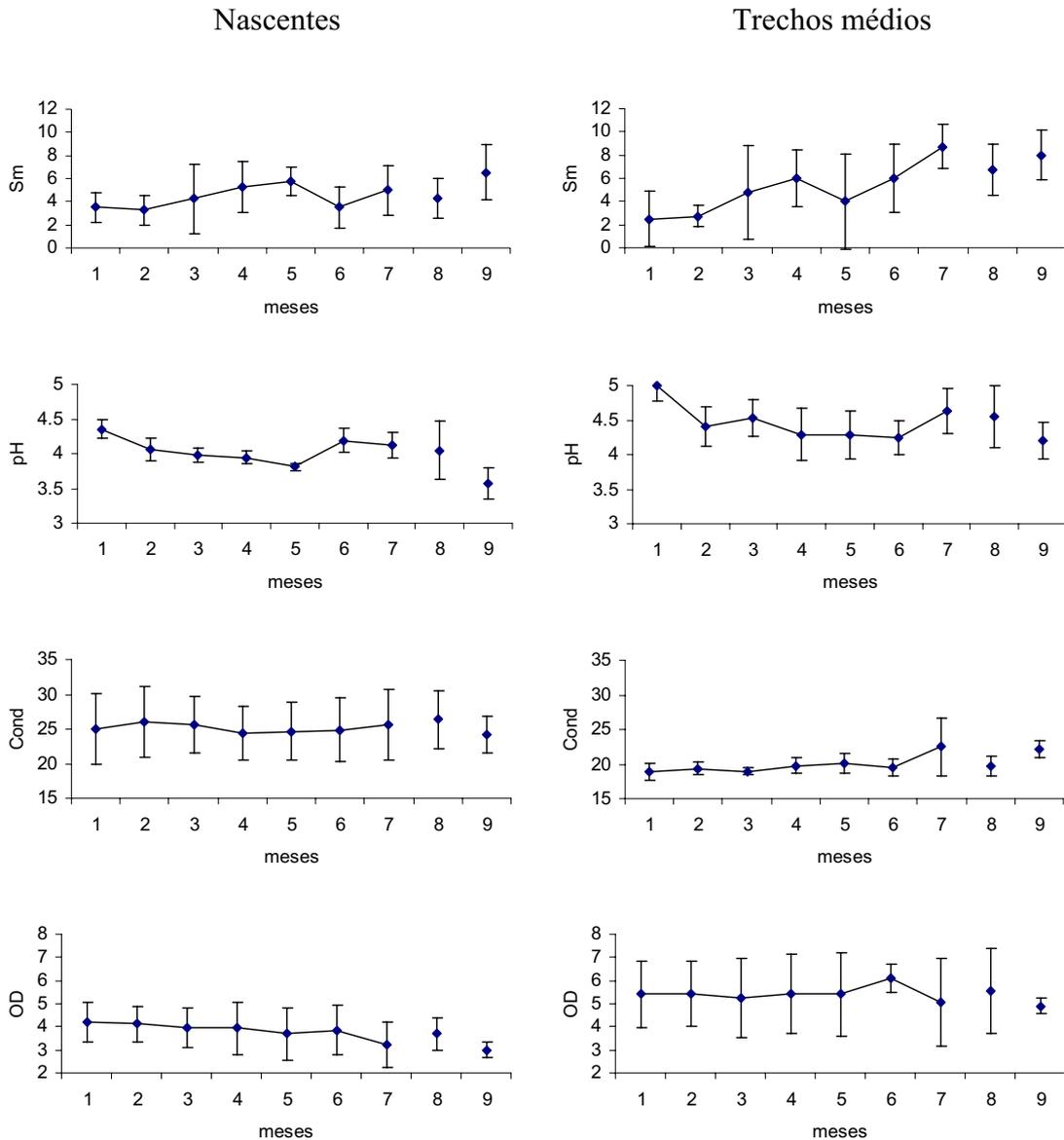
### 4.7.1 Análise de variância

Uma vez que as variáveis descritivas não apresentaram comportamento de uma amostra retirada de uma população normal, procedeu-se a uma análise de variância não-paramétrica de Kruskal-Wallis. Verificou-se uma diferença significativa entre as amostras agrupadas pelos ambientes nascente e trecho médio, como variável categórica, com o número de espécies acumuladas ( $S_{ac}$ ), diversidade de Shannon ( $H'$ ), diversidade máxima de Shannon ( $H'_{max}$ ), pH e profundidade (Tabela 16).

**Tabela 16** - Análise de variância não paramétrica para o código considerando as variáveis-resposta ( $S_{ac}$ ,  $N_{ac}$ , D, 1-D,  $H'$ ,  $H'_{max}$  e Eq) e variáveis descritivas (pH, Temp, Cond, OD e Prof) para a média dos meses. Os valores de probabilidade associada considerados significativos ao nível de 5% foram grafados em negrito.

<b>Variáveis-resposta</b>	<b>p</b>
<b><math>S_{ac}</math></b>	<b>0,0209</b>
$N_{ac}$	0,7728
D	0,2482
1-D	0,2482
<b><math>H'</math></b>	<b>0,0433</b>
<b><math>H'_{max}</math></b>	<b>0,0209</b>
Eq	0,3865
<b>Variáveis descritivas</b>	<b>p</b>
<b>pH</b>	<b>0,0209</b>
Temperatura	0,2482
Condutividade	0,0833
OD	0,0833
<b>Profundidade</b>	<b>0,0209</b>

A Figura 30 mostra as médias e os desvios-padrão das variáveis entre as nascentes e os trechos médios.



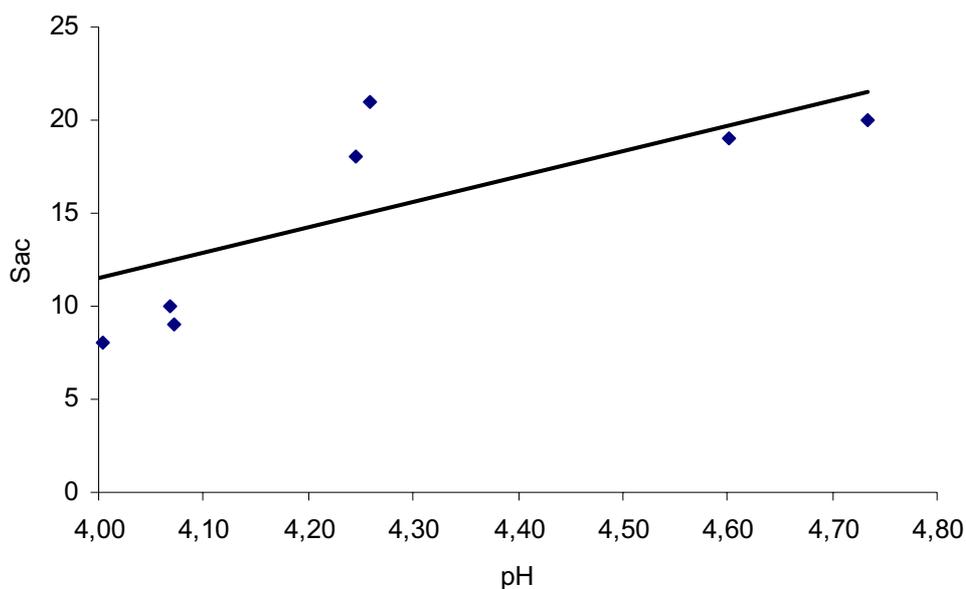
**Figura 30** - Média e desvio-padrão da riqueza de espécies mensal, pH, Cond. e OD para os ambientes a cada mês (1-maio, 2-junho, 3-julho, 4-agosto, 5-setembro, 6-outubro, 7-novembro, 8-janeiro e 9-março).

#### 4.7.2 Análise de regressão linear

A análise de regressão mostrou que, das variáveis-resposta selecionadas na correlação de Pearson, houve diferença significativa apenas entre o número de espécies acumuladas e o pH (Tabela 17) mostrando que o valor de  $r^2$  explica 56,9% do aumento do número de espécies com a variação do pH. Não houve diferença significativa entre o número de espécies acumuladas com o uso da terra. A Figura 31 mostra a variação do pH com o número de espécies acumuladas nas oito estações de amostragem.

**Tabela 17** - Valores da regressão linear entre o número de espécies acumuladas ( $S_{ac}$ ) e as variáveis descritivas e do uso da terra. Os valores de probabilidade considerados significativos ao nível de 5% foram grafados em negrito.

<b>Descritivas</b>	<b><math>r^2</math></b>	<b>p</b>
<b><math>S_{ac}</math> X pH</b>	<b>0,569</b>	<b>0,0299</b>
$S_{ac}$ X Temperatura	0,120	0,5967
$S_{ac}$ X Condutividade	0,363	0,1122
$S_{ac}$ X OD	0,377	0,1033
$S_{ac}$ X Profundidade	0,348	0,1217
<b>Uso da terra</b>	<b><math>r^2</math></b>	<b>p</b>
$S_{ac}$ X Agricultura	0,289	0,1677
$S_{ac}$ X Pasto	0,328	0,1359
$S_{ac}$ X Capoeira	0,217	0,2444
$S_{ac}$ X Floresta	0,313	0,1480
$S_{ac}$ X Agricultura (%)	0,369	0,1083
$S_{ac}$ X Pasto (%)	0,149	0,3465
$S_{ac}$ X Capoeira (%)	0,268	0,1866
$S_{ac}$ X Floresta (%)	0,351	0,1195



**Figura 31** - Relação entre o pH e número de espécies acumuladas ( $S_{ac}$ ).

Não foi observada uma relação linear entre o número de indivíduos acumulados e índice de dominância de Simpson com as variáveis do uso da terra (Tabelas 18 e 19).

**Tabela 18** - Valores da regressão linear entre o número de indivíduos acumulados ( $N_{ac}$ ) e as variáveis descritivas e do uso da terra.

<b>Descritivas</b>	<b><math>r^2</math></b>	<b>p</b>
$N_{ac}$ X pH	0,004	0,8686
$N_{ac}$ X Temperatura	0,005	0,8546
$N_{ac}$ X Condutividade	0,203	0,2619
$N_{ac}$ X OD	0,026	0,7045
$N_{ac}$ X Profundidade	0,016	0,7640
<b>Uso da terra</b>	<b><math>r^2</math></b>	<b>p</b>
$N_{ac}$ X Agricultura	0,002	0,9107
$N_{ac}$ X Pasto	0,018	0,7466
$N_{ac}$ X Capoeira	0,000	0,9478
$N_{ac}$ X Floresta	0,001	0,9331
$N_{ac}$ X Agricultura (%)	0,007	0,8378
$N_{ac}$ X Pasto (%)	0,087	0,5184
$N_{ac}$ X Capoeira (%)	0,071	0,5260
$N_{ac}$ X Floresta (%)	0,088	0,5212

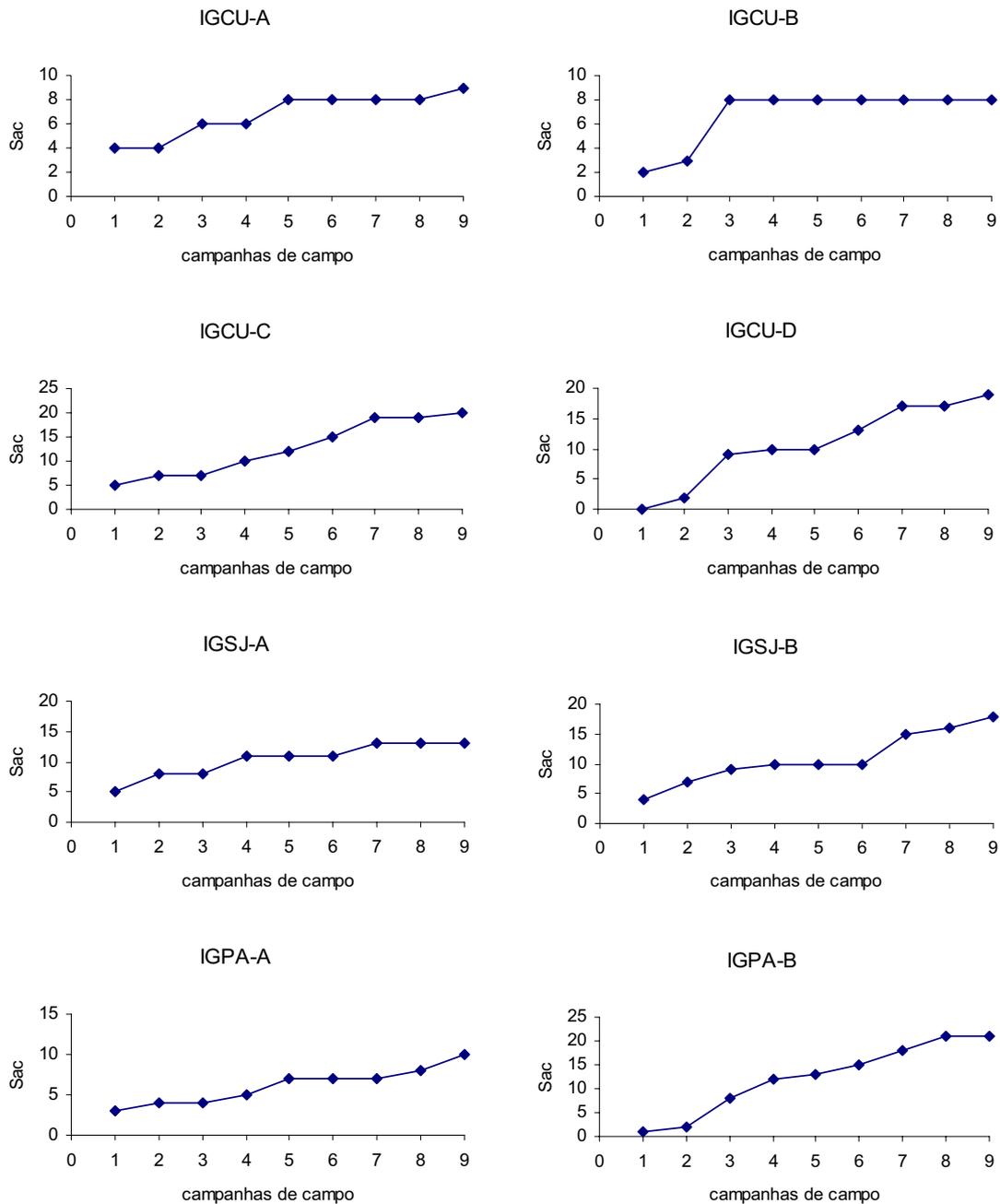
**Tabela 19** - Valores da regressão linear entre o Índice de Dominância de Simpson (D) e as variáveis descritivas e do uso da terra.

<b>Descritivas</b>	<b><math>r^2</math></b>	<b>p</b>
D X pH	0,022	0,7223
D X Temperatura	0,057	0,5743
D X Condutividade	0,054	0,5834
D X OD	0,006	0,8518
D X Profundidade	0,019	0,7414
<b>Uso da terra</b>	<b><math>r^2</math></b>	<b>p</b>
D X Agricultura	0,029	0,6880
D X Pasto	0,011	0,7996
D X Capoeira	0,235	0,2221
D X Floresta	0,016	0,7610
D X Agricultura (%)	0,099	0,5483
D X Pasto (%)	0,077	0,5106
D X Capoeira (%)	0,093	0,5327
D X Floresta (%)	0,031	0,6743

#### 4.8 CURVA DE ACUMULAÇÃO DE ESPÉCIES

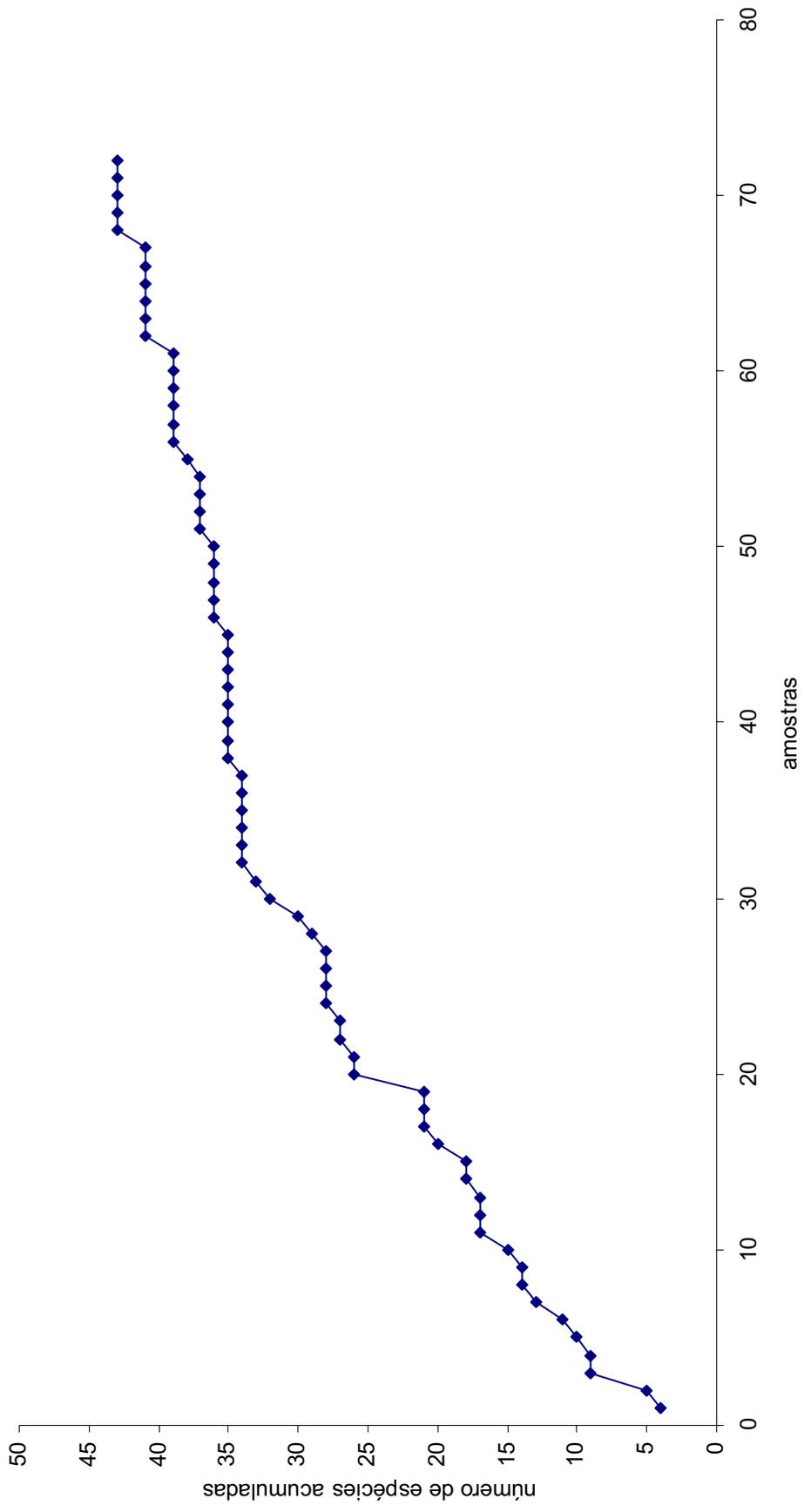
Observou-se que na terceira campanha de campo na estação de amostragem IGCU-B foi atingido o número máximo de espécies, não ocorrendo nenhuma espécie nova nas campanhas seguintes. Nos pontos IGSJ-B e IGPA-A verificou-se que nem todas as espécies foram capturadas já que a curva não mostra uma tendência a atingir uma estabilidade no número máximo de espécies. As outras estações de amostragem ficaram próximas de atingirem o número máximo de espécies, pois, verificou-se que a

curva tendeu a estabilizar. A Figura 32 mostra a curva de acumulação para cada uma das estações de amostragem.



**Figura 32** - Curvas de acumulação de espécies para as estações de amostragem dos igarapés estudados.

Na Figura 33, considerando todas as estações de amostragem, verificou-se que a curva de acumulação não tendeu a estabilizar, mostrando que o número total de espécies amostradas neste estudo não está próximo ao máximo, conforme sugerido por esta análise gráfica.



**Figura 33** - Curva de acumulação de espécies para todas as estações de amostragem nos igarapés Cumaru, São João e Pachibá.

## 5 DISCUSSÃO

### 5.1 COMPOSIÇÃO DA ICTIOFAUNA EM ESPÉCIES

As espécies de peixes que foram capturadas durante os períodos chuvoso, intermediário e seco nas microbacias dos igarapés Cumaru, São João e Pachibá não configuram-se totalmente ao padrão Neotropical (maior predomínio de peixes Characiformes, seguido de Siluriformes, Gymnotiformes e Perciformes) (LOWE-McCONNELL, 1999) No estudo verificou-se que a ordem Characiformes foi bem amostrada, seguida pela ordem Perciformes. Porém as ordens Siluriformes e Gymnotiformes foram pouco representadas. É possível que elas tenham sido subamostradas devido, provavelmente, à intensidade com que cada estação foi amostrada, à quantidade de apetrechos de pesca utilizados, seletividade de cada um deles e período do dia das amostragens. Por exemplo, o fato das coletas terem sido realizadas somente no período diurno contribui para que os Siluriformes fossem pouco representados.

No presente estudo o maior número de espécies encontradas foi de 21 e o menor foi de oito, após nove campanhas de campo em cada estação de amostragem. Claro-Júnior (2002) estudando a influência de parâmetros físicos em riqueza de espécies de peixes em igarapés de terra firme na Amazônia durante cinco dias, verificou, através de observação direta durante 15 minutos para cada estação de amostragem e sem utilizar artes de pesca para captura, a presença de 12 espécies de peixes, pertencentes a duas ordens (Characiformes e Perciformes) e quatro famílias (Characidae, Erythrinidae, Lebiasinidae e Cichlidae). A maior e a menor riqueza de espécies foram de zero e sete, respectivamente. Isto se deve provavelmente ao fato de que as espécies novas tendem a aparecer conforme a duração e intensidade de cada amostragem.

Durante todo o período do presente estudo, verificou-se que a ordem Characiformes foi predominante, sendo 30 espécies pertencentes a quatro famílias: Anostomidae, Characidae, Erythrinidae e Lebiasinidae. Barbosa, Freitas e Santos (2003) realizando um estudo em um igarapé de terra firme situado na Amazônia Central, verificaram a presença de 10 espécies, distribuídos em 10 gêneros, sete famílias e quatro ordens. Os mesmos constataram que Characiformes foi a ordem predominante, com quatro espécies pertencentes a duas famílias.

A ordem Characiformes foi a mais representativa também em número de indivíduos, sendo capturados 1.920 exemplares no presente estudo. Montag (2003)

analisando a estrutura de habitat e distribuição de peixes em igarapés de terra firme situados na Amazônia Central constatou que a ordem Characiformes foi a mais representativa em número de espécies e indivíduos.

No presente estudo ocorreu a predominância da ordem Characiformes com 90% das espécies coletadas. Castro et al. (2004) fizeram um estudo sobre a estrutura e a distribuição da ictiofauna em riachos localizados no estado de São Paulo. Os autores verificaram que 50% das espécies coletadas pertenciam à ordem Characiformes, mostrando que, apesar dos estudos terem ocorrido em regiões distintas, os mesmos possuem uma maior abundância de espécies dessa ordem.

Suarez e Petreire-Júnior (2005) em estudo realizado em riachos da bacia do rio Iguatemi, observaram que a ordem Characiformes contribuiu com 58,3% das espécies coletadas. Também ressaltaram que a família Characidae contribuiu com o maior número de espécies, sendo dez espécies, números próximos do observado no presente estudo, constatando que a distribuição de Characiformes segue o padrão Neotropical.

A riqueza de espécies é um parâmetro muito usado como medida de biodiversidade. Contudo, esse atributo, tipicamente usado para caracterizar a estrutura das comunidades de peixes, é muito conhecido por ser sensível ao esforço da amostra (ANJOS; ZUANON, 2007). No presente trabalho a menor riqueza encontrada foi de oito espécies em um trecho de primeira ordem e a maior foi de 21 em um trecho de terceira ordem, corroborando com o estudo realizado por Gerhard (2005) em riachos da bacia do rio Corumbataí, que mostrou um número de espécies característico de riachos de cabeceiras de primeira a terceira ordem, aproximadamente entre uma a 26 espécies.

Gama e Halboth (2003) estudando as ressacas das bacias do rio Curiaú e do igarapé da Fortaleza, localizados no estado do Amapá, evidenciaram a presença de 41 espécies, distribuídos em seis ordens e 15 famílias na bacia do rio Curiaú e 33 espécies, distribuídos em cinco ordens e 13 famílias no igarapé da Fortaleza. Das espécies registradas pelos autores, sete espécies foram encontradas nas microbacias do igarapé Cumaru, São João e Pachibá: *Synbranchus marmoratus*, *Bryconops* sp., *Rivulus* sp., *Hyphessobrycon* sp., *Hoplias malabaricus*, *Aequidens* sp., e *Nannostomus beckiford*.

As pesquisas têm demonstrado que os igarapés são colonizados principalmente por espécies de peixes de pequeno porte, destacando-se entre elas as piabas ou matupiris (*Astyanax* spp., *Moenkhausia* spp., *Bryconops* spp., *Hemigrammus* spp.), acarás (*Aequidens* spp., *Apistogramma* spp.) e jacundás (*Crenicichla* spp.) (SANTOS;

FERREIRA, 1999). Algumas das espécies desses gêneros foram encontradas nos igarapés estudados.

## 5.2 ABUNDÂNCIA RELATIVA

A abundância ou densidade relativa das espécies é um dos parâmetros mais importantes nos estudos de comunidades de peixes, uma vez que mede a quantidade de peixes existentes, ou, na melhor das hipóteses, faz uma estimativa. Contudo, é também um dos parâmetros mais difíceis de se determinar na região Neotropical, principalmente em virtude da grande diversidade de formas e hábitos apresentados pelos peixes, o que faz com que as amostragens sejam viciadas, isto é, apresentem distorções causadas pelos métodos ou aparelhos usados nas capturas (SANTOS; FERREIRA, 1999). No presente trabalho este fato pode ser observado, pois, na maior parte das amostragens, utilizou-se rede de arrasto e covos e, como estes apetrechos de pesca são bastante seletivos, geralmente selecionando as espécies de pequeno tamanho, outras espécies de peixes de tamanho médio não foram capturadas. A tarrafa também foi outro apetrecho de pesca seletivo, porém, neste caso foram capturadas indivíduos de médio porte.

As espécies pertencentes a família Characidae (*Bryconops caudomaculatus*, *Hyphessobrycon heterorhabdus* e *Iguanodectes spirulus*) foram abundantes em seis dos oito pontos de amostragem.

## 5.3 ÍNDICES DE DIVERSIDADE

O Índice de Dominância de Simpson (Tabela 7) e a ordenação das espécies por abundância indicaram que o ponto B do igarapé Cumarú apresentou maior dominância, devido a maior abundância de *Hyphessobrycon heterorhabdus* sobre as demais espécies. Também nesse ponto de amostragem forma-se um ambiente de poço relativamente assoreado, com pouca cobertura e abrigo, sendo comum encontrar poucas espécies nesse local. Santos e Ferreira (op.cit.) afirmam que a dominância relativamente alta de uma determinada espécie é devida à presença de cardumes ou de áreas muito modificadas pela atividade humana, como em igarapés e rios represados.

O Índice de Diversidade de Shannon revelou que o ponto IGPA-B do igarapé Pachibá possuiu maior diversidade do que os outros pontos de coleta. Isto se deve ao fato de que nesse ponto foi capturado o maior número de espécies acumuladas. Tal fato está associado à mudança no mesohabitat, pois, as três primeiras coletas nessa estação

foram feitas a jusante do lago, sendo capturadas poucas espécies e que as coletas seguintes foram realizadas no próprio lago, sendo capturado mais espécies. A maior diversidade calculada nos trechos médios dos igarapés Cumaru, São João e Pachibá condiz com estudo realizado por Casatti (2005) em três trechos (superior, médio e inferior) de um riacho de primeira ordem localizado no sudeste do Brasil. A autora verificou que o trecho inferior apresentou a maior diversidade de espécies para os períodos seco e chuvoso ( $H' = 0,75$ ) e equitabilidade igual a 0,68 para o período seco e 0,67 para o período chuvoso. A autora avaliou a variação mensal na riqueza e na diversidade.

Na microbacia do Igarapé Pachibá, a maior diversidade no trecho médio corrobora o Conceito de Rio como Contínuo (RCC de “River Continuum Concept”, de VANNOTE et al., 1980). Estes autores propuseram que a diversidade biológica em ambientes lóticos é máxima nos trechos médios destes sistemas. Barbosa, Freitas e Santos (2003), acharam maior índice de diversidade nas porções intermediárias do que nas nascentes. Os autores sugerem a existência de um gradiente longitudinal entre os ambientes, a qual pode estar relacionado com as barreiras físicas naturais, corredeiras e cachoeiras existentes ao longo do igarapé.

#### 5.4 CONSTÂNCIA DE ESPÉCIES

A constância de uma determinada espécie parece refletir a habilidade ecológica que uma determinada espécie tem de explorar os recursos ambientais disponíveis num determinado momento do biótopo (LEMES; GARUTTI, 2002). No presente estudo, a constância deve ser interpretada sob dois aspectos: temporal e espacial. No aspecto temporal, nas 72 amostragens efetuadas durante o trabalho, a espécie *Iguanodectes spirulus* foi a mais constante, ocorrendo em metade das coletas. No aspecto espacial, ou seja, se considerarmos somente os oito pontos de amostragem, as espécies *Apistogramma eunotus* e *Hyphessobrycon* sp. ocorreram em sete dos oito pontos. Desses pontos, *Hyphessobrycon* sp. apresentou constância máxima no IGCU-B, mostrando que a presença dessa espécie foi permanente nesse ponto de amostragem.

No presente trabalho verificou-se que um elevado número de espécies tem menores valores percentuais de constância (Tabela 5), corroborando o trabalho de Miranda e Mazzoni (2003) que, estudando a composição da ictiofauna de três riachos localizados no alto rio Tocantins, verificaram o mesmo padrão. Os autores

determinaram que as espécies residentes são aquelas que compõem as comunidades de peixes, podendo ser caracterizado duas ictiofaunas distintas de acordo com a constância de ocorrência: uma permanente e a outra visitante. Porém, não levaram em consideração que as espécies visitantes possam ser as raras, de detecção mais difícil.

No presente estudo, das oito estações de amostragem, seis são ambientes característicos de poços, onde foi observada menor constância das espécies. Langeani et al. (2005) verificaram uma maior predominância de espécies acidentais em um poço de um ribeirão localizado no Sudeste Brasileiro. Os mesmos supõem que o fator que domina a estrutura da assembléia de peixes seria a proximidade com o canal principal do rio Tietê, onde determinadas espécies exploram o ambiente para alimentação ou reprodução.

## 5.5 SIMILARIDADE ENTRE OS AMBIENTES

A aplicação dos índices de similaridade revela aspectos bastante interessantes do padrão de ocorrência espacial e temporal da ictiofauna (LEMES; GARUTTI, 2002). No presente estudo verificou-se que a distribuição das espécies nos igarapés seguiu um padrão longitudinal ao invés de um padrão geográfico (referente à bacia hidrográfica a que pertencem as microbacias), ou seja, a maioria das espécies que ocorreram nas nascentes não ocorreu nas porções intermediárias e vice-versa. Também, a maior parte das espécies que ocorreram em uma nascente ocorreu nas nascentes dos outros igarapés, assim como para as porções intermediárias, que tiveram a maior parte das espécies exclusivas nesse ambiente, conforme observado no gráfico da Figura 28 e nos cálculos de diversidade Beta. Suarez e Petrerre Júnior (2003) estudando associações de espécies de peixes em ambientes lóticos da bacia do rio Iguatemi, sugeriram que existe uma diferenciação no uso dos habitats pelas espécies de peixes que leva a uma formação de diferentes grupos de espécies co-ocorrentes e que esses grupos são representados por espécies característicos de riachos e por espécies característicos de trechos de rios.

No grupo A, a espécie *Bryconops caudomaculatus*, além de ter sido uma espécie dominante, também foi uma das espécies exclusivas desse local. Isto se deve ao fato de que esse animal tem uma preferência por águas com leve correnteza e com substrato rochoso (FROESE; PAULY, 2007). O gênero *Pyrrhulina*, em especial a espécie *Pyrrhulina brevis* se destacou no grupo B. Isto se deve provavelmente a estes indivíduos serem encontrados próximos às margens das nascentes, onde há uma redução

considerável da correnteza e acúmulo de folhiços no substrato. As estações amostradas tinham predomínio total de ambientes represados, tendendo ao lântico.

É importante afirmar que, além de espécies serem exclusivas e abundantes em cada um dos grupos, outras espécies apareceram em ambos os grupos. Um bom exemplo é a espécie *Iguanodectes spirulus*, que apareceu nos grupos A e B. Neste caso essa espécie não seria um bom indicador para afirmar uma preferência de ambiente, pois, observou-se um caso de ubiqüidade, na qual a espécie foi presente em ambos os ambientes, tanto nas nascentes quanto nos trechos médios, indicando que esta espécie permanece nestes ambientes.

## 5.6 VARIAÇÃO DOS PARÂMETROS AMBIENTAIS E NÚMERO DE ESPÉCIES

A Análise de Variância não paramétrica permitiu distinguir influências significativas ( $p < 0,05$ ) e marginais ( $0,05 < p < 0,08$ ) na riqueza acumulada ( $S_{ac}$ ) de espécies e nos valores médios de pH, oxigênio dissolvido e condutividade.

A riqueza de espécies acumuladas mostrou uma diferença significativa entre as nascentes e os trechos médios.

A riqueza média, calculada para cada ocasião de amostragem, foi superior nas porções intermediárias em seis dos nove meses estudados, com maior valor médio encontrado no mês de novembro.

No que se refere aos parâmetros ambientais, o pH da água nas porções intermediárias apresentou todos os valores médios mensais superiores às nascentes, com maior valor médio no mês de maio. Tal fato pode estar relacionado com uma maior concentração de compostos orgânicos dissolvidos nas águas de nascentes originados da matéria orgânica presentes nos solos da floresta que adentram ao corpo d'água seja por lixiviação ou escoamento superficial. A média de pH calculada para todos os meses de amostragem mostrou diferença significativa entre as nascentes e os trechos médios em todos os igarapés. A análise de regressão linear revelou uma significância entre o número de espécies acumuladas com o pH, pois, mostrou que o número de espécies aumentou de acordo com o aumento do pH. Esse padrão corrobora com os resultados encontrados por Suarez e Petreire Júnior (2006) que, estudando gradientes de diversidade em comunidades de peixes da bacia do rio Iguatemi, verificaram que a riqueza de espécies esteve significativamente correlacionada com o pH.

A determinação da concentração de oxigênio dissolvido é um dos principais parâmetros ambientais para se compreender a dinâmica e a estruturação dos ecossistemas aquáticos, mas por outro lado, raramente é limitante na maior parte dos habitats do canal principal dos trechos mais superiores dos sistemas lóticos. No presente estudo as porções intermediárias tiveram maiores valores médios de OD do que as nascentes em todos os meses estudados, com maior valor médio no mês de outubro. O consumo do oxigênio nos processos de mineralização da matéria orgânica nas nascentes deve ser o responsável pelos menores valores de OD nesses ambientes. A média de OD calculada para todos os meses de amostragem mostrou uma variação significativa entre as nascentes e os trechos médios. Porém, não houve diferença significativa entre o número de espécies acumuladas e o OD. Isto deve-se ao fato de que este parâmetro não influenciou na distribuição dos peixes e que os níveis de concentração avaliados são propícias para a sua manutenção. De maneira contrária ao presente estudo, Suarez e Petrere Júnior (2006) constataram que a riqueza de espécies apresentou uma forte correlação significativa com o OD, sendo a nascente caracterizada pela maior concentração de OD.

A condutividade elétrica representa a capacidade da água na condução da eletricidade dada pela quantidade de sais em dissolução, de tal forma que, quanto maior a quantidade de sais, maior a condutividade. Os valores de condutividade das nascentes foram superiores aos medidos nas porções intermediárias em todos os meses estudados. Isso pode ser devido tanto ao processo de diluição de solutos em ambientes com maior volume d'água, como a mineralização da matéria orgânica nas nascentes proporcionando os íons dissolvidos para as suas águas. Essa variável mostrou variação significativa entre trechos a montante e a jusante dos igarapés, decrescendo à medida que o igarapé desce em direção a sua foz. Não houve influência significativa entre o número de espécies acumuladas, o número de indivíduos acumulados e o Índice de Simpson com a condutividade, mostrando que esta variável descritiva não influenciou na distribuição dos peixes e que os níveis de condutividade não são limitantes para as espécies amostradas. Suarez e Petrere-Júnior (op. cit.) verificaram que o número de espécies não foi influenciado pela condutividade, porém o número de indivíduos coletados mostrou uma correlação positiva com a condutividade, estando relacionada à maior captura realizada nos trechos iniciais do rio.

## 5.7 EFEITOS DO USO DA TERRA SOBRE AS COMUNIDADES DE PEIXES

O número acumulado de espécies, o número acumulado de indivíduos e o Índice de Dominância de Simpson não foram influenciados pelas variáveis relacionadas ao uso da terra, ou seja, valores absolutos e percentuais de agricultura, pasto, capoeira e floresta. Assim sendo, apesar de algumas das estações de amostragem apresentarem processo inicial de assoreamento, o uso da terra predominante, a agricultura familiar, na abrangência espacial e intensidade que vem sendo praticada nas microbacias estudadas, ainda propicia que as maiores áreas das pequenas propriedades rurais mantenham-se cobertas por floresta secundária de diferentes idades, principalmente nas zonas ripárias, possibilitando assim que o ecossistema aquático seja habitado por diversas espécies de peixes característicos de igarapés.

No entanto, em outras regiões, como por exemplo, no sudeste brasileiro, a utilização da terra provocou um desequilíbrio nas comunidades de peixes. Casatti (2004) estudando a ictiofauna de dois riachos no alto rio Paraná, sendo um deles assoreado em área de pastagem e sem a vegetação ripária e o outro de referência, com a vegetação ripária, verificou a presença de 21 espécies de peixes no córrego assoreado. Destacou que a espécie *Pyrrhulina australis* foi uma das espécies dominantes favorecidas por habitats relacionados ao assoreamento, com ocorrência de 50% nesse ambiente.

De maneira contrária ao encontrado no presente estudo, Gerhard (2005) observou interações significativas entre os descritores de diversidade (de espécies e grupos tróficos) e uso do solo na microbacia do rio Corumbataí, no estado de São Paulo. Nesse ambiente, o autor afirmou que a maior diferenciação ocorreu entre as microbacias de predomínio de pastagens e de matas nativas, mas a interação foi mais forte quando se considerou a presença de ambiente florestal ou agrícola nas zonas ripárias das microbacias e que a menor diversidade foi achada em ambientes florestais.

No presente trabalho, verificou-se um bom estado de conservação da mata ciliar nas estações de amostragem, fato que deve ter determinado em grande medida os resultados obtidos. Cetra (2003), estudando ribeirões da bacia do rio Corumbataí, afirmou que existe uma relação entre a mata ciliar e a fauna de peixes, pois os pontos em que apresentaram melhores condições quanto à presença e ao estado de conservação da mata ciliar foram os locais em que foram capturadas mais espécies, enquanto o ponto onde a mata ciliar era totalmente modificada, levou a uma baixa captura de espécies.

## 5.8 RECOMENDAÇÕES E SUGESTÕES DE ESTUDOS

A importância destes resultados não se restringe apenas ao conhecimento da estrutura da comunidade de peixes em microbacias sob uso de agricultura familiar, mas possui o seu lado prático e fundamental de mostrar a possibilidade de se utilizar a terra de uma maneira sustentável, sem agredir aparentemente o ecossistema aquático.

Considera-se fundamental que mais estudos desse porte sejam realizados não apenas nos trechos de igarapés estudados, mas também em outros igarapés situados no nordeste paraense, onde a agricultura familiar tende a se expandir, ocupando áreas maiores, a fim de identificar se as comunidades de peixes irão suportar as alterações causadas pelo uso da terra nos próximos anos. Também é importante realizar estudos em regiões aparentemente mais impactadas a fim de verificar se o padrão encontrado no trabalho repete-se ou não.

## 6 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos neste estudo, conclui-se que:

Os trechos médios, com base nos índices de diversidade calculados, apresentaram uma ictiofauna com maior diversidade de espécies, mostrando que a diversidade aumenta de acordo com o tamanho do habitat ao longo dos igarapés;

A distribuição dos peixes seguiu um padrão longitudinal ao invés de um padrão geográfico, com predominância de espécies exclusivas tanto nas nascentes quanto nas porções intermediárias;

O uso da terra, em especial a agricultura familiar, da maneira que se processa atualmente na região, não influenciou na estrutura das comunidades de peixes, sendo que a intensidade com que essa atividade vem sendo executada ainda possibilita que o ecossistema aquático seja habitado por diversas espécies de peixes. Porém, com a intensificação e ampliação destes sistemas de produção não se sabe qual será a resposta desse ecossistema nos próximos anos.

## REFERÊNCIAS

- AMARAL, C. M. L. **Agricultura y riesgo ambiental en las microcuencas del Cumaru y Caripi en la Amazonia Brasileña: efectos del uso de los agroquímicos.** 2001. 92f. Dissertação (Mestrado em Educação para o Desenvolvimento e Conservação) – Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, 2001.
- ANJOS, M. B.; ZUANON, J. Sampling effort and fish species richness in small terra firme forest streams of central Amazonia, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, Porto Alegre, v.5, n.1, p.45-52, jan./mar. 2007.
- AYRES, M. et al. **Bioestat 4.0:** aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Sociedade Civil Mamirauá, 2005. 1 CD.
- BARBOSA, G. V.; PINTO, M. N. Geomorfologia. In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto RADAMBRASIL. **Folha SA-23 São Luís e parte da folha SA-24 Fortaleza:** geologia, geomorfologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, DNPM, 1973. p. 24-26.
- BARBOSA, R. P.; FREITAS, C. E de C.; SANTOS, S. M. dos. The fish community of an upland stream in the Central Amazon (Presidente Figueiredo – Amazonas – Brazil). **Acta Limnol. Bras.**, v.15, n.2, p.37-41, 2003.
- BARRELLA, W. Os peixes como indicadores da qualidade das águas dos rios. In: BOLLMANN, H. A. et al. **Indicadores ambientais:** conceitos e aplicações. São Paulo, 2001. p. 249-262.
- BASTOS, T. X.; PACHECO, N. A. Rainfall distribution and water balance for day periods in Igarapé-Açu, Eastern Amazonia, Brazil. In: GERMAN-BRAZILIAN WORKSHOP ON NEOTROPICAL SYSTEMS – ACHIEVEMENTS AND PROSPECTS OF COOPERATIVE RESEARCH, 2000, Hamburg. **Abstracts...** Hamburg, 2000. p.213.
- BEMERGUY, R. L.; BORGES, M. da S.; COSTA, J. B. S. Geomorfologia da região do Salgado, NE do Estado do Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37., 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo, SBG, 1992. v.1, p. 269-270.
- BOJSEN, B. H.; BARRIGA, R. Effects of deforestation on fish community structure in Ecuadorian Amazon streams. **Freshwater Biology**, p. 2246-2260, 2002.
- BRITISKI, H. A.; SATO, Y.; ROSA, A. B. S. **Manual de identificação de peixes da região de Três Marias (com chaves de identificação para os peixes da Bacia do São Francisco).** Brasília: CODEVASF, 1984. 143 p.
- BUCKUP, P. A.; MENEZES, N. A. (Eds.). **Catálogo dos peixes marinhos e de água doce do Brasil.** 2.ed. Rio de Janeiro: [s.n.], 2003. Disponível em: <<http://www.mnrj.ufrj.br/catalogo/>>. Acesso em: 10 jul. 2007.
- BUHRNHEIM, C. M. Habitat abundance patterns of fish communities in three Amazonian rainforest streams. In: BIOLOGY of tropical fishes. Manaus: INPA, p.63-74, 1999.

CASATTI, L. Fish assemblage structure in a first order stream, southeastern Brazil: longitudinal distribution, seasonality, and microhabitat diversity. **Biota Neotropica**, Campinas, v.5, n.1, p.75-83, 2005.

-----. Ichthyofauna of two streams (silted and reference) in the upper Paraná river basin, southeastern Brazil. **Braz. J. Biol.**, v.64, n.4, p.757-765, 2004.

CASTRO, R. M. C. et al. Estrutura e composição da ictiofauna de riachos da bacia do rio Grande no estado de São Paulo, sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, Campinas, v.4, n.1, 2004.

CETRA, M. **Caracterização das assembléias de peixes da bacia do rio Corumbataí**. 2003. 90f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2003.

CHERNOFF, B. A.; MACHADO-ALLISON, A.; SAUL, W. La conservación de los ambientes acuáticos: una necesidad impostergable. **Acta Biol. Venez.** v.16, n.2, p. i-iii, 1996.

CLARO JÚNIOR, L. H. Influência de parâmetros físicos na riqueza de peixes em igarapés de terra firme na Amazônia Central. In: CURSO de Campo Ecologia da Floresta Amazônica, 2002. p.138-141.

FERREIRA, E. J. G.; ZUANON, J. A. S.; SANTOS, G. M. **Peixes comerciais do médio Amazonas**: região de Santarém, Pará. Brasília: IBAMA, 1998. 214 p.

FIGUEIREDO, R. O. **Água na Amazônia Oriental: relações entre uso da terra e conservação de recursos hídricos**. Belém, EMBRAPA Amazônia Oriental, 2003. 22 p.

FIGUEIREDO, R. O. et al. Watershed studies in a region mainly occupied by small holder farms in the eastern Amazon In: LBA-ECO SCIENCE TEAM MEETING, 11., 2007, Salvador. **Book of Abstracts...** Salvador, 2007.

FRANZINELLI, E. Contribuição à geologia da costa do Estado do Pará (entre a baía de Curuçá e Maiaú). In: SIMPÓSIO DO QUATERNÁRIO NO BRASIL, 4., 1982, Rio de Janeiro. **Atas...** Rio de Janeiro, 1982. p. 305-322.

-----. Evolução e origem da costa Atlântica do Estado do Pará. In: CONGRESSO DA ABEQUA, 3., 1991, Belo Horizonte. **Publicação especial...** Belo Horizonte: ABEQUA, 1991. v. 1, p. 117-118.

FROESE, R.; PAULY, D. **Fishbase, version (08/2007)**. Disponível em: <<http://www.fishbase.org/search.php>>. Acesso em: 10 set. 2007.

GAMA, C. S.; HALBOTH, D. A. Ictiofauna das ressacas das bacias do igarapé da Fortaleza e do rio Curiaú. In: TAKIYAMA, L. R.; SILVA, A. Q. da (Orgs.). **Diagnóstico das ressacas do estado do Amapá**: bacias do igarapé da Fortaleza e do rio Curiaú. Macapá: CPAQ/IEPA e DGEO/IEPA, 2003. p.23-52.

GERHARD, P. **Comunidades de peixes de riachos em função da paisagem da bacia do rio Corumbataí, estado de São Paulo**. 2005. 241f. Tese (Doutorado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2005.

GLOBAL INTERNATIONAL WATERS ASSESSMENT - GIWA Regional Assessment 40b, University of Kalmar, Kalmar, Sweden, 2004.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO-SOCIAL DO PARÁ - IDESP. **Município de Marapanim**. Belém, 1999. 13 p.

JAPIASSU, A. M. S. ; GÓES FILHO, L. As regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos. In: BRASIL. Projeto RADAMBRASIL. **Folha SA-22 Belém**. Rio de Janeiro, DNPM (Levantamento de Recursos Naturais, 5). 1974.

KATO, O. R. et al. Uso de Agroflorestas no manejo de florestas secundárias. In: SISTEMAS agroflorestais: bases científicas para o desenvolvimento sustentável. 1. ed. Campos dos Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2006. p. 119-138.

KIROVSKY, A. L. Comunidades de peixes em trechos naturais e impactados por barragens e clareiras artificiais de igarapés da Amazônia Central. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 4., 1998, Belém. **Resumos...** Belém, 1998. p. 267.

KREBS, C. J. **Ecological methodology**. New York: Benjamin / Cummings, 1999. 620 p.

LANGGANI, F. et al. Riffle and pool fish communities in a large stream of southeastern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, Porto Alegre, v.3, n.2, p. 305-311, 2005.

LEMES, E. M.; GARUTTI, V. Ecologia da ictiofauna de um córrego de cabeceira da bacia do alto rio Paraná, Brasil. **Lheringia**, Porto Alegre, v.92, n.3, p.69-78, set. 2002.

LOWE-McCONNELL, R. H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo: EDUSP, 1999. 536 p.

MACARTHUR, J. M. Pattern of species diversity. **Biol. Rev.**, v.40, p.510-533, 1965.

MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurement**. Cambridge: Chapman & Hall, 1988. 179 p.

MARTORANO, L. G. et al. Estudos climáticos do estado do Pará, classificação climática (Köppen) e deficiências hídricas (Thornthwaite, Mather). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 7., 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SBM, 1992.

MELO, F. H. A liberalização comercial e a agricultura familiar no Brasil. In: ACTIONAID BRASIL. **Comércio internacional, segurança alimentar e agricultura familiar**. Rio de Janeiro: ActionAid Brasil, 2001.

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

MIRANDA, J. C.; MAZZONI, R. Composição da ictiofauna de três riachos do alto rio Tocantins – GO. **Biota Neotropica**, Campinas, v.3, n.1, p.1-11, 2003.

MONTAG, L. F. A. **Diversidade, distribuição e estrutura da comunidade de peixes na Estação Científica Ferreira Penna – Amazônia Oriental**. 2001. 135f. Dissertação (Mestrado em Zoologia), Universidade Federal do Pará. Belém, 2001.

----- Estrutura de habitat e distribuição espacial de peixes em igarapés de terra firme da bacia do rio Urubu, Amazônia Central. In: CURSO de Campo Ecologia da Floresta Amazônica, p.97-100, 2003.

OLIVEIRA JUNIOR, R. C. et al. **Levantamento de reconhecimento de alta intensidade dos solos da Folha Marapanim, Estado do Pará**. Belém: CPATU Documentos Embrapa, v. 180, p. 1-53, 1997.

REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS, C. J. **The check list of the freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003. 944 p.

ROSA, M. B. S. **Dinâmica do carbono em pequenas bacias de drenagem sob uso de agricultura familiar na Amazônia Oriental**. 2007. 93f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará. Belém, 2007. (no prelo).

SANTOS, G. M.; FERREIRA, E. J. G. Peixes da Bacia Amazônica. In: LOWE-McCONNELL, R. H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo: EDUSP, 1999. p. 345-373.

SANTOS, G. M. et al. **Peixes do baixo rio Tocantins: 20 anos depois da usina hidrelétrica Tucuruí**. Brasília: ELETRONORTE, 2004. 216 p.

SILVA, A. A. da. et al. A historical dynamics of reproduction of agriculture in Igarapé-Açu (Northeast of the State of Pará): A study focusing on agrarian systems. In: SHIFT-WORKSHOP, 3., 1999, Manaus. **Proceedings...** Manaus, 1999. p. 67-82.

SILVA, C. A. **Análise morfoestratigráfica do estuário do rio Marapanim – NE do Pará**. 1998. 140f. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geoquímica) – Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 1998.

SILVA, C. P. D. Alimentação e distribuição espacial de algumas espécies de peixes do igarapé do Candirú, Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, Manaus, v.23, n. 2-3, p. 271-285, 1993.

----- Community structure of fish in urban and natural streams in the Central Amazon. **Amazoniana**, Kiel, p. 221-236, dez., 1995.

SILVA JÚNIOR, O. G. **Morfoestratigrafia da planície costeira do município de São João de Pirabas (porção NW): NE do Estado do Pará.** 1998. 89f. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geoquímica) – Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 1998.

SILVANO, R. et al. **Peixes do alto rio Juruá (Amazonas, Brasil).** São Paulo: EDUSP, 2001. 302 p.

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

----- Gradientes de diversidade nas comunidades de peixes da bacia do rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Lheringia**, Porto Alegre, v.96, n.2, p.197-204, jun. 2006.

----- Organização das assembleias de peixes em riachos da bacia do rio Iguatemi, Estado do Mato Grosso do Sul. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.27, n.2, p.161-168, abr./jun. 2005.

VANNOTE, R. L. et al. The river continuum concept. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, v.37, p.130-137, 1980.

**ANEXO**

**ANEXO A - PLANILHA UTILIZADA NA BIOMETRIA DOS PEIXES.  
PLANILHA PARA CAPTURA E ANÁLISE DE COMUNIDADES DE PEIXES**

<b>Família:</b>		<b>Gênero:</b>		<b>Espécie:</b>
<b>Nome Científico:</b>		<b>Local de Captura:</b>		<b>Ponto:</b>
<b>Nome Vulgar:</b>		<b>Data:</b>		<b>Hora:</b>
<b>Indivíduo</b>	<b>Comprimento total (cm)</b>	<b>Comprimento padrão (cm)</b>	<b>Peso total (g)</b>	<b>OBSERVAÇÕES</b>
01				
02				
03				
04				
05				
06				
07				
08				
09				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				