

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM**

**Influência de alterações da floresta ripária na ocorrência e  
dieta de loricariídeos (Siluriformes) em igarapés de terra  
firme da Amazônia central**

**Paula de Ávila Lacerda**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do convênio INPA/UFAM, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, área de concentração em Biologia de Água Doce e Pesca Interior.

MANAUS-AM  
2007

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM**

**Influência de alterações da floresta ripária na ocorrência e  
dieta de loricariídeos (Siluriformes) em igarapés de terra  
firme da Amazônia central**

**Paula de Ávila Lacerda**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do convênio INPA/UFAM, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, área de concentração em Biologia de Água Doce e Pesca Interior.

ORIENTADOR: Dr. Jansen Alfredo Sampaio Zuanon

CO-ORIENTADOR: Dr. Sérgio de Melo

FINANCIAMENTO: CNPq,

FAPEAM, 2004-2006

Fundação O Boticário de Proteção à Natureza (0630\_20041)

MANAUS-AM  
2007

- L131 Lacerda, Paula de Ávila.  
Influência de alterações da floresta ripária na ocorrência e dieta de loricariídeos (Siluriformes) em igarapés de terra firme da Amazônia Central / Paula de Ávila Lacerda --- Manaus : [s.n.], 2007.  
65p. : il.
- Dissertação (mestrado)-- INPA/UFAM, Manaus, 2007  
Orientador : Zuanon, Jansen A. S.  
Co-orientador: Melo, Sérgio de  
Área de concentração : Biologia de Água Doce e Pesca Interior
1. Loricariídae. 2. Bodós. 3. Dieta. 4. Algivoria. 5. Perifiton. 6. Ecologia animal. I. Título.

CDD 597.52

### **Sinopse:**

Assembléias de loricariídeos, conhecidos popularmente como cascudos ou bodós, foram estudadas em igarapés de terra firme da região de Manaus (Amazônia Central), com o objetivo de determinar e analisar as possíveis influências de diferentes condições de floresta ripária na ecologia desses peixes, por meio de alterações em seu habitat e em sua disponibilidade de alimento (perifiton). Foram verificadas variações em fatores ambientais dos igarapés, substratos e composição de perifiton que possivelmente influenciaram a ocorrência e dieta das espécies de loricariídeos estudadas.

**Palavras-chave:** Loricariidae, riachos amazônicos, desmatamento, alimentação, detritivoria, seletividade, algas, bodós, perifiton.

*Aos meus pais*

*Doce é sentir  
Não estou sozinha  
Sou uma parte  
De uma imensa vida  
Que generosa reluz entorno a mim  
Imenso dom do Teu amor sem fim  
O céu nos destes  
As estrelas claras  
Nosso irmão sol, nossa irmã Lua  
Nossa mãe Terra  
Com frutos, campos, flores  
O fogo e o vento  
O mar e água pura  
Fonte de vida de toda criatura  
Imenso dom do Teu amor sem fim.*

“Canção de Ação de Graças”  
(Autor desconhecido)

## **Agradecimentos**

Ao Jansen Zuanon, meu querido orientador, por tudo... por todo apoio, paciência, segurança, compreensão, ensinamento, confiança, exemplo, profissionalismo, zelo e carinho durante todo o desenvolvimento da dissertação, você é o melhor.

Ao Sérgio de Melo, pela essencial co-orientação, por todo apoio, confiança, ensinamento, interesse e dedicação concedidos à realização deste trabalho.

Ao INPA e ao BADPI, pela oportunidade de realizar o mestrado, pelo apoio logístico, material e técnico durante o desenvolvimento dos estudos.

Aos professores do BADPI pela disponibilidade e ensinamentos.

À Carminha e Elany, da secretária do BADPI, por todo tipo de ajuda que sempre prestaram com carinho e gratuidade, sem vocês não sei como teria sido.

Ao CNPq, pela bolsa concedida.

À FAPEAM e Fundação “O Boticário” de Proteção à Natureza, pelo apoio financeiro no desenvolvimento do projeto.

Ao PDBFF pelo apoio financeiro, técnico e logístico e a todos os seus funcionários que tanto auxiliaram na realização das coletas.

Aos colegas de turma do BADPI.

Aos laboratórios de Ecologia de Peixes e de Plâncton, nas pessoas de seus professores-chefes, técnicos e colegas de trabalho, pelo apoio logístico e pela amizade.

Aos colegas André Ghidini, André Galuch e Marcelo pela ajuda irrecompensável em campo.

Ao Hélio dos Anjos, por me conceder exemplares de peixes e dados coletados e pelo apoio na realização de amostragens.

Ao colega Bruno Spacek e ao prof. Celso Morato, pelo auxílio prestativo e de grande importância na realização das análises estatísticas.

A Eliana, Rachel e família, que me acolheram tão bem nas primeiras semanas em Manaus

À Tati, minha ex-companheira de república.

Às minhas companheiras de república atuais, Carla e Maki (e Marildinha, esporadicamente), por me aturarem todo esse tempo e não medirem esforços para tornar minha vida aqui mais agradável; não sei o que teria sido de mim sem o apoio emocional, terapêutico, intelectual e gastronômico, é claro, que sempre me prestaram com tanta amizade.

Ao Jaime Heitor, o caçulinha da casa, que mesmo tendo convivido pouco conosco nos ensinou e nos divertiu muito; sua mãe ainda vai te dar muito trabalho; você é uma figura, garoto...

À todos os amigos, em especial, André, Bruno, Carla, Maki e Marildinha, tenham a certeza de que vocês tornaram Manaus mais doce, colorida e leve pra mim, recheando os dias de trabalho ou descanso com risadas, desabafos e excesso de compartilhamento de informações... parece que nos conhecemos há anos; não sei se teria conseguido sem vocês.

À todos os amigos dos laboratórios de Ecologia de Peixes e de Plâncton e, essencialmente, à turma do almoço!

Aos meus pais, irmãs e amigos distantes, pelo apoio e incentivo incondicional na minha jovem carreira, por torcerem e rezarem por mim sempre e compreenderem minhas ausências; o amor de vocês (e por vocês) é vital pra mim.

Ao meu amor, Dayvson, por todo apoio, confiança, compreensão, otimismo, preocupação e incentivo mesmo à distância; enfim, por ter encarado de frente esses dois anos, sempre me amando e me esperando... Pra sempre te amarei!

A Deus, nos bons e nos maus momentos foi minha alegria, meu porto-seguro, meu refúgio e minha esperança; sem Vós teria sido impossível.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos e votos de prosperidade.

## Resumo

Os igarapés compõem um dos principais ambientes aquáticos que ocorrem na Floresta Amazônica. Um dos mais importantes produtores primários nesses sistemas lóticos é o perifíton, cuja composição pode variar com o nível de irradiação, o tipo de substrato e sua localização no riacho. Algas e detritos são componentes comuns na alimentação da ictiofauna tropical, incluindo várias espécies de loricariídeos. Há evidências sobre a existência de táticas alimentares diferenciadas e especializadas entre loricariídeos, o que permitiria uma seleção precisa dos alimentos ingeridos por esses peixes. Neste estudo, foi testada a hipótese de que alterações na abertura do dossel provocam efeitos diretos sobre o perifíton e indiretos sobre assembléias de loricariídeos em igarapés de terra firme da Amazônia Central. Foram feitas amostragens de fatores ambientais, coletas de perifíton e de seis espécies de loricariídeos em 13 igarapés de terra firme na região de Manaus. A presença de loricariídeos foi registrada em apenas quatro desses igarapés, e a maior abundância no igarapé Samaúma pode estar relacionada com características químicas da água, decorrentes de perturbações antropogênicas. A maior riqueza de loricariídeos registrada no igarapé Dimona-Capoeira Ponte pode estar relacionada com características da estrutura do igarapé (largura, profundidade, vazão) e com uma alta disponibilidade de substratos para forrageamento. Não houve variação significativa na abertura de dossel e densidade de perifíton entre os igarapés. Diferenças na composição perifítica entre os igarapés foram acompanhadas por mudanças na composição da dieta dos loricariídeos. As seis espécies de loricariídeos estudadas apresentaram seletividade quanto aos grupos de algas ingeridos, o que pode estar relacionado com a existência de partição de recursos entre elas nos trechos de igarapés estudados. Modificações ambientais em igarapés de terra firme da Amazônia Central podem resultar em aumento populacional de certas espécies de loricariídeos, devido provavelmente a alterações na qualidade da água, disponibilidade de substratos, composição do sedimento e estrutura da comunidade perifítica.

## **Abstract**

Forest streams represent one of the most important aquatic environment in the Amazon. These streams are heavily shaded by the dense forest canopy but modifications in the riparian vegetation may result in increased light incidence at the water surface. Periphyton is one of the major primary producers in these lotic systems that may vary in species composition in function of differences in daylight radiation, substrate type and location inside the stream. Algae and detritus are common components of the diet of tropical fishes, which include several species of suckermouth armored catfishes of the family Loricariidae. Several different and specialized feeding tactics are known among loricariid catfishes, which may allow a more precise selection of the food ingested by these fishes. In this study, we tested the hypothesis that canopy openness directly affects the periphyton and indirectly the assemblages of loricariid catfishes in Central Amazonian forest streams. We measured a set of environmental factors, took samples of periphyton and of six loricariid species in 13 forest streams in the vicinity of Manaus, Amazonas State, Brazil. Loricariids were found in only four of the streams sampled. There was a higher abundance of loricariids in the Samaúma stream, possibly related to the chemical characteristics of the water resulting of anthropogenic from disturbances. On the other hand, the higher diversity of loricariid species observed in the Dimona-Capoeira Ponte stream may be related to structural characteristics of that stream (channel width, depth and discharge) and to a higher availability of substrate types as well. There was no significant variation in canopy openness and periphyton density among the studied streams. Differences in the composition of periphyton samples were accompanied by changes in the diet of the loricariid fishes. The six loricariid species showed some degree of feeding preferences related to the major groups of algae ingested, which may have allowed the coexistence of different loricariid species in some streams. Environmental disturbances in Central Amazonian forest streams may result in an increase in the populations of some loricariid species, possibly related to higher primary productivity rates resulting from modifications in water quality, substrate availability, sediment composition, and in the structure of the periphyton communities.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1. Considerações gerais.....	1
1.2. Justificativa.....	6
1.3. Objetivos.....	7
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	8
2.1. Área de estudo.....	8
2.2. Variáveis ambientais.....	11
2.3. Loricariídeos, perifíton e substratos.....	12
2.3.1. Coleta de loricariídeos.....	13
2.3.2. Coleta de amostras de perifíton.....	13
2.3.3. Riqueza, densidade e diversidade do perifíton.....	14
2.3.4. Riqueza, abundância e dieta de loricariídeos.....	15
2.4. Análises estatísticas.....	16
<b>3. RESULTADOS</b> .....	17
3.1. Características ambientais.....	17
3.2. Disponibilidade de perifíton.....	21
3.3. Ocorrência, abundância e dieta dos loricariídeos.....	25
3.4. Ocorrência e abundância de loricariídeos nos igarapés: relações com características ambientais e disponibilidade de perifíton.....	31
3.5. Seletividade de algas na dieta dos loricariídeos.....	32
<b>4. DISCUSSÃO</b> .....	34
4.1. Abertura de dossel, substratos e perifíton.....	34
4.2. Ocorrência e abundância de loricariídeos.....	36
4.3. Dieta de loricariídeos.....	38
4.3.1. Disponibilidade de alimento nos igarapés.....	38
4.3.2. Semelhanças e diferenças entre as espécies na utilização dos alimentos.....	40
4.3.3. Comparação da dieta das diferentes espécies de loricariídeos em um mesmo igarapé.....	42
4.3.4. Variações na composição de algas ingeridas por <i>Acestridium discus</i> e <i>Ancistrus</i> sp.1 nos diferentes igarapés.....	43
4.4. Consumo de diferentes categorias ecológicas de algas pelos loricariídeos.....	44
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	45
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	46
<b>7. ANEXO</b> .....	51

## Lista de Tabelas

Tabela 1. Descrição dos igarapés de terra firme da região de Manaus estudados (Gascon & Bierregaard, Jr., 2001).

Tabela 2. Valores médios e desvio padrão (d.p.) de fatores abióticos medidos em igarapés de terra firme da região de Manaus.

Tabela 3. Média de cobertura de substrato nos leitos dos igarapés de terra firme da região de Manaus (área por m<sup>2</sup>). N = 10 (medições por igarapé).

Tabela 4. Lista de táxons encontrados no perifiton de 13 igarapés de terra firme da região de Manaus.

Tabela 5. Riqueza e abundância (nº de exemplares coletados) de seis espécies de loricariídeos em quatro igarapés de terra firme da região de Manaus.

Tabela 6. Comprimento padrão (CP) e razão comprimento do tubo digestivo/comprimento padrão (CTD/CP) dos exemplares loricariídeos coletados em quatro igarapés de terra firme da região de Manaus.

Tabela 7. Itens alimentares presentes no conteúdo do trato digestório de seis espécies de loricariídeos coletados em quatro igarapés da região de Manaus. Valores expressos em porcentagem (%).

Tabela 8. Valores mínimos, máximos e médias da densidade de algas (orgs./ml) encontradas nos conteúdos estomacais dos loricariídeos.

Tabela 9. Classes de algas presentes na dieta dos loricariídeos em igarapés de terra firme da região de Manaus. Valores expressos em porcentagem (%).

Tabela 10. Categorias ecológicas de algas presentes na dieta dos loricariídeos (seis espécies e nº de exemplares analisados de cada uma) em igarapés de terra firme da região de Manaus. Valores expressos em porcentagem (%).

Tabela 11. Resultados das análises de variância empregadas na comparação entre os igarapés com presença de loricariídeos nas amostras. n = número de amostragens em cada igarapé. As células sublinhadas representam valores maiores dentre os igarapés.

## Lista de Figuras

Figura 1. Fluxogramas representando efeitos diretos e indiretos da variação na porcentagem de abertura do dossel sobre a composição (a) e a densidade (b) de substratos, perifíton e loricariídeos.

Figura 2. Localização geográfica das reservas do Program Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF). As setas indicam reservas onde se encontram os igarapés que foram amostrados. Fonte: <http://pdbff.inpa.gov.br/download/pdbcolpt.GIF>

Figura 3. Representação esquemática dos pontos de amostragem. Os cilindros indicam os troncos, os círculos com pontas as touceiras de *Thurnia sphaerocephala* e os arcos as raízes submersas.

Figura 4. Abertura do dossel (%) em igarapés de terra firme da região de Manaus. 1 = igarapé Porto Alegre-F100; 2 = Porto Alegre-Pasto; 3 = Porto Alegre-Acampamento; 4 = Dimona-F100; 5 = Dimona-Mata Contínua; 6 = Dimona-F10; 7 = Dimona-Capoeira Ponte; 8 = Cidade de Powel; 9 = Florestal; 10 = Cabo Frio-Capoeira; 11 = Cabo Frio-Mata Contínua; 12 = Km 41; 13 = Samaúma.

Figura 5. Distribuição dos igarapés em função das características abióticas, obtida a partir de uma Análise de Componentes Principais (componentes 1 e 2, representando 66,82% da variância total acumulada). 1 = igarapé Porto Alegre-F100; 2 = Porto Alegre-Pasto; 3 = Porto Alegre-Acampamento; 4 = Dimona-F100; 5 = Dimona-Mata Contínua; 6 = Dimona-F10; 7 = Dimona-Capoeira Ponte; 8 = Cidade de Powel; 9 = Florestal; 10 = Cabo Frio-Capoeira; 11 = Cabo Frio-Mata Contínua; 12 = Km 41; 13 = Samaúma.

Figura 6. Distribuição dos igarapés em função das Classes de algas perifíticas, obtida a partir de uma Análise de Componentes Principais (componentes 1 e 2, representando 50,79 % da variância total acumulada). 1 = igarapé Porto Alegre-F100; 2 = Porto Alegre-Pasto; 3 = Porto Alegre-Acampamento; 4 = Dimona-F100; 5 = Dimona-Mata Contínua; 6 = Dimona-F10; 7 = Dimona-Capoeira Ponte; 8 = Cidade de Powel; 9 = Florestal; 10 = Cabo Frio-Capoeira; 11 = Cabo Frio-Mata Contínua; 12 = Km 41; 13 = Samaúma.

Figura 7. Abundância relativa das classes de algas do perifíton encontrado em três diferentes substratos de igarapés de terra firme da região de Manaus. 1 = igarapé Porto Alegre-F100; 2 = Porto Alegre-Pasto; 3 = Porto Alegre-Acampamento; 4 =

Dimona-F100; 5 = Dimona-Mata Contínua; 6 = Dimona-F10; 7 = Dimona-Capoeira Ponte; 8 = Cidade de Powel; 9 = Florestal; 10 = Cabo Frio-Capoeira; 11 = Cabo Frio-Mata Contínua; 12 = Km 41; 13 = Samaúma.

Figura 8. Agrupamento de seis espécies de loricariídeos, coletadas em quatro igarapés da região de Manaus, baseado em uma matriz de itens alimentares encontrados em sua dieta (dados de volume relativo) (método de ligação de Ward e distância percentual).

Figura 9. Abundância relativa das classes de algas encontradas na disponibilidade de perifíton e na dieta dos loricariídeos de igarapés de terra firme da região de Manaus. Baci = Bacillariophyceae; Chla = Chlamydomphyceae; Chlo = Chlorophyceae; Chry = Chrysophyceae; Cryp = Cryptophyceae; Cyan = Cyanophyceae; Dino = Dinophyceae; Eugl = Euglenophyceae; Oedo = Oedogoniophyceae; Xant = Xanthophyceae; Zygn = Zygnemaphyceae; Outr = Outros.

Figura 10. Agrupamento de seis espécies de loricariídeos, coletadas em quatro igarapés da região de Manaus, baseado em matriz de classes de algas (método de ligação UPGMA e distância euclidiana).

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Considerações gerais

A Bacia Amazônica constitui um complexo sistema de drenagem composto por inúmeros igarapés, áreas alagáveis e rios que deságuam no rio Amazonas, cuja descarga média anual é de 175.000 m<sup>3</sup>/seg. Essa densa rede de riachos e áreas alagadas, que forma a maior bacia hidrográfica do planeta, alcança cerca de 7 x 10<sup>6</sup> km<sup>2</sup> de área e representa 1/5 da água de todos os rios do mundo (Santos & Ferreira, 1999). Os igarapés compõem um dos principais ambientes aquáticos que ocorrem na Floresta Amazônica (Junk, 1983; Santos & Ferreira, 1999). De acordo com Santos & Ferreira (1999), igarapés naturais, isto é, sem interferência antrópica, são corpos d'água de pequeno porte, caracterizados pelo leito bem delimitado, correnteza relativamente acentuada, água com temperatura pouco variável ao longo do ano (entre 24 e 26 °C). O curso dos igarapés é, em grande parte, encoberto pelo dossel da floresta de terra firme, onde não sofrem os efeitos do pulso sazonal de inundação (Junk *et al.*, 1989).

A densa floresta ripária no entorno dos igarapés propicia um ambiente aquático com pouca penetração de luz e, por conseqüência, com baixa produtividade primária (Santos & Ferreira, 1999). Um dos mais importantes produtores primários em sistemas lóticos é o perifíton (Hill & Webster, 1982 *apud* Pompêo & Moschini-Carlos, 2003). Segundo Wetzel (1983), o perifíton constitui uma “complexa comunidade de microorganismos (algas, bactérias, fungos, animais, detritos orgânicos e inorgânicos) aderida a um substrato inorgânico ou orgânico, vivo ou morto”. A composição do perifíton pode variar com o nível de irradiação (Wellnitz & Ward, 1998), o tipo de substrato e sua localização no riacho (Power, 1984b), enquanto sua produtividade é geralmente mais limitada por luz e herbivoria do que por nutrientes (Mosisch *et al.*, 2001; Bernhardt & Likens, 2004).

Algas e detritos são componentes comuns na alimentação da ictiofauna tropical (Flecker, 1992). Os peixes amazônicos têm a comunidade perifítica como uma das mais importantes fontes de alimento, destacando-se entre eles várias espécies de loricariídeos (Santos & Ferreira, 1999). A família Loricariidae, exclusimante Neotropical, é a maior entre os Siluriformes, apresentando cerca de 683 espécies reconhecidas (Reis *et al.*, 2003). Estas estão distribuídas entre a Costa Rica e a Argentina, e ocorrem em diversos tipos de ambientes aquáticos, incluindo lagos hipóxicos, pequenos riachos e trechos profundos de grandes rios (Isbrücker, 1980; Burgess, 1989; Zuanon, 1999; Power, 2003; Reis *et al.*, 2003). Apresentam o corpo coberto por placas ósseas com odontodes e boca ventral em

forma de ventosa (Burgess, 1989). Segundo de Pinna (1992, 1998), os loricariídeos são considerados um grupo conservativo quanto à morfologia geral e evoluíram a partir de bagres ancestrais habitantes de águas correntosas. Ictiólogos e aquaristas têm demonstrado grande interesse neste grupo, mas ainda são relativamente poucos os estudos envolvendo sua ecologia (Power, 2003).

Os loricariídeos são geralmente algívoros ou detritívoros, apresentando especializações morfológicas na boca e nos dentes para agarrarem-se ao substrato e raspar as algas aderidas, além de adaptações comportamentais e fisiológicas para se alimentar de detritos (Buck & Sazima, 1995; Delariva & Agostinho, 2001). Algumas espécies de Loricariidae estudadas no Complexo do Janauacá (Amazonas) apresentaram hábitos alimentares relacionados com a forma dos rastros branquiais, forma dos dentes faringeanos e comprimento do intestino (Rapp Py-Daniel, 1984). Nesse trabalho, a anatomia do aparelho digestivo coincidiu com prováveis tendências alimentares das subfamílias encontradas. Zuanon (1999) também encontrou evidências do uso especializado da dentição na dieta de várias espécies de loricariídeos do rio Xingu (Pará), que incluiu esponjas, moluscos bivalves e larvas de insetos. Esse mesmo autor sugeriu a relação entre a dieta baseada em diatomáceas (algas da classe Bacillariophyceae) e a dentição dos loricariídeos, constituída por faixas longas de dentes finos, numerosos e próximos entre si. Estudo recente em igarapés da Amazônia Central classificou seis espécies de loricariídeos como perifitívoras (Anjos, 2005).

A densidade de loricariídeos, em termos de indivíduos e de biomassa por área, parece estar intimamente relacionada à taxa de crescimento algal e à abertura do dossel, de forma que as maiores densidades de Loricariidae são encontradas onde a abertura do dossel e a produtividade do perifíton são maiores (Power, 1984a, 1984b). Alterações na abertura do dossel em igarapés podem provocar aumento na produtividade do perifíton por meio do aumento da penetração de luz (Power, 1984b; Lanerd & Santos, 2000; Mosisch *et al.*, 2001). Estudos em um riacho do Panamá demonstraram que, em trechos abertos e mais iluminados, essa produtividade é maior do que em áreas cobertas por floresta ripária densa (Power, 1984a). Em um riacho do sudeste brasileiro, maior número de loricariídeos por área foi encontrado em um trecho mais iluminado, localizado em local desmatado, do que em trechos mais sombreados pelo dossel da floresta ripária (Buck & Sazima, 1995).

Pesquisas envolvendo outros grupos de peixes em ambientes afetados pelo desmatamento demonstraram que esse impacto pode provocar alterações diferenciadas nas assembléias estudadas. Em riachos da Carolina do Norte e Georgia (EUA), a remoção da

floresta ripária provocou mudanças na abundância e composição da assembléia de peixes, causando diminuição na abundância de algumas espécies e aumento em outras (Dale Jones III *et al.*, 1999). Em pequenos rios do Japão, estudos realizados para determinar se o desmatamento causava efeitos positivos em peixes bentônicos por meio de uma maior disponibilidade de alimento, demonstraram que não houve grandes variações nas comunidades perifíticas e ictias relacionadas a alterações na abertura do dossel. Nesse estudo, as mudanças na densidade dos peixes foram explicadas pela heterogeneidade de habitat e abundância de competidores (Inoue & Nunokawa, 2005). Em trechos do rio Napo (Equador), demonstrou-se que a estrutura da comunidade de peixes foi fortemente afetada pelo desmatamento, que influenciou a diminuição da diversidade beta, o aumento da densidade e biomassa de peixes e a dominância de loricariídeos em termos de biomassa (Bojsen & Barriga, 2002). O impacto do desmatamento na fauna de peixes Neotropicais e os parâmetros que influenciam a diversidade de espécies e a estrutura de comunidades permanecem pouco conhecidos.

Pesquisas ecológicas envolvendo os loricariídeos, especialmente focando seus hábitos alimentares, são escassas. Grande parte dos estudos foi feita com uma assembléia de quatro espécies no Rio Frijoles, Panamá (Power *et al.*, 1989; Power, 1990). Um trabalho foi realizado no sudeste brasileiro, também com quatro espécies de loricariídeos, cujas características biológicas como distribuição, atividade e alimentação foram semelhantes àquelas do Panamá (Buck & Sazima, 1995). No Rio Frijoles (Panamá) e no Ribeirão da Serra (Brasil), os loricariídeos demonstraram preferência por trechos de riachos com maior luminosidade (Power, 1984b; Buck & Sazima, 1995).

Características ambientais também foram similares na preferência de algumas espécies de loricariídeos encontradas no Panamá e no sudeste brasileiro. A distribuição das espécies entre diferentes profundidades, velocidades da água e tipos de substratos parece ser importante para evitar a sobreposição de nichos entre espécies de loricariídeos (Power, 1984a; Buck & Sazima, 1995, Power, 2003). Além disso, para esse grupo de peixes, velocidade da água, rugosidade e localização do substrato (se oferece, ou não, abrigo contra predadores) e quantidade de sedimento depositado podem ser mais determinantes na sua distribuição do que a composição do perifíton (Power, 1984b). *Ancistrus triradiatus* é capaz de prosperar em ambientes onde há sedimento depositado (Power, 2003), por outro lado, esse sedimento não é utilizado como alimento por *A. spinosus*, impondo, pelo contrário, custos energéticos para removê-lo durante o forrageamento (Power, 1984c).

Peixes algívoros de riachos Neotropicais também respondem a modificações no perifíton, que variam entre a produtividade e a qualidade das células algais. Apesar de ter sido sugerido que os loricariídeos apresentam morfologia da boca e posição dos olhos que dificultam a ingestão seletiva das algas perifíticas (Power, 1984b), resultados de outro estudo (Yossa-Perdomo, 1996) envolvendo uma espécie de Loricariidae e uma de Prochilodontidae, indicaram sua capacidade de selecionar detritos. As duas espécies, mesmo explorando o mesmo habitat, apresentaram diferenças na qualidade do detrito consumido.

A maioria das espécies de loricariídeos que habita riachos de floresta apresenta as diatomáceas como principal fonte de alimento (Power, 1990; Buck & Sazima, 1995). Uma análise mais refinada dos conteúdos alimentares dentro do grupo das diatomáceas poderia demonstrar a existência de segregação e partilha de recursos no uso desse alimento pelos loricariídeos (e.g. Zuanon, 1999; Rapp Py-Daniel, 1984). Segundo esse mesmo autor, a extrema mobilidade dos componentes do aparelho bucal em Loricariidae apóia a idéia da existência de táticas alimentares diferenciadas e especializadas entre esses peixes, o que poderia permitir uma seleção precisa dos alimentos ingeridos.

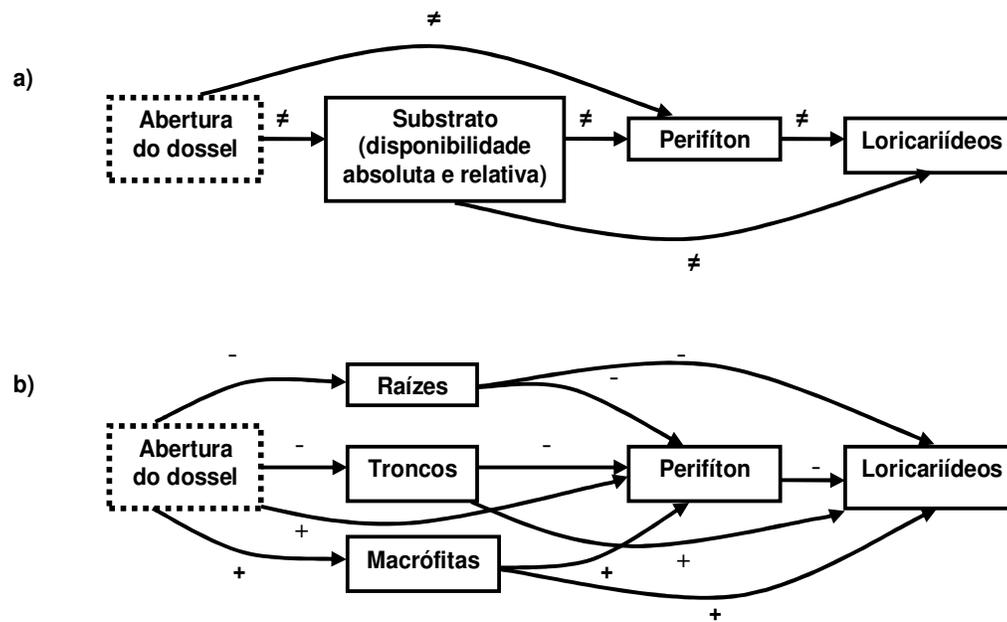
A presença e densidade populacional de loricariídeos nos diferentes ambientes aquáticos podem ser influenciadas por fatores relacionados à sua alimentação, que incluem restrições ambientais (profundidade e velocidade da água; sedimentação, tipo e localização do substrato) e questões morfológicas (presença de características favoráveis ou não à seletividade e especificidade dietária). Além dessas, a própria densidade dos loricariídeos em um determinado ambiente também pode exercer influência sobre sua dieta. No caso de herbívoros, maiores densidades de indivíduos por área podem resultar em interações competitivas entre os indivíduos, diminuindo a eficiência e o tempo de forrageamento destes (Wellnitz & Ward, 1998).

Um dos efeitos de maior importância em ecologia é aquele que os consumidores exercem sobre os recursos que eles consomem e vice-versa (Begon *et al.*, 1990). Mudanças na comunidade perifítica induzidas pela variação na densidade de loricariídeos, em riachos com diferentes proporções de floresta ripária, podem provocar efeitos negativos nesse ecossistema (Power *et al.*, 1988). Muitas vezes, esses efeitos dependem do grau de preferência do consumidor por algum tipo de item alimentar e da densidade do recurso. De acordo com Begon *et al.* (1990), a preferência de um animal por certo tipo de alimento é percebida quando a proporção dele na sua dieta é maior do que a proporção no ambiente.

Assim, para medir essa preferência, é preciso examinar não só a dieta do animal, mas também a disponibilidade dos tipos de alimento.

Neste contexto, o presente estudo visa avaliar os possíveis efeitos de alterações da floresta ripária sobre assembléias de loricariídeos em igarapés, enfocando especialmente as relações entre características ambientais e a dieta das espécies. Será testada a hipótese de que alterações na abertura do dossel provocam efeitos diretos sobre o perifíton e indiretos sobre assembléias de loricariídeos em igarapés de terra firme da Amazônia Central. Para verificar a validade desta hipótese, serão avaliadas as seguintes predições:

- i. Aumento na abertura do dossel influencia a ocorrência e abundância de substratos onde há desenvolvimento do perifíton (que constituem os locais de forrageamento de loricariídeos), determinando o aumento da abundância de alguns tipos de substratos (macrófitas, por exemplo) e diminuição de outros (Figura 1a e b).
- ii. A quantidade de perifíton está diretamente relacionada à porcentagem de abertura do dossel nos igarapés, sendo que a maior disponibilidade de luz resulta em maior crescimento das algas perifíticas (Figura 1b).
- iii. A composição do perifíton é influenciada pela porcentagem de abertura do dossel nos igarapés, ocorrendo modificações na composição de espécies de algas relacionadas a variações na incidência de luz (Figura 1a).
- iv. O aumento da disponibilidade de alimento (perifíton), onde há maior abertura do dossel, favorece o aumento da densidade de loricariídeos nos igarapés (Figura 1b).
- v. As modificações na composição do perifíton com a variação na incidência de luz entre os igarapés são refletidas em variações na dieta dos loricariídeos, com possível existência de seletividade alimentar entre essas espécies.



**Figura 1.** Fluxogramas representando efeitos diretos e indiretos da variação na porcentagem de abertura do dossel sobre a composição (a) e a densidade (b) de substratos, perifíton e loricariídeos.

## 1.2. Justificativa

Há poucos estudos publicados na Amazônia a respeito dos efeitos de alterações ambientais em ecossistemas aquáticos, especialmente em pequenos corpos d'água como os igarapés. Em ambientes terrestres, sabe-se que alterações na floresta ripária promovem a perda de biodiversidade. Entretanto, a remoção da vegetação ripária também pode provocar mudanças na estrutura da comunidade de organismos aquáticos e na densidade de suas espécies constituintes (J. Zuanon, com. pess.). Estudos envolvendo impactos do desmatamento na diversidade faunística terrestre já demonstraram que pode haver redução de espécies de formigas (Moutinho, 1998), e aumento da diversidade e abundância de pequenos mamíferos (Malcolm, 1991 *apud* Tocher, 1998). Em relação aos anfíbios, o desmatamento promove perda de espécies associadas à floresta primária (Tocher, 1998). Pesquisas relacionadas à avaliação dos efeitos da remoção da floresta ripária em ambientes aquáticos são praticamente inexistentes na Amazônia. O aumento da disponibilidade de luz pode resultar em uma maior densidade de peixes algívoros, questão para a qual Burcham (1988 *apud* Bojsen & Barriga, 2002) observa a necessidade de estudos em riachos com diferentes tipos de uso da terra. Alguns trabalhos demonstram que o desmatamento influencia na diminuição da abundância de peixes (e.g. Jones *et al.*, 1999 *apud* Bojsen & Barriga, 2002), enquanto outros demonstram o contrário (e.g. Lenat & Crawford, 1994; Bojsen & Barriga, 2002). Os efeitos opostos em densidade e biomassa de peixes podem ser

explicados devido aos diferentes graus de degradação dos sistemas lóticos como resultado do desmatamento (Bojsen & Barriga, 2002). Assim, é importante avaliar os efeitos de alterações da floresta ripária em igarapés, no que diz respeito às densidades ictia e perifítica e à estrutura trófica relacionada, visando fornecer informações para planos de conservação e manejo de recursos naturais da Amazônia.

### **1.3. Objetivos**

#### **Geral**

Determinar a influência de alterações da floresta ripária na distribuição, abundância e dieta de seis espécies de Loricariídeos (*Acestridium discus*, *Ancistrus* sp. 1, *Ancistrus* sp. 2, *Farlowella* cf. *smithi*, *Rineloricaria heteroptera* e *Rineloricaria* sp.) em igarapés de terra firme da Amazônia Central.

#### **Específicos**

1. Caracterizar trechos de igarapés com relação à abertura do dossel, tipo e abundância de substratos e outras variáveis ambientais (velocidade de correnteza, oxigênio dissolvido, profundidade da água, largura do igarapé, pH, condutividade e temperatura da água).
2. Determinar as características da comunidade perifítica nesses igarapés, no que diz respeito à sua composição, riqueza de espécies e densidade de algas, e relacioná-las com as variações na abertura do dossel, tipo e abundância de substratos e características físicas e químicas dos igarapés.
3. Determinar a distribuição e abundância de loricariídeos (*Acestridium discus*, *Ancistrus* sp. 1, *Ancistrus* sp. 2, *Farlowella* cf. *smithi*, *Rineloricaria heteroptera* e *Rineloricaria* sp.) nos igarapés e suas relações com as variações na abertura do dossel, o tipo e abundância dos substratos de forrageamento e com características físicas e químicas dos igarapés.
4. Caracterizar as dietas dos loricariídeos e relacioná-las com variações na abertura do dossel sobre o leito dos igarapés, o tipo e abundância dos substratos e a quantidade e qualidade do perifíton disponível nesses ambientes.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Área de estudo**

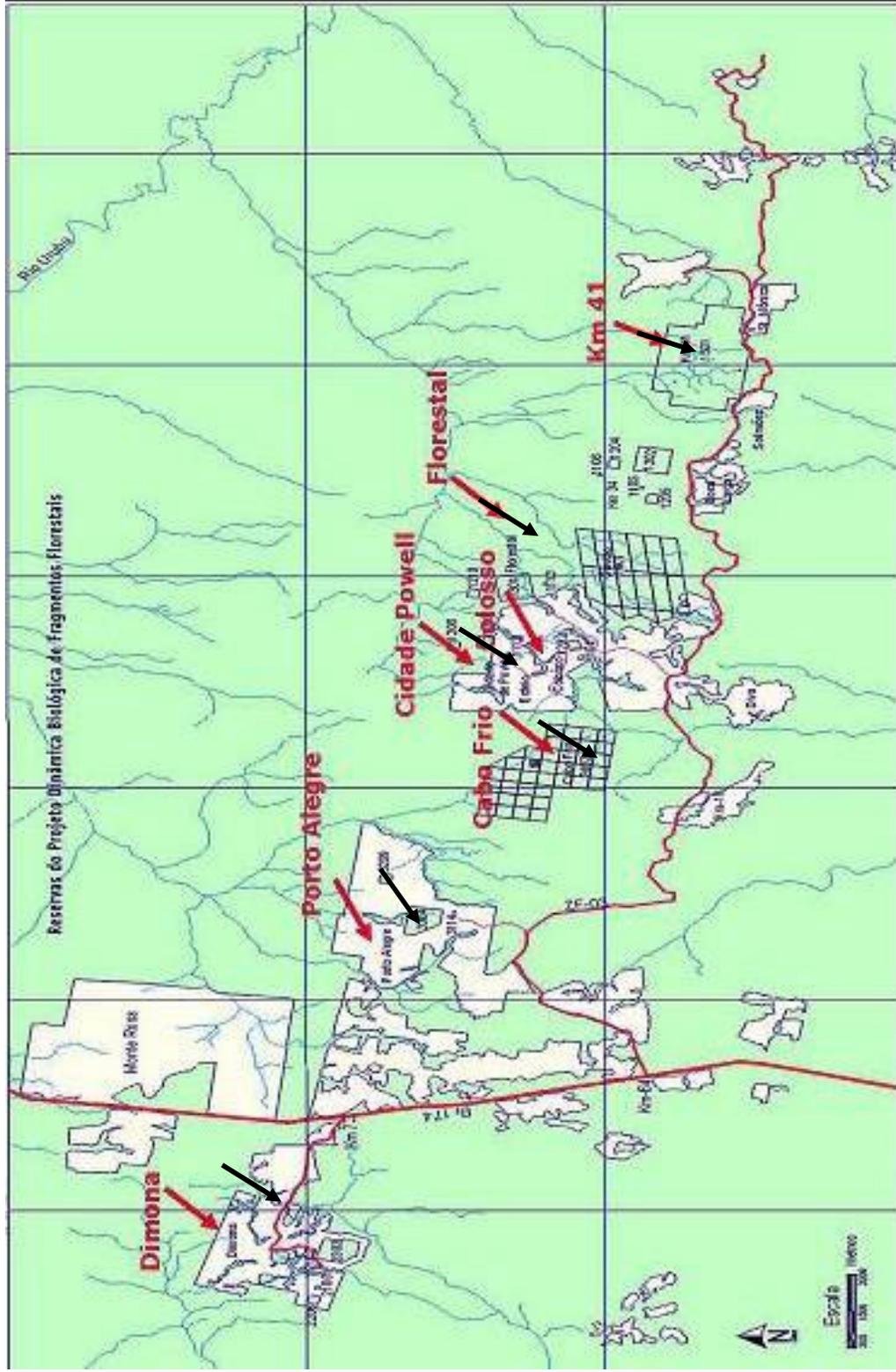
Os igarapés amostrados estão localizados nas reservas florestais administradas pelo Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF, Convênio INPA/Smithsonian Institute). Essas reservas localizam-se a cerca de 80 km ao norte de Manaus, dentro do Distrito Agropecuário SUFRAMA, e apresentam áreas de floresta primária e secundária, além de pastagens e áreas de solo exposto. Os igarapés estão inseridos em áreas de floresta contínua ou em fragmentos de 1, 10 e 100 ha, isolados por pastagens ou áreas de capoeira. A vegetação da área de estudo é constituída por floresta tropical densa, com altura de 30-37 m, árvores emergentes de 45-50 m e abundantes palmeiras acaules no sub-bosque. Apresenta elevação média de 76 m, estação chuvosa de dezembro a maio e estação seca de junho a novembro (Gascon & Bierregaard, Jr., 2001).

As coletas foram realizadas entre março e abril de 2006 (final do período de enchente) em doze igarapés distribuídos entre as reservas do PDBFF, conhecidas como Cabo Frio, Cidade de Powel, Fazenda Dimona, Florestal, Reserva do Km 41 e Fazenda Porto Alegre (Figura 2). Os igarapés estudados encontram-se em áreas de mata contínua, capoeira ou fragmentos florestais de 100 ha., e podem ser classificados como igarapés de primeira a terceira ordem (J. Zuanon, com. pess.). Tais igarapés fazem parte das bacias dos rios Preto da Eva e Urubu (afluentes do rio Amazonas) e do rio Cuieiras (afluente do rio Negro). Dentre os 13 igarapés, cinco estão localizados em área de mata contínua, dois em fragmento de 100 ha. e cinco em áreas de capoeira.

**Tabela 1.** Descrição dos igarapés de terra firme da região de Manaus (Gascon & Bierregaard, Jr., 2001). Os igarapés estudados foram denominados de acordo com a reserva em que se encontram e o tipo de vegetação de entorno ou localização dentro da mesma (p. ex., Dimona-Mata Contínua refere-se ao igarapé da reserva Dimona que encontra-se em área de mata contínua).

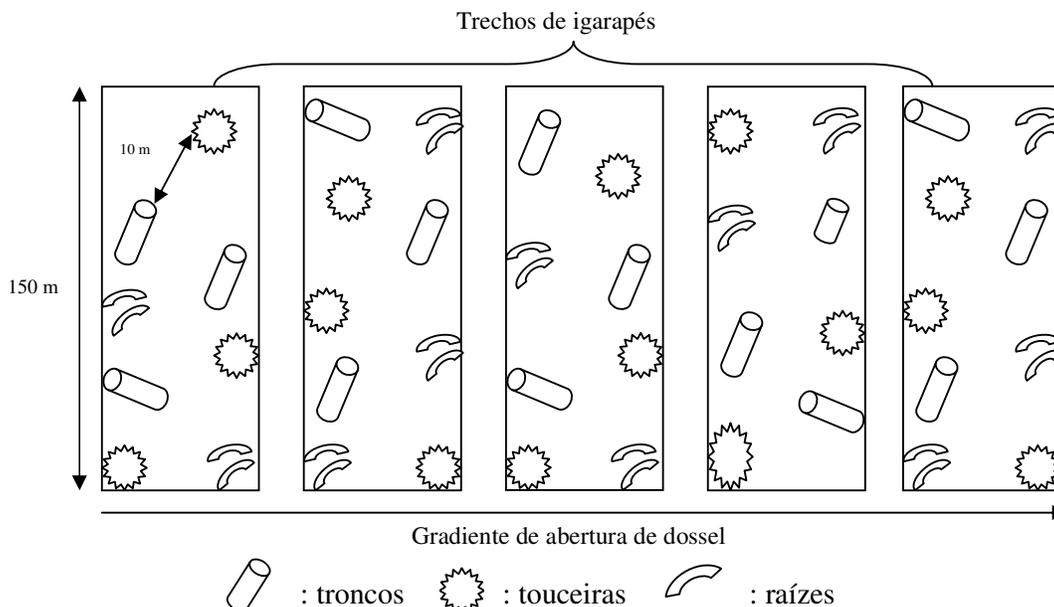
Igarapés	Micro-bacia	Ordem	Vegetação	Localização
Porto Alegre-Frag. 100	rio Urubu	1°	Fragmento de 100 ha., isolado por pastagem, crescimento secundário de <i>Cecropia</i>	Fazenda Porto Alegre
Porto Alegre-Pasto	rio Urubu	1°	Vereda em área de pastagem, dominada por bananeiras e Rapatiaceae	Fazenda Porto Alegre
Porto Alegre-Acamp.	rio Urubu	2°	Mata bosqueada	Ao lado do acampamento Porto Alegre
Dimona-Frag.100	rio Cuieiras	1°	Fragmento de 100 ha., isolado por pastagem, crescimento secundário de <i>Cecropia</i> e <i>Vismia</i>	Fazenda Dimona
Dimona-Mata Contínua	rio Cuieiras	3°	Mata contínua	Fazenda Dimona
Dimona-Capoeira F10	rio Cuieiras	2°	Capoeira, isolada por pastagem, crescimento secundário de <i>Vismia</i> , dominada por gramíneas	Próximo ao frag. de 10 ha da Fazenda Dimona
Dimona-Capoeira Ponte	rio Cuieiras	2°	Capoeira mista	À montante da ponte da estrada de acesso ao acampamento da fazenda Dimona
Cidade Powel-Capoeira	rio Urubu	1°	Capoeira	Fazenda Esteio
Florestal-Capoeira	rio Urubu	1°	Capoeira	Fazenda Esteio
Cabo Frio-Capoeira	rio Preto da Eva	1°	Capoeira antiga, circundada por floresta contínua	Fazenda Esteio
Cabo Frio-Mata Contínua	rio Preto da Eva	1°	Mata contínua	Fazenda Esteio
Km 41-Mata Contínua	rio Urubu	1°	Mata contínua	Km 41 da estrada, depois da fazenda Esteio
Samaúma-Frag. Urbano	rio Mindu	1°	Fragmento urbano	zona urbana de Manaus

Em cada um dos 13 igarapés, foi delimitado um trecho de 150 m, onde foram feitas coletas de dados ambientais e tomadas amostras de peixes (Loricariídeos) e perifíton (sempre no mesmo período do dia). As amostras de perifíton foram coletadas em três tipos de substrato: troncos, raízes submersas da vegetação ripária e touceiras da macrófita *Thurnia sphaerocephala* (Thurniaceae) (Figura 3).



**Figura 2.** Localização geográfica das reservas do Program Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF). As setas indicam reservas onde se encontram os igarapés que foram amostrados.

Fonte: <http://pdbff.inpa.gov.br/download/pdbcolpt.gif>



**Figura 3.** Representação esquemática dos pontos de amostragem.

Além dos igarapés localizados nas áreas de estudo do PDBFF, incluímos neste estudo um igarapé localizado em fragmento florestal presente na zona urbana da cidade de Manaus (Fragmento Samaúma). A inclusão desse local de amostragem teve como objetivo fornecer informações sobre os efeitos extremos da fragmentação florestal e de mudanças na qualidade da água sobre as comunidades de loricariídeos, a composição e abundância do perifíton, e seus efeitos na dieta dos peixes.

## 2.2. Variáveis ambientais

Para fins de caracterização do ambiente e análise das relações entre parâmetros ambientais, perifíton e loricariídeos, foram delimitados trechos de 150 m nos igarapés. Dentro deste trecho, em cinco pontos, foram medidas variáveis físicas e físico-químicas (temperatura da água, condutividade, oxigênio dissolvido e pH) a cada 30 m. As demais variáveis físicas (largura e profundidade do igarapé e velocidade da corrente) foram medidas em 10 pontos (intervalos de 15 m). Temperatura da água ( $^{\circ}\text{C}$ ), condutividade ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), oxigênio dissolvido ( $\text{mg}/\text{l}$ ) e pH foram medidos com uso de aparelhos eletrônicos portáteis. A profundidade da água foi medida utilizando um bastão graduado (em milímetros) em nove pontos ao longo de um transecto transversal à largura do igarapé, a qual foi mensurada com uso de trena. A velocidade da corrente ( $\text{m}/\text{s}$ ) foi estimada pela razão entre a distância percorrida ( $\text{m}$ ) por um flutuador (bóia) e o tempo ( $\text{s}$ ) gasto para percorrê-la, sendo feitas três medidas em cada ponto e os valores expressos em médias. A

partir dos valores de largura do canal, profundidade e velocidade da corrente, foi calculada a vazão ( $m^3/s$ ), expressa como a média dos dez pontos de medida em cada igarapé, de acordo com a seguinte fórmula:

$$V_z = V_c * A_{st} \quad (1.1)$$

onde

$$A_{st} = \Sigma ((\text{prof.}i + \text{prof.}j)/2) * (\text{Larg.}/10)$$

$V_z$  = vazão em cada ponto do igarapé

$V_c$  = velocidade da corrente em cada ponto

$A_{st}$  = área da seção transversal de cada ponto

prof.i e prof.j = profundidade de um ponto do transecto e do ponto seguinte

Larg = largura de cada ponto

A abertura do dossel (%) foi determinada por meio da análise de imagens do dossel (Engelbrecht & Herz, 2001), de acordo com o seguinte procedimento: com uma câmera fotográfica digital (Sony, modelo DSC-V1, lente 28 mm) foram tiradas fotos do dossel da floresta acima do canal dos igarapés em dez pontos do trecho de 150 m (intervalos de 15 m). Utilizando o programa Adobe Photoshop 7.0, tais fotos foram convertidas em arquivos bitmap em preto e branco, sendo pretas as partes com vegetação e brancas as partes com incidência de luz direta sobre o igarapé. Em seguida, foi analisado um histograma da quantidade de pontos (“pixels”) referentes à cor branca, calculando-se a razão desta pela quantidade total de pontos da imagem. A média dessas razões (em porcentagem) foi utilizada como medida da abertura do dossel.

### 2.3. Loricariídeos, perifíton e substratos

Seis espécies de loricariídeos (*Acestridium discus*, *Ancistrus* sp. 1, *Ancistrus* sp. 2, *Farlowella* cf. *smithi*, *Rineloricaria heteroptera* e *Rineloricaria* sp.) foram objeto de nosso estudo. A escolha das espécies e dos tipos de substratos (truncos submersos, raízes submersas e macrófitas, especialmente, *Thurnia sphaerocephala*) foi baseada em conhecimento prévio sobre o comportamento desses peixes e da área de estudo (J. Zuanon, com. pess.; obs. pess.). A abundância média dos tipos de substratos foi obtida por meio da estimativa visual da cobertura de cada tipo sob quadrados de área conhecida (1  $m^2$  dividido em quadrados menores de 20x20 cm) em dez pontos de cada trecho de igarapé (intervalos de 15 m). Em igarapés com largura inferior a 2 m, o quadrado foi posicionado no meio do

riacho em cada ponto de medida. Naqueles igarapés com largura superior a 2 m, o quadrado foi posicionado alternadamente junto à margem direita, no centro e junto à margem esquerda ao longo dos 10 pontos de medida.

### **2.3.1. Coleta de loricariídeos**

Para a coleta dos loricariídeos, foram utilizados apetrechos de coleta ativa (puçás e/ou peneiras), com esforço padronizado de duas pessoas coletando, dentro do trecho de 150 m, no sentido jusante-montante, explorando especificamente os substratos previamente selecionados para estudo (troncos, raízes e macrófitas). No igarapé Samaúma, em função de diferenças nas características ambientais, as coletas não ocorreram especificamente nesses substratos.

Os peixes coletados foram fixados imediatamente em formalina 10% e levados ao laboratório, onde foram identificados, contados e conservados em álcool 70%. Posteriormente foram tomadas medidas de comprimento total, comprimento-padrão e comprimento do tubo digestivo de cada exemplar (em mm), com uso de paquímetro digital. Os exemplares coletados serão depositados na Coleção de Peixes do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA).

### **2.3.2. Coleta de perifíton**

Em cada igarapé e após a coleta dos loricariídeos, porções dos três tipos de substratos foram removidas com uso de tesouras ou facas, e acondicionadas em frascos de vidro. Foram obtidas quatro amostras de perifíton de cada um destes substratos (uma, para análise qualitativa e três para análise quantitativa) em cada igarapé estudado. As amostras para análise qualitativa foram utilizadas para auxiliar na identificação das algas, caso isso não fosse possível durante a quantificação.

A remoção do perifíton presente em cada porção de substrato coletado foi feita em campo, após o término de cada coleta, por meio de raspagem de uma área padronizada (3,5 cm<sup>2</sup> para raízes e 21 cm<sup>2</sup> para cascas de tronco e folhas de macrófita) com uso de uma escova de cerdas macias. Essas amostras foram lavadas com água destilada permitindo-se que o líquido resultante fosse depositado em um frasco de vidro, completado com água destilada até um volume padronizado (50 ml nos frascos destinados à análise qualitativa do perifíton, e 100 ml para os frascos destinados à análise quantitativa). A fixação das amostras de perifíton para análise qualitativa foi feita com Solução de Transeau, adicionando-se 50 ml deste fixador. As amostras para análise quantitativa foram fixadas

com algumas gotas de Lugol e conservadas em local protegido da incidência de luz (Bicudo, 1990; Pompêo & Moschini-Carlos, 2003).

### 2.3.3. Riqueza, densidade e diversidade do perifíton

A análise qualitativa das amostras de perifíton, quando necessária, foi feita sob microscópio óptico. Os organismos foram identificados com auxílio de bibliografia adequada (e.g. Bicudo & Menezes, 2006). Para análise quantitativa, as amostras foram colocadas em câmaras de sedimentação para contagem dos organismos em campos aleatórios sob microscópio invertido, conforme Utermöhl (1958). A contagem foi feita campo a campo, até que fossem encontrados no mínimo 100 exemplares da espécie mais abundante ou até alcançar um número mínimo de campos analisados. A área mínima é determinada quando a adição de novas espécies cessa com o aumento de campos observados (Bicudo, 1990). O número mínimo de campos utilizados neste estudo foi, geralmente, 50. Após as contagens, o cálculo da densidade dos organismos foi feito segundo Schwarzbald (1992) a partir da fórmula:

$$N = (n_i * V / v) * (1/S) \quad (1.2)$$

onde

$$v = n_{cc} * h_c * a_c / 10^8$$

N = número de exemplares por cm<sup>2</sup>

n<sub>i</sub> = número de exemplares contados

V = volume da amostra com material raspado (ml)

v = volume dos campos contados

S = superfície do substrato em cm<sup>2</sup>

n<sub>c</sub> = número de campos contados

h<sub>c</sub> = altura da câmara (cm)

a<sub>c</sub> = área do campo

Com posse dos dados de densidade das espécies perifíticas, foi empregado o índice de diversidade de Shannon-Wiener (Shannon & Weaver, 1963) para cada amostra, a partir do cálculo:

$$H' = - \sum p_i * \log p_i \quad (1.3)$$

onde

$$p_i = N_i/N$$

$N_i$  = número total de exemplares

$N$  = número total de exemplares

#### 2.3.4. Riqueza, abundância e dieta dos loricariídeos

A riqueza de loricariídeos foi considerada como o número de espécies encontrado em cada igarapé. Com as medidas de comprimento dos indivíduos, foi calculada a razão Comprimento do Tubo Digestório/Comprimento Padrão (CTD/CP).

A identificação dos itens alimentares dos loricariídeos, a partir de seu conteúdo estomacal, foi realizada sob microscópio estereoscópico e microscópio óptico binocular, com auxílio de chaves de identificação e especialistas do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). Nos exemplares em que o estômago apresentava-se vazio, foi retirado o conteúdo do terço anterior do intestino.

O primeiro método utilizado para caracterizar a dieta das espécies foi Volume Relativo, que consiste na estimativa visual da porcentagem de volume ocupado por cada item alimentar (Hyslop, 1980; Zavala-Camim, 1996).

Em seguida, o conteúdo do tubo digestório de cada exemplar foi diluído em água destilada até completar 15 ml, fixado com Lugol e levado ao microscópio invertido para contagem de algas, de acordo com o método de Utermöhl (1958). A densidade de algas foi estimada a partir dos seguintes cálculos (Utermöhl, 1958):

$$F = (h \cdot ac \cdot nc) / 10^9 \quad (1.4)$$

$$N = n_i / F \quad (1.5)$$

onde

$F$  = fator de densidade

$h$  = altura da câmara de sedimentação (cm)

$ac$  = área do campo ( $\mu\text{m}$ )

$nc$  = número de campos contados

$N$  = densidade (orgs./L)

$n_i$  = número de exemplares contados

Com a finalidade de identificar a origem das algas ingeridas e as formas de tomada de alimento, as algas identificadas na dieta dos loricariídeos foram agrupadas em

categorias ecológicas, em função de seu habitat e hábitos mais comuns, como denominadas por Bicudo & Menezes (2006):

- Bêntos – algas, incluindo macroalgas, que vivem no fundo dos corpos d’água ou associados a algum substrato;
- Perifíton – microalgas, que se prendem firme ou frouxamente a algum substrato;
- Metafíton – algas flutuantes que vivem, em geral, frouxamente associados às plantas da zona litorânea dos ambientes aquáticos;
- Plâncton – algas que vivem em suspensão na coluna d’ água e são incapazes de vencer as correntes aquáticas.

#### 2.4. Análises estatísticas

Um teste de Kruskal-Wallis foi utilizado para analisar as diferenças entre os 13 igarapés em relação à abertura de dossel, substratos (abundâncias relativa e absoluta) e perifíton total. Uma análise de Componentes Principais (ACP) foi empregada para comparar as semelhanças estruturais e de abundância de perifíton entre os igarapés amostrados.

Buscando determinar quais fatores podem estar relacionados com a presença ou ausência das espécies de loricariídeos nos igarapés, foram realizados testes de Mann-Whitney (teste U) comparando as características ambientais desses igarapés (com e sem loricariídeos coletados). Dentro do grupo de igarapés com a presença de loricariídeos, foram realizados testes de Kruskal-Wallis, a fim de verificar as possíveis influências dos fatores abióticos e biológicos nas variações da abundância de loricariídeos (Zar, 1999).

Na análise da dieta dos loricariídeos, primeiramente, foi realizada uma análise de agrupamento das espécies em função do volume relativo dos itens alimentares no conteúdo estomacal, utilizando o método de ligação de Ward e distância percentual. Em seguida, comparou-se as abundâncias dos principais grupos de algas nas dietas dos loricariídeos (alimentação) e no perifíton (disponibilidade de alimento), empregando o Modelo Nulo sugerido por Schoener (1974) e Lawlor (1980) (*apud* Gotelli e Graves, 1996) (para casos em que o recurso não se encontra igualmente disponível para todas as espécies), a fim de obter a taxa real de utilização do recurso:

$$p_{ij} = a_{ij} R_j \quad (1.6)$$

em que  $p_{ij}$  é a utilização do recurso  $j$  pela espécie  $i$ ,  $R_j$  é a densidade relativa do recurso  $j$  (disponibilidade do alimento) e  $a_{ij}$  é a eletividade da espécie  $i$  pelo recurso  $j$  (alimentação).

Com base nos dados das “taxas reais” de utilização das classes de algas mencionadas acima, foi realizada uma nova análise de agrupamento, utilizando o método de ligação pela média de pares não ponderados e distância euclidiana, para comparar as similaridades nas dietas entre as espécies de loricariídeos. Todas as análises estatísticas foram realizadas com uso dos programas computacionais STATISTICA (*StatSoft Inc.*) e o *software* livre R ([www. r-project.org](http://www.r-project.org)).

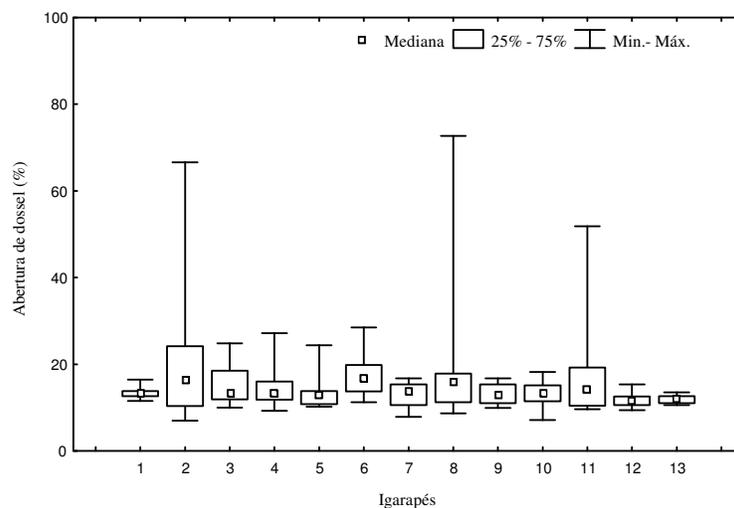
### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Características ambientais

Os valores médios obtidos para as medidas dos fatores abióticos nos igarapés estudados estão apresentados na Tabela 2. A profundidade variou entre 0,09 m (Samaúma) e 0,55 m (Dimona-Capoeira Ponte). A menor largura foi registrada no igarapé Dimona-Capoeira F10 (1,10 m) e a maior no igarapé Dimona-Capoeira Ponte (3,19 m). Velocidade e vazão também foram maiores no igarapé Dimona-Capoeira Ponte (0,476 m/s e 0,7 m<sup>3</sup>/s) e foram menores em Dimona-F100 (0,128 m/s e 0,028 m<sup>3</sup>/s). Os valores de temperatura variaram entre 24,38 °C (Porto Alegre-F100) e 26,22 °C (Dimona-Capoeira F10). A menor média de pH foi 3,01 (Dimona-Capoeira F10) e a maior foi 6,19 (Samaúma). Oxigênio dissolvido apresentou variação entre 2,35 mg/L (Porto Alegre-Pasto) e 4,92 mg/L (Km 41). Os valores extremos de condutividade foram 7,38 μS/cm (Dimona Capoeira-Ponte) e 123 μS/cm (Samaúma). Os igarapés apresentaram, em média, baixos valores de abertura de dossel, tendo variado de 11,73% (Km 41-Mata Contínua) a 21,14% (Cidade de Powell-Capoeira). As maiores medianas foram encontradas nos igarapés Porto Alegre-Pasto, Cidade de Powell e Dimona-F10 (Figura 4), no entanto, não houve diferença significativa entre os igarapés para abertura de dossel [H(12, N=130)=16,43; p=0,1722].

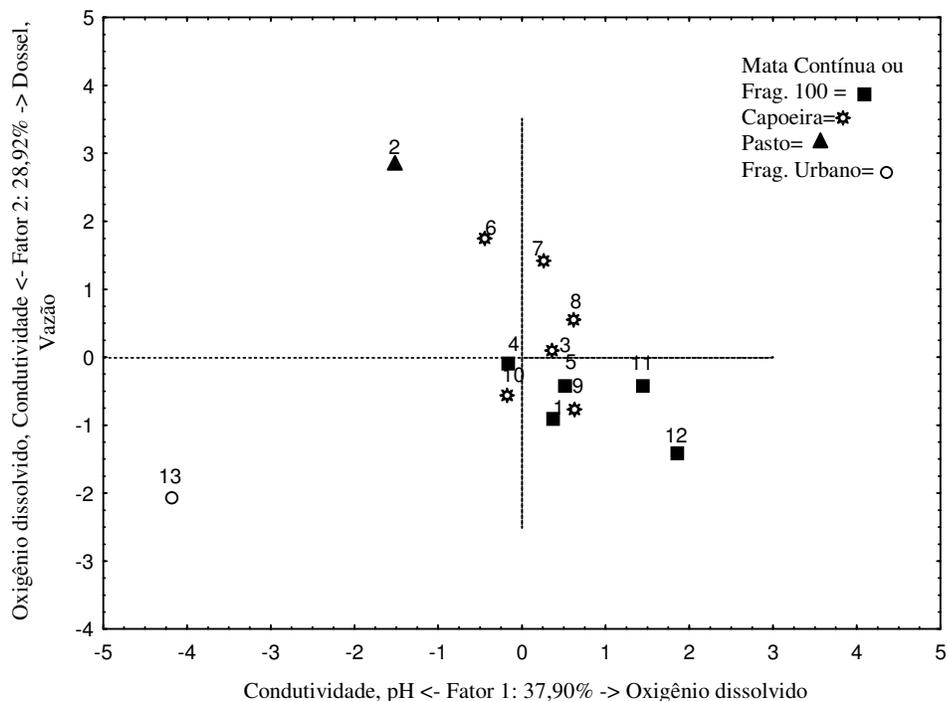
**Tabela 2.** Valores médios e desvio padrão (d.p.) de fatores abióticos medidos em igarapés de terra firme da região de Manaus.

Igarapé	Profundidade (m.)	Largura (m.)	Velocidade da corrente (m/s)	Vazão (m <sup>3</sup> /s)	Temperatura (°C)	pH	Oxigênio dissolvido (mg/L)	Condutividade (μS/cm)	Abertura de Dossel (%)
Porto Alegre-Frag. 100	0,19	1,74	0,14	0,04	24,38	4,49	3,62	8,84	13,48
± d.p.	0,06	0,48	0,11	0,02	0,04	0,28	0,09	0,09	1,29
Porto Alegre-Pasto	0,30	1,53	0,14	0,52	25,72	4,62	2,35	8,60	21,04
± d.p.	0,08	0,37	0,13	0,53	0,13	0,26	0,33	0,57	17,06
Porto Alegre-Acamp.	0,37	2,19	0,27	0,19	24,92	3,97	3,85	9,92	14,87
± d.p.	0,09	0,35	0,12	0,09	0,04	0,49	0,04	0,18	4,63
Dimona-Frag.100	0,15	1,33	0,13	0,03	25,22	4,09	3,40	9,62	14,85
± d.p.	0,07	0,40	0,10	0,05	0,04	0,06	0,19	0,23	5,06
Dimona-Mata Contínua	0,46	2,83	0,31	0,34	24,70	4,46	4,14	7,62	14,05
± d.p.	0,10	0,53	0,07	0,06	0,00	0,23	0,09	0,04	4,59
Dimona-Capoeira F10	0,20	1,10	0,26	0,05	26,22	3,01	2,99	7,90	17,53
± d.p.	0,08	0,54	0,14	0,03	0,11	0,97	0,31	0,25	5,11
Dimona-Capoeira Ponte	0,55	3,19	0,48	0,70	25,54	3,62	3,72	7,38	13,08
± d.p.	0,09	0,53	0,13	0,12	0,05	1,45	0,06	0,04	2,91
Cidade Powel-Capoeira	0,33	2,28	0,29	0,19	24,72	4,37	4,13	9,06	21,14
± d.p.	0,15	0,55	0,12	0,13	0,08	0,14	0,20	0,15	19,27
Florestal-Capoeira	0,22	1,88	0,19	0,06	24,64	3,88	3,69	10,26	13,13
± d.p.	0,07	0,47	0,09	0,03	0,17	0,35	0,21	0,05	2,44
Cabo Frio-Capoeira	0,30	1,46	0,32	0,11	25,68	4,44	4,23	9,08	13,24
± d.p.	0,17	0,36	0,09	0,07	0,04	0,11	0,18	0,08	3,39
Cabo Frio-Mata Contínua	0,23	1,69	0,16	0,06	24,58	3,68	4,50	10,44	17,90
± d.p.	0,05	0,34	0,09	0,04	0,08	0,51	0,10	0,11	12,50
Km 41-Mata Contínua	0,22	1,72	0,31	0,11	24,60	3,47	4,92	8,48	11,73
± d.p.	0,06	0,31	0,15	0,08	0,07	0,70	0,11	0,22	1,67
Samatúma-Frag. Urbano	0,09	2,00	0,16	0,04	25,90	6,19	3,10	123,00	12,06
± d.p.	0,06	0,87	0,14	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	1,13



**Figura 4.** Abertura do dossel (%) em igarapés de terra firme da região de Manaus. 1 = igarapé Porto Alegre-F100; 2 = Porto Alegre-Pasto; 3 = Porto Alegre-Acampamento; 4 = Dimona-F100; 5 = Dimona-Mata Contínua; 6 = Dimona-F10; 7 = Dimona-Capoeira Ponte; 8 = Cidade de Powel; 9 = Florestal; 10 = Cabo Frio-Capoeira; 11 = Cabo Frio-Mata Contínua; 12 = Km 41; 13 = Samaúma.

A distribuição dos igarapés em relação às características abióticas gerada pela Análise de Componentes Principais é apresentada na Figura 5. As componentes 1 e 2 representam 66,82% da variância total acumulada. As variáveis que mais influenciaram o eixo 1 foram oxigênio dissolvido (0,71), condutividade (-0,83) e pH (-0,77); e o eixo 2 foram abertura de dossel (0,71), vazão (0,62), oxigênio dissolvido(-0,54), e condutividade (-0,46). Observou-se que o igarapé Samaúma (13) é o que mais se distancia dos demais, principalmente em função dos maiores valores de condutividade e pH. Os igarapés Porto Alegre-Pasto (2), Dimona-F10 (6) Dimona-Capoeira Ponte (7) e Cidade Powel (8) destacam-se devido, especialmente, aos maiores valores de abertura de dossel e valores extremos de vazão. Destaca-se ainda o igarapé Km 41, especialmente pelo alto teor de oxigênio dissolvido.



**Figura 5.** Distribuição dos igarapés em função das características abióticas, obtida a partir de uma Análise de Componentes Principais (componentes 1 e 2, representando 66,82% da variância total acumulada). 1 = igarapé Porto Alegre-F100; 2 = Porto Alegre-Pasto; 3 = Porto Alegre-Acampamento; 4 = Dimona-F100; 5 = Dimona-Mata Contínua; 6 = Dimona-F10; 7 = Dimona-Capoeira Ponte; 8 = Cidade de Powel; 9 = Florestal; 10 = Cabo Frio-Capoeira; 11 = Cabo Frio-Mata Contínua; 12 = Km 41; 13 = Samaúma.

A cobertura dos três tipos de substratos analisados (tronco, raiz e macrófita) no leito dos igarapés é apresentada na Tabela 3. Em relação à área total coberta pelos três tipos de substratos, os igarapés foram significativamente diferentes [ $H(12, N=65)=29,72$ ;  $p=0,003$ ], sendo que as maiores disponibilidades desses substratos foram encontradas nos igarapés Porto Alegre-Acampamento, Cabo Frio-Capoeira, Cabo Frio-Mata Contínua, Dimona-Capoeira Ponte e Km 41-Mata Contínua. Em geral, foram encontrados mais troncos do que raízes, e mais raízes do que macrófitas nos igarapés [ $H(12, N=65)=46,08$ ;  $p=0,000$ ]. Comparando a disponibilidade de cada tipo de substrato entre os igarapés, observou-se maior quantidade de troncos nos igarapés Porto Alegre-Acampamento, Dimona-Capoeira Ponte e Cabo Frio-Mata Contínua [ $H(12, N=130)=22,92$ ;  $p=0,028$ ], e maior área de macrófitas no igarapé Porto Alegre-Acampamento, Cabo Frio-Capoeira e Dimona-Capoeira Ponte [ $H(12, N=130)=38,25$ ;  $p=0,0001$ ]. Não houve diferença significativa entre os igarapés para a disponibilidade de raízes submersas.

**Tabela 3.** Média de cobertura de substrato nos leitos dos igarapés de terra firme da região de Manaus (área por m<sup>2</sup>). N = 10 (medições por igarapé).

Igarapés	Troncos	Raízes	Macrófitas
Porto Alegre-Frag. 100	0,16	0,17	0,00
± d.p.	0,00	0,16	0,28
Porto Alegre-Pasto	0,06	0,16	0,00
± d.p.	0,00	0,13	0,24
Porto Alegre-Acamp.	0,24	0,10	0,15
± d.p.	0,15	0,15	0,13
Dimona-Frag.100	0,07	0,05	0,04
± d.p.	0,08	0,08	0,08
Dimona-Mata Contínua	0,10	0,09	0,00
± d.p.	0,00	0,15	0,12
Dimona-Capoeira F10	0,02	0,05	0,00
± d.p.	0,00	0,06	0,12
Dimona-Capoeira Ponte	0,22	0,03	0,11
± d.p.	0,21	0,20	0,10
Cidade Powel-Capoeira	0,10	0,04	0,01
± d.p.	0,04	0,22	0,09
Florestal-Capoeira	0,12	0,09	0,00
± d.p.	0,00	0,19	0,14
Cabo Frio-Capoeira	0,18	0,10	0,09
± d.p.	0,16	0,23	0,18
Cabo Frio-Mata Contínua	0,16	0,08	0,02
± d.p.	0,05	0,13	0,10
Km 41-Mata Contínua	0,17	0,08	0,00
± d.p.	0,00	0,18	0,12
Samaúma-Frag. Urbano	0,13	0,06	0,00
± d.p.	0,00	0,12	0,09

### 3.2. Disponibilidade de perifíton

Foram identificados 139 táxons no total das amostras de perifíton coletadas nos substratos dos igarapés (Tabela 4). Os organismos identificados representam 13 classes taxonômicas e uma categoria denominada “Outros”, na qual foram agrupados organismos que não se enquadram na classificação das algas (Tabela 4). Essas 13 Classes são as seguintes, com suas respectivas contribuições em número de táxons: Bacillariophyceae (11); Coscinodiscophyceae (1); Chlamydoephyceae, (1); Chlorophyceae (23); Chrysophyceae (3); Cryptophyceae (4); Cyanophyceae (41); Dinophyceae (3); Euglenophyceae (7); Fragilariophyceae (1); Oedogoniophyceae (4); Xanthophyceae (12); e Zygnemaphyceae (11). A categoria “Outros” contribuiu com 17 ocorrências.

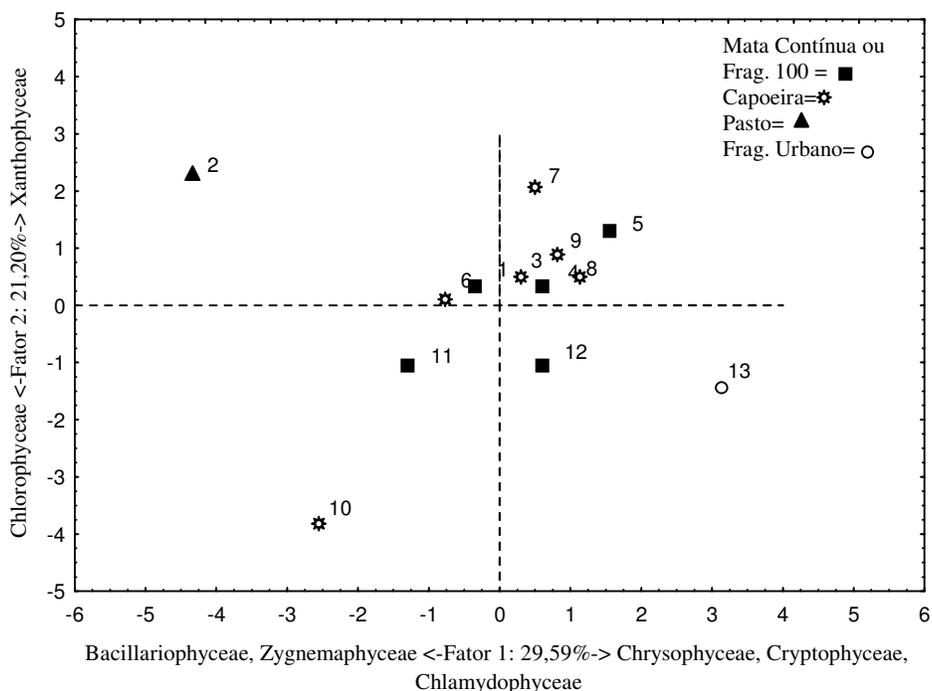
A densidade total de perifíton (combinando os três tipos de substratos) não apresentou diferença significativa entre os igarapés amostrados [ $H(12, N=117)=9,52$ ;  $p=0,6575$ ], assim como a diversidade de espécies de algas [ $H(12, N=117)=18,05$ ;  $p=0,1139$ ]. Porém, foi observada diferença significativa de densidade comparando-se os

substratos de todos os igarapés [ $H(2, N=117)=38,93; p=0,000$ ]. Houve maior densidade perifítica em raízes do que em troncos, e maior em troncos do que em macrófitas. Os valores de densidade perifítica variaram entre 122 orgs./cm<sup>2</sup> (no substrato macrófita do igarapé Dimona-Capoeira Ponte) e 82.562 orgs./ cm<sup>2</sup> (raízes do Cabo Frio-Capoeira).

Em relação à densidade das diferentes Classes de algas nas amostras de perifíton obtidas nos igarapés estudados (Figura 6), verifica-se uma diferenciação na composição florística entre eles. O igarapé Samaúma destaca-se em função das maiores abundâncias de Chrysophyceae, Chlamydomphyceae e Cryptophyceae. O igarapé Cabo Frio-Capoeira separou-se dos demais por maior influência das densidades elevadas de Chlorophyceae e menor de Bacillariophyceae (diatomáceas) e Zygnemaphyceae. Porto Alegre-Pasto apresentou separação por efeitos de maiores densidades de Bacillariophyceae, Zygnemaphyceae e Xanthophyceae. As componentes 1 e 2 representam 50,79% da variância total acumulada. As variáveis que mais influenciaram o eixo 1 foram Chrysophyceae (0,51), Cryptophyceae (0,49), Chlamydomphyceae (0,48), Zygnemaphyceae (-0,70) e Bacillariophyceae (-0,69); e o eixo 2 foram Xanthophyceae (0,49) e Chlorophyceae (-0,77).

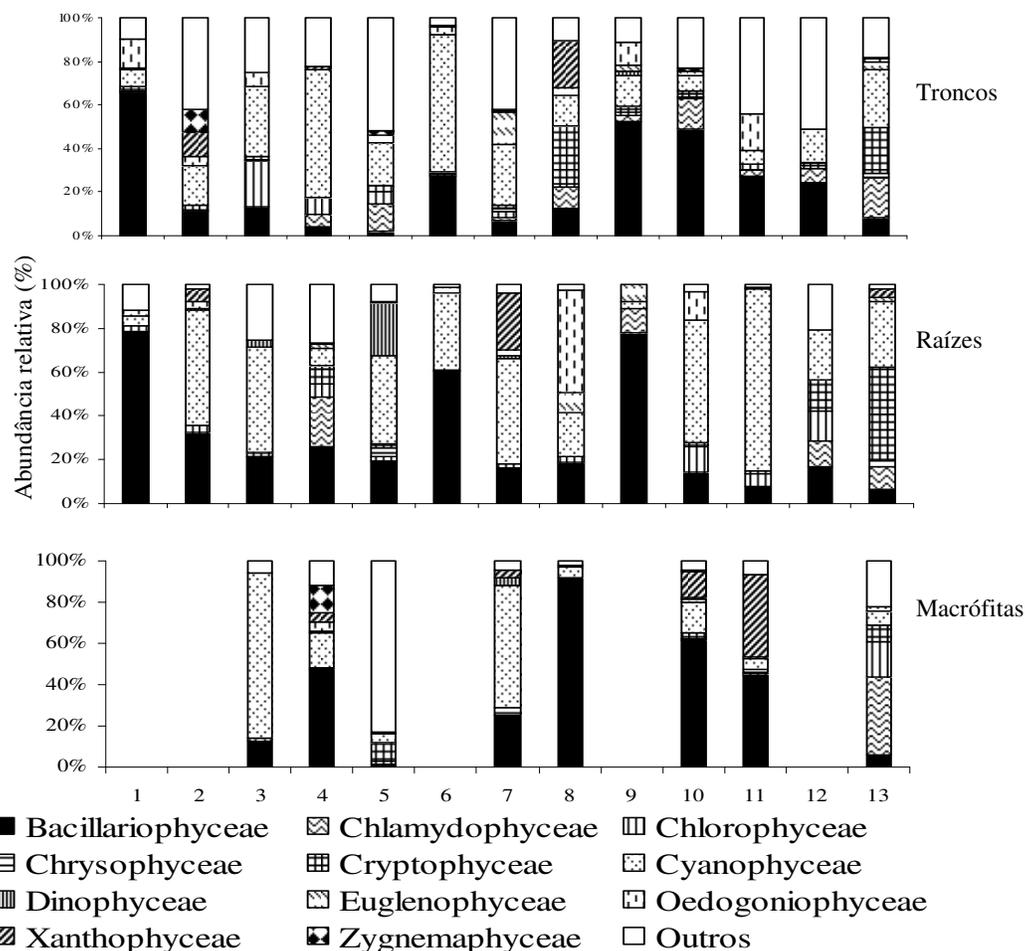
**Tabela 4.** Lista de táxons encontrados no perifíton de 13 igarapés de terra firme da região de Manaus.

<b>Táxons encontrados no perifíton dos 13 igarapés estudados</b>			
<b><u>Bacillariophyta</u></b>	<i>Closteriopsis</i> spp.	Xanthophyceae 3	Cyanophyceae 7
<b><u>Bacillariophyceae</u></b>	<i>Crucigenia tetrapedia</i>	Xanthophyceae 4	Cyanophyceae 8
<i>Actinella</i> spp.	<i>Enteromorpha</i> spp.	Xanthophyceae 5	Cyanophyceae 9
<i>Cymbella</i> spp.	<i>Kirchneriella</i> spp.	Xanthophyceae 6	Cyanophyceae filamentosa
<i>Eunotia</i> spp.	<i>Monoraphidium</i> spp.	<b><u>Cryptophyta</u></b>	<i>Merismopedia</i> spp.
<i>Frustulia</i> spp.	<i>Oocystis</i> spp.	<b><u>Cryptophyceae</u></b>	Nostocaceae
<i>Gomphonema</i> spp.	<i>Phycopeltis</i> . cf. <i>arundinacea</i>	<i>Chilomonas</i> spp.	Nostocales
Naviculaceae	<b><u>Oedogoniophyceae</u></b>	<i>Cryptomonas</i> spp.	Oscillatoriaceae
Pennales	<i>Bulbochaete</i> spp.	Cryptophyceae	Oscillatoriales
Pennales 1	<i>Oedocladium</i> spp.	Cryptophyceae 1	Oscillatoriales 1
<i>Pinnularia</i> spp.	Oedogoniophyceae	<b><u>Dinophyta</u></b>	Oscillatoriales 2
<i>Stauroneis</i> spp.	<i>Oedogonium</i> spp.	<b><u>Dinophyceae</u></b>	Oscillatoriales 3
<i>Surirella</i> spp.	<b><u>Zygnemaphyceae</u></b>	Dynophyceae	Oscillatoriales 4
<b><u>Coscinodiscophyceae</u></b>	<i>Actinotaenium</i> . cf. <i>cucúrbita</i>	<i>Gymnodinium</i> spp.	Oscillatoriales 5
<i>Aulacoseira</i> spp.	<i>Actinotaenium</i> spp.	<i>Peridinium</i> spp.	Oscillatoriales 6
<b><u>Fragilariophyceae</u></b>	<i>Closterium</i> spp.	<b><u>Cyanophyta</u></b>	Oscillatoriales 7
<i>Fragilaria</i> spp.	<i>C. cf. lapponicum</i>	<b><u>Cyanophyceae</u></b>	Pseudoanabaenaceae
<b><u>Chlorophyta</u></b>	<i>C. cf. tinctum</i>	Anabaenaceae	Stigonemataceae
Chlorophyta 1	<i>Cosmarium</i> spp.	<i>Aphanocapsa</i> spp.	Stigonematales
Chlorophyta 2	Desmidiaceae	cf. <i>Jaaginema</i> spp.	<i>Synechocystis</i> spp.
Chlorophyta 3	<i>Euastrum</i> spp.	cf. <i>Johannesbaptistia</i> sp.	<b><u>Euglenophyta</u></b>
Chlorophyta 4	<i>Mougeotia</i> spp.	Chroococcales	<b><u>Euglenophyceae</u></b>
Chlorophyta filamentosa	Mesotaeniaceae	Chroococcales 1	<i>Euglena</i> spp.
<b><u>Chlamydomphyceae</u></b>	<i>Spyrogyra</i> spp.	Chroococcales 2	Euglenales
<i>Chlamydomonas</i> spp.	<b><u>Chrysophyta</u></b>	Chroococcales 3	Euglenophyceae
<b><u>Chlorophyceae</u></b>	<b><u>Chrysophyceae</u></b>	Chroococcales 4	<i>Strombomonas</i> spp.
<i>Botryococcus</i> spp.	Chromulinacea	Chroococcales 5	<i>Trachelomonas</i> cf. <i>similis</i>
Chlorococcales	Chrysophyceae	Chroococcales 6	<i>T. cf. volvocina</i>
Chlorococcales 1	<i>Mallomonas</i> spp.	Chroococcales 7	<i>Trachelomonas</i> spp.
Chlorococcales 2	<b><u>Xanthophyceae</u></b>	Chroococcales 8	<b><u>Outros</u></b>
Chlorococcales 3	cf. <i>Heterococcus</i> spp.	<i>Chroococcus</i> spp.	Copepoda
Chlorococcales 4	cf. <i>Heterodendron</i> spp.	Cyanophyceae	Copepodito
Chlorococcales 5	<i>Characiopsis</i> spp.	Cyanophyceae 1	Ciclopoida
Chlorophyceae	<i>Psephonema</i> .cf. <i>aenigmaticum</i>	Cyanophyceae 2	Fungi
Chlorophyceae 1	<i>Tribonema</i> spp.	Cyanophyceae 3	Helminto
Chlorophyceae 2	Xanthophyceae	Cyanophyceae 4	Nematoda
Chlorophyceae filamentosa	Xanthophyceae 1	Cyanophyceae 5	Protozoa
	Xanthophyceae 2	Cyanophyceae 6	Rotifera
			Sinchaeta
			Tecamaeba



**Figura 6.** Distribuição dos igarapés em função das Classes de algas perifíticas, obtida a partir de uma Análise de Componentes Principais (componentes 1 e 2, representando 50,79 % da variância total acumulada). 1 = igarapé Porto Alegre-F100; 2 = Porto Alegre-Pasto; 3 = Porto Alegre-Acampamento; 4 = Dimona-F100; 5 = Dimona-Mata Contínua; 6 = Dimona-F10; 7 = Dimona-Capoeira Ponte; 8 = Cidade de Powel; 9 = Florestal; 10 = Cabo Frio-Capoeira; 11 = Cabo Frio-Mata Contínua; 12 = Km 41; 13 = Samaúma.

Comparando a abundância relativa das Classes de algas entre os tipos de substrato nos igarapés, percebem-se algumas variações quanto à dominância das algas presentes (Figura 7). Em troncos, a comunidade perifítica apresentou organismos da categoria Outros como dominantes em cinco dos 13 igarapés, seguidos por Cyanophyceae (em quatro igarapés) e diatomáceas (em três). No caso de raízes, Cyanophyceae apresentou maior abundância em sete igarapés e Bacillariophyceae predominou em três igarapés. As macrófitas estiveram presentes apenas em oito dos 13 igarapés amostrados, metade dos quais apresentou Bacillariophyceae como dominante na comunidade perifítica desse substrato.



**Figura 7.** Abundância relativa das classes de algas do perifíton encontrado em três diferentes substratos de igarapés de terra firme da região de Manaus. 1 = igarapé Porto Alegre-F100; 2 = Porto Alegre-Pasto; 3 = Porto Alegre-Acampamento; 4 = Dimona-F100; 5 = Dimona-Mata Contínua; 6 = Dimona-F100; 7 = Dimona-Capoeira Ponte; 8 = Cidade de Powel; 9 = Florestal; 10 = Cabo Frio-Capoeira; 11 = Cabo Frio-Mata Contínua; 12 = Km 41; 13 = Samaúma.

### 3.3. Ocorrência, abundância e dieta dos loricariídeos

Os loricariídeos foram registrados em apenas quatro dos 13 igarapés amostrados, totalizando 139 indivíduos coletados (Tabela 5). *Acestridium discus* ocorreu nos igarapés Dimona-Mata Contínua (4 exemplares, em raízes) e Dimona-Capoeira Ponte (1 em tronco, 1 em raízes e 5 em macrófitas). *Ancistrus* sp. 1 ocorreu em troncos dos igarapés Dimona-Mata Contínua e Dimona-Capoeira Ponte (1 e 2 exemplares, respectivamente); em raízes e macrófitas no igarapé Dimona-Capoeira Ponte (1 em cada tipo de substrato); e em troncos do igarapé Cidade de Powel (6 exemplares). *Ancistrus* sp. 2 foi encontrado apenas no igarapé Samaúma e foi a espécie com maior abundância (79 exemplares). *Farlowella* cf. *smithi* foi coletada em troncos (2 ex.), raízes (6 ex.) e macrófitas (14 ex.) do igarapé

Dimona-Capoeira Ponte. *Rineloricaria heteroptera* foi a espécie com menor abundância (apenas 3 exemplares: 1 em tronco e 2 em raízes) e ocorreu apenas no igarapé Dimona-Capoeira Ponte. Assim como *Ancistrus* sp. 2, *Rineloricaria* sp. também foi coletada apenas no igarapé Samaúma, porém em número bem menor (13 exemplares). O igarapé Dimona Capoeira-Ponte apresentou maior riqueza de loricariídeos (4) do que os demais igarapés (Tabela 5).

**Tabela 5.** Riqueza e abundância (nº de exemplares coletados) de seis espécies de loricariídeos em quatro igarapés de terra firme da região de Manaus.

Igarapé	<i>A. discus</i>	<i>Ancistrus</i> sp. 1	<i>Ancistrus</i> sp. 2	<i>F. cf. smithi</i>	<i>R. heteroptera</i>	<i>Rineloricaria</i> sp.	Total
Dimona M.C.	4	1	0	0	0	0	5
Dimona C.P.	7	4	0	22	3	0	36
Cid. Powel	0	6	0	0	0	0	6
Samaúma	0	0	79	0	0	13	92
Total	11	11	79	22	3	13	139

Os valores médios de comprimento-padrão para os exemplares de loricariídeos coletados variaram entre 19,9mm (*Ancistrus* sp. 1) e 67,7mm (*Rineloricaria* sp.), enquanto os valores médios para a relação CTD/CP variaram entre 1,1 (*Acestridium discus*) e 11,3 (*Ancistrus* sp. 2), sendo esta consideravelmente maior do que as médias das relações das demais espécies (Tabela 6).

**Tabela 6.** Comprimento padrão (CP) e razão comprimento do tubo digestivo/comprimento padrão (CTD/CP) dos exemplares loricariídeos coletados em quatro igarapés de terra firme da região de Manausp.

Espécie	n	CP (mm)		CTD/CP	
		mín. - máx.	média	mín. - máx.	média
<i>Acestridium discus</i>	11	27,1 - 62,7	46,3	0,5 - 1,5	1,1
<i>Ancistrus</i> sp. 1	10	11,6 - 36,2	19,9	1,8 - 11,8	5,7
<i>Ancistrus</i> sp. 2	12	13,1 - 47,1	27,0	3,7 - 18,3	11,3
<i>Farlowella cf. smithii</i>	22	12,6 - 117,2	62,9	0,4 - 2,4	1,5
<i>R. heteroptera</i>	3	42,4 - 66,8	57,4	1,2 - 1,9	1,7
<i>Rineloricaria</i> sp.	12	25,7 - 83,1	67,7	0,8 - 2,6	1,9

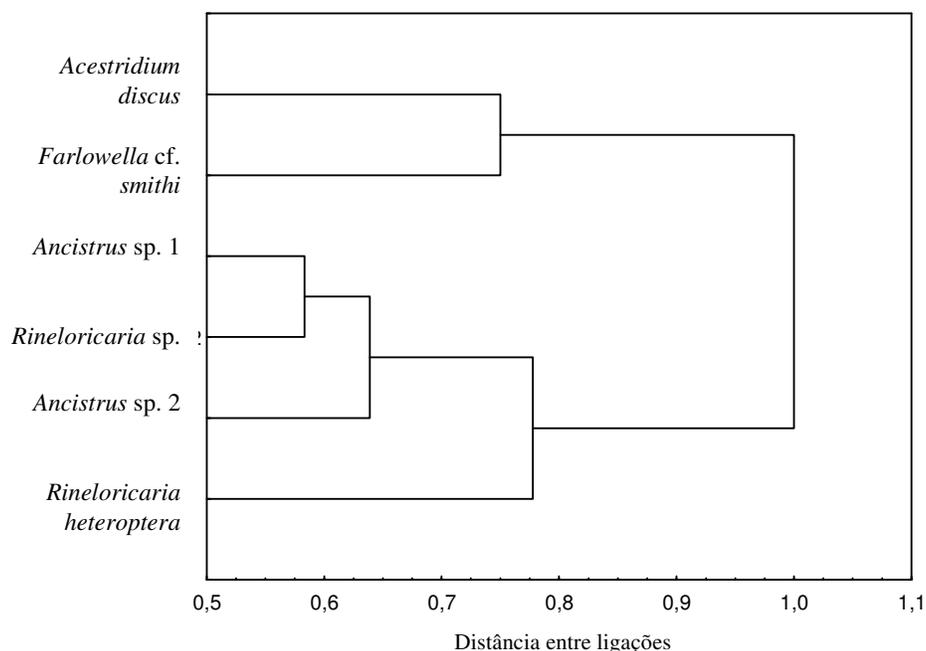
A análise inicial do conteúdo do trato digestório dos loricariídeos sob lupa demonstrou a presença de 12 tipos de itens alimentares, com volumes relativos médios para cada espécie apresentados na Tabela 7. Algas ocorreram na dieta de quase todas as espécies, variando entre 0,15 e 14,17% (valores referentes ao volume de algas de tamanho observável sob a lupa). Essas algas foram, posteriormente, quantificadas em maior detalhe sob microscópio ótico invertido. Detritos e larvas de insetos ocorreram no conteúdo do tubo digestório de todas as espécies de loricariídeos coletadas. Detritos predominaram na dieta de cinco espécies (44 – 65%). Apenas em *Rineloricaria heteroptera* larvas de insetos constituíram o principal tipo de alimento consumido (71%). Dípteros adultos foram

encontrados apenas na dieta de *Ancistrus* sp. 2 (0,3%) e efemerópteros ocorreram apenas no conteúdo estomacal de *Rineloricaria heteroptera* (6%). Areia e fragmentos vegetais foram encontrados nos tratos digestórios de todas as espécies, exceto em *Rineloricaria heteroptera* (areia) e em *Acestridium discus* (fragmentos vegetais). Fragmentos vegetais foram mais representativos na dieta das duas espécies de *Ancistrus* do que na dieta das demais espécies. *Rineloricaria* sp. apresentou dieta baseada em detritos, areia e fragmento vegetal, em ordem decrescente.

**Tabela 7.** Itens alimentares presentes, em média, no conteúdo do trato digestório de seis espécies de loricariídeos coletadas em quatro igarapés da região de Manaus. Valores expressos em porcentagem (%). N.I.= itens não identificados. N.O.= algas não observadas sob lupa.

Espécies	<i>A. discus</i>	<i>Ancistrus</i> sp. 1	<i>Ancistrus</i> sp. 2	<i>F. cf. smithii</i>	<i>R. heteroptera</i>	<i>Rineloricaria</i> sp.
Nº de exemplares	11	10	12	20	3	12
Algas	2,82	0,15	N.O.	2,93	14,17	N.O.
Areia	16,36	2,90	21,42	23,30	0,00	22,08
Detritos	59,59	65,80	51,08	56,10	3,00	44,08
Dípteros adultos	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
Efemerópteros	0,00	0,00	0,00	0,00	6,67	0,00
Fragmento Vegetal	0,00	25,50	26,42	9,70	4,33	19,67
Larvas de insetos	7,27	0,15	0,25	1,43	71,33	12,92
Nematóides	12,23	0,00	0,42	1,00	0,00	0,00
N.I.	0,82	0,00	0,00	1,60	0,00	0,00
Ovos-microcrustáceo	0,00	5,00	0,00	3,65	0,17	0,00
Restos-inseto adulto	0,00	0,00	0,00	0,30	0,00	0,00
Restos-inseto imaturo	0,00	0,50	0,50	0,00	0,33	1,25

Com base nas abundâncias relativas dos itens alimentares encontrados no conteúdo do tubo digestório, as espécies de loricariídeos estudadas compuseram dois grupos principais (Figura 8). Um grupo foi formado por *Acestridium discus* e *Farlowella* cf. *smithii*, que tiveram suas dietas baseadas no consumo de detritos. O segundo grupo foi formado por *Rinelocaria heteroptera*, *Ancistrus* sp. 2, *Ancistrus* sp. 1 e *Rineloricaria* sp., provavelmente devido a semelhanças no consumo de fragmentos vegetais. *Ancistrus* sp. 1 e *Rineloricaria* sp. foram as mais similares entre si, separando-se de *Ancistrus* sp. 2 em função da presença de dípteros adultos e nematóides na dieta deste último loricariídeo, e, posteriormente, separando-se de *Rinelocaria heteroptera* por esta ter consumido predominantemente larvas de insetos. *Ancistrus* sp. 1, *Rineloricaria* sp. e *Ancistrus* sp. 2 foram mais similares entre si do que *Acestridium discus* e *Farlowella* cf. *smithii*, que diferiram entre si quanto à ingestão de fragmentos vegetais e ovos de microcrustáceo.



**Figura 8.** Agrupamento de seis espécies de loricariídeos coletadas em quatro igarapés da região de Manaus, baseado em uma matriz de itens alimentares encontrados em sua dieta (dados de volume relativo) (método de ligação de Ward e distância percentual).

A densidade mediana de algas na dieta dos loricariídeos variou de 12,9 a 28,4 orgs./ml entre as espécies estudadas, sendo que a menor densidade ocorreu em *A. discus* e a maior em *Rineloricaria* sp.. Percebe-se uma grande amplitude de variação nas densidades mínima e máxima de algas presentes na dieta de *A. discus* quando comparada à de *Rineloricaria* sp. (Tabela 8). Houve diferença estatisticamente significativa para as densidades de algas entre as espécies [ $H(5, N=68)=11,48; p=0,042$ ], sendo que as maiores medianas foram encontradas em *Rineloricaria* sp., *Ancistrus* sp. 2 e *Rineloricaria heteroptera*.

**Tabela 8.** Valores mínimos, máximos e medianas da densidade de algas (orgs./ml) encontradas nos conteúdos estomacais dos loricariídeos.

Espécie	n	Algas (orgs./ml)	
		mín. - máx.	mediana
<i>Acestoridium discus</i>	11	8,2 - 112,4	12,9
<i>Ancistrus</i> sp. 1	10	9,8 - 55,8	14,6
<i>Ancistrus</i> sp. 2	12	14,3 - 52,4	20,8
<i>Farlowella</i> cf. <i>smithii</i>	20	7,3 - 48,2	14,0
<i>R. heteroptera</i>	3	11,7 - 34,0	18,4
<i>Rineloricaria</i> sp.	12	14,7 - 29,4	28,4

Dentre as algas presentes na dieta dos peixes, foram identificados 80 táxons, reunidos em 11 classes taxonômicas (Tabela 9). Bacillariophyceae, Chrysophyceae, Cryptophyceae, Cyanophyceae e Euglenophyceae estiveram representadas na dieta de todas as espécies de loricariídeos. Chrysophyceae apresentou os maiores valores de abundância relativa na dieta dos loricariídeos examinados, totalizando 83% em *Ancistrus* sp. 2 e 90% em *Rineloricaria* sp.. Essa mesma classe também apresentou maior abundância relativa nos conteúdos estomacais de *Ancistrus* sp. 1 (41%) e *Rineloricaria heteroptera* (47%), embora com menor grau de dominância. As diatomáceas (Bacillariophyceae) predominaram na dieta de *Acestridium discus* (66%) e *Farlowella* cf. *smithi* (43%). As abundâncias médias das outras classes foram relativamente baixas para todas as espécies, não ultrapassando 16%. Nenhuma das classes foi exclusiva à dieta de uma das espécies de loricariídeos, porém Dinophyceae foi representada apenas nas dietas de *Acestridium discus* e *Ancistrus* sp. 1.

**Tabela 9.** Classes de algas presentes, em média, na dieta de seis espécies de loricariídeo coletados em quatro igarapés de terra firme da região de Manaus. Valores expressos em porcentagem (%).

Espécies	<i>A. discus</i>	<i>Ancistrus</i> sp. 1	<i>Ancistrus</i> sp. 2	<i>F. cf. smithi</i>	<i>R. heteroptera</i>	<i>Rineloricaria</i> sp.
Nº de exemplares	11	10	12	20	3	12
Bacillariophyceae	66,54	14,90	2,16	43,36	23,22	2,54
Chlamydothyceae	0,96	0,47	0,00	1,49	0,00	0,00
Chlorophyceae	3,86	1,65	0,61	1,84	15,38	0,00
Chrysophyceae	16,17	41,01	83,50	37,32	47,20	90,59
Cryptophyceae	1,22	4,74	3,49	3,63	4,20	5,68
Cyanophyceae	7,01	14,46	7,64	3,50	1,69	0,93
Dinophyceae	0,96	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00
Euglenophyceae	0,71	0,87	0,50	0,79	1,69	0,07
Oedogoniophyceae	0,50	6,14	0,30	2,03	0,00	0,00
Xanthophyceae	0,00	0,29	0,12	0,05	0,43	0,00
Zygnemaphyceae	0,48	0,00	0,00	0,40	2,35	0,00
Outros	1,62	15,30	1,68	5,60	3,83	0,19

Dentre as diatomáceas, os gêneros mais freqüentes foram *Eunotia*, *Frustulia*, *Gomphonema*, *Navicula* e *Pinnularia*. Constituindo as Chlorophyta, os táxons mais freqüentes foram Chlorococcales, *Phycopeltis* cf. *arundinacea* e *Oedogonium* spp.. *Cryptomonas* spp. e *Chroomonas* cf. *communata* apareceram mais dentre as Cryptophyta na dieta dos loricariídeos. Entre as cianofíceas, as filamentosas Oscillatoriales apresentaram freqüência elevada de ocorrência nos conteúdos alimentares. *Trachelomonas* foi a que melhor representou as Euglenophytas e, dentre as Chrysophyceae, Chromulinacea e Ochromonadacea foram as famílias mais representativas. Da categoria Outros, rotíferos apresentaram as maiores freqüências na dieta dos loricariídeos analisados.

Comparando-se as dietas das espécies dentro de cada igarapé (Anexo), foi observado que, no igarapé Dimona-Capoeira Ponte, *A. discus*, *Ancistrus* sp. 1 e *F. cf. smithi* apresentaram consumo predominante de detritos (variando entre 43 e 70%), e *Rineloricaria heteroptera* teve 71% de sua dieta baseada em larvas de insetos. O consumo de algas variou bastante, principalmente de diatomáceas (74% - *A. discus*, 43% - *F. cf. smithi*) e crisofíceas (36% - *Ancistrus* sp. 1, 47% - *Rineloricaria heteroptera*, 37% - *F. cf. smithi*). Por outro lado, as dietas de *Ancistrus* sp. 2 e *Rineloricaria* sp., capturadas no igarapé Samaúma, foram bastante semelhantes, principalmente em relação a detritos, fragmentos vegetais, Bacillariophyceae, Chrysophyceae e Cryptophyceae. Diferiram, principalmente, em relação ao consumo mais elevado de larvas de inseto por *Rineloricaria* sp.. No igarapé Dimona-Mata Contínua, porém foram coletados quatro exemplares de *A. discus*, porém apenas um exemplar de *Ancistrus* sp. 1, o que impediu uma análise comparativa da dieta entre as duas espécies nesse ambiente.

Para verificar as variações na composição de algas ingeridas pelos loricariídeos entre os igarapés, comparamos dietas de exemplares das espécies que ocorreram em mais de um igarapé, as quais foram *Acestridium discus* e *Ancistrus* sp. 1. As abundâncias relativas de Cyanophyceae e Chlorophyceae foram maiores nas dietas dos exemplares de *Acestridium discus* coletados no igarapé Dimona-Mata Contínua do que no igarapé Dimona-Capoeira Ponte. Já no caso de Bacillariophyceae ocorreu o inverso, sua abundância relativa foi maior no igarapé Dimona Capoeira-Ponte do que no Dimona-Mata Contínua na dieta de *A. discus*. Em relação à *Ancistrus* sp. 1, Chrysophyceae, Oedogoniophyceae, Bacillariophyceae e Outros apresentaram maior abundância relativa na dieta dos indivíduos coletados no igarapé Cidade Powel do que no igarapé Dimona Capoeira-Ponte. Ao contrário de Bacillariophyceae, cuja abundância relativa foi maior na dieta de *Ancistrus* sp. 1 do igarapé Dimona-Capoeira Ponte, como observado para *A. discus*.

Ainda dentre as algas do conteúdo estomacal do loricariídeos, os táxons encontrados foram classificados de acordo com seu habitat e hábitos principais, em quatro categorias ecológicas: Bentos, Périfiton, Metafíton e Plâncton (Tabela 10). Observou-se que algas características do Bentos não foram encontradas no conteúdo estomacal das duas espécies do gênero *Rineloricaria*. Por outro lado, esses loricariídeos apresentaram organismos planctônicos como item dominante entre as algas consumidas (77,54 e 91,54% em *Rineloricaria heteroptera* e *Rineloricaria* sp., respectivamente), o mesmo ocorrendo em *Ancistrus* sp. 2 (83,2%) e *Farlowella* cf. *smithi* (46,2%). A espécie que mais se

alimentou de perifíton (*sensu stricto*) foi *Ancistrus* sp. 1. Na dieta de *A. discus*, as algas mais representativas caracterizam-se como componentes do Metafíton (65%).

**Tabela 10.** Categorias ecológicas de algas presentes na dieta dos loricariídeos (seis espécies e nº de exemplares analisados de cada uma) em igarapés de terra firme da região de Manaus. Valores expressos em porcentagem (%) e obtidos exclusivamente da quantificação das algas observados no conteúdo estomacal dos peixes.

Espécies	<i>A. discus</i>	<i>Ancistrus</i> sp. 1	<i>Ancistrus</i> sp. 2	<i>F. cf. smithi</i>	<i>R. heteroptera</i>	<i>Rineloricaria</i> sp.
Nº de exemplares	11	10	12	20	3	12
Bentos	0,29	7,15	1,61	1,23	0,00	0,00
Perifíton	10,60	43,27	13,24	10,81	7,98	4,13
Metafíton	65,13	11,12	1,95	41,76	14,47	4,32
Plâncton	23,98	38,46	83,20	46,20	77,54	91,54

### 3.4. Ocorrência e abundância de loricariídeos nos igarapés: relações com características ambientais e disponibilidade de perifíton

A comparação dos igarapés onde se registrou a presença de loricariídeos (grupo 1) com aqueles onde não houve a presença desses peixes nas amostras (grupo 2) mostrou diferenças significativas em relação a algumas das variáveis ambientais medidas. Os valores de vazão ( $U=112,0$ ;  $Z=2,38$ ;  $p=0,017$ ), largura ( $U=68,5$ ;  $Z=3,55$ ;  $p=0,000$ ) e pH ( $U=102,0$ ;  $Z=2,65$ ;  $p=0,008$ ) foram maiores nos igarapés onde foram coletados loricariídeos. Abertura de dossel e os demais fatores (profundidade, velocidade da correnteza, temperatura da água, oxigênio dissolvido, condutividade, abundância e diversidade de perifíton) não apresentaram diferenças significativas entre os grupos de igarapés com e sem loricariídeos.

Valores maiores de certos fatores ambientais, analisados entre os igarapés que continham loricariídeos, coincidem com maiores abundâncias e riqueza de espécies desses peixes (Tabela 11). No caso do igarapé Samaúma, em que houve maior abundância de loricariídeos, valores médios de temperatura da água [ $H(3, N=20)=17,20$ ;  $p=0,0006$ ], pH [ $H(3, N=20)=11,67$ ;  $p=0,0086$ ] e condutividade [ $H(3, N=20)=18,46$ ;  $p=0,0004$ ] também foram significativamente maiores do que nos outros igarapés. Quanto ao igarapé Dimona-Capoeira Ponte, que apresentou maior riqueza de loricariídeos, destacam-se os maiores valores médios de profundidade [ $H(3, N=20)=11,03$ ;  $p=0,0116$ ], largura [ $H(3, N=20)=10,96$ ;  $p=0,0119$ ], velocidade da correnteza [ $H(3, N=20)=8,46$ ;  $p=0,0372$ ] e vazão [ $H(3, N=20)=17,34$ ;  $p=0,0006$ ]. Diversidade [ $H(3, N=36)=2,93$ ;  $p=0,4024$ ] e abundância de algas perifíticas [ $H(3, N=36)=0,49$ ;  $p=0,9208$ ], abundância de substratos [ $H(3, N=120)=3,06$ ;  $p=0,3815$ ] e abertura do dossel [ $H(3, N=40)=2,53$ ;  $p=0,4698$ ] não demonstraram diferença significativa entre os igarapés com presença de loricariídeos.

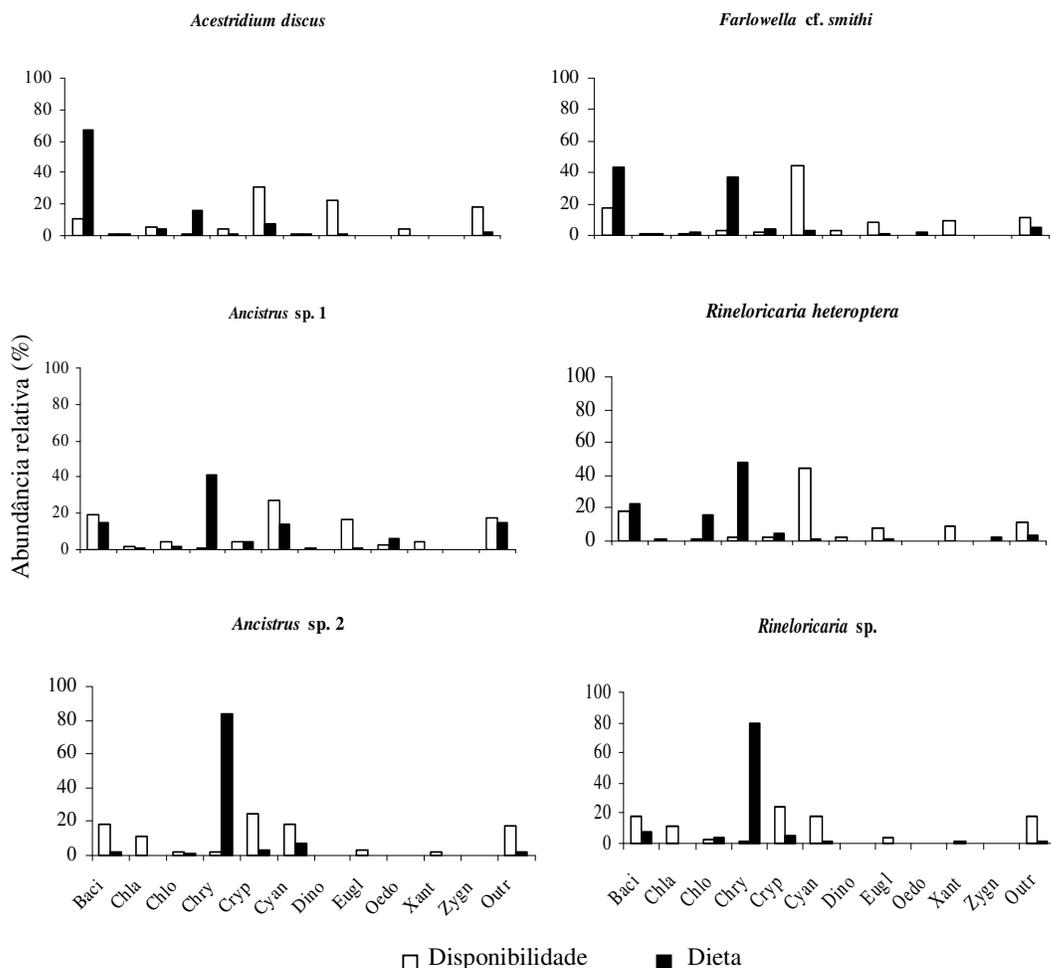
**Tabela 11.** Resultados das análises de variância empregadas na comparação entre os igarapés com presença de loricariídeos nas amostras. n = número de amostragens em cada igarapé. As células sublinhadas representam valores maiores dentre os igarapés.

Fatores, unid. de medida (n)	Dimona M.C.		Dimona C.P.		Cidade Powel		Samaúma
Abundância de peixes	5	<	<u>36</u>	>	6	<	<u>92</u>
Riqueza de espécies de peixes	2	<	<u>4</u>	>	1	<	2
Diversidade de perifíton (9)	0,50	=	<u>0,59</u>	=	0,54	=	0,67
Abundância de perifíton, orgs./cm <sup>2</sup> (9)	5.216	=	<u>6.281</u>	=	4.933	=	4.698
Abundância de substratos, m <sup>2</sup> (10)	0,19	=	<u>0,36</u>	=	0,15	=	0,19
Abertura de dossel, % (10)	14,05	=	<u>13,08</u>	=	21,14	=	12,06
Profundidade, m (5)	0,46	<	<u>0,55</u>	>	0,33	>	0,09
Largura, m (5)	2,83	<	<u>3,19</u>	>	2,28	<	2,00
Velocidade da corrente, m/s (5)	0,31	<	<u>0,48</u>	>	0,29	=	0,16
Vazão, m <sup>3</sup> /s (5)	0,34	<	<u>0,70</u>	>	0,19	>	0,03
Temperatura, °C (5)	24,70	<	<u>25,54</u>	>	24,72	<	<u>25,90</u>
pH (5)	4,46	>	3,62	<	4,37	<	<u>6,19</u>
Oxigênio dissolvido, mg/L (5)	<u>4,14</u>	>	3,72	<	4,13	>	3,10
Condutividade, µS/cm (5)	7,62	>	7,38	<	9,06	<	<u>123,00</u>

### 3.5. Seletividade de algas na dieta dos loricariídeos

Comparando as abundâncias relativas das classes de algas quantificadas na disponibilidade de perifíton e na dieta dos loricariídeos (Figura 9), verificou-se que algumas destas classes foram selecionadas pelos peixes durante seu forrageamento. *Acestridium discus* foi a única espécie que se alimentou predominantemente (67%) de diatomáceas (Bacillariophyceae), a despeito da baixa disponibilidade desse recurso em relação às outras classes de algas, como Cyanophyceae, que apresentou a maior abundância relativa nos igarapés em que esta espécie ocorreu. *Ancistrus* sp. 1 apresentou maior consumo de Chrysophyceae (~40%), apesar de sua disponibilidade muito baixa nas amostras de perifíton. Outra classe, Oedogoniophyceae, também apresentou maior abundância na dieta desta espécie do que na disponibilidade. Porém, *Ancistrus* sp. 1 ainda ingeriu algas de algumas classes, como Bacillariophyceae e Cyanophyceae, que demonstraram elevada disponibilidade em relação às demais. *Farlowella* cf. *smithi* e *Rineloricaria heteroptera* estiveram presentes no mesmo ambiente (igarapé Dimona-Capoeira Ponte) e utilizaram de forma semelhante o recurso (perifíton) disponível, alimentando-se mais de Bacillariophyceae e Chrysophyceae, as quais foram pouco representadas no perifíton. Essas espécies apenas inverteram as preferências, sendo que a primeira ingeriu maior quantidade de diatomáceas e a segunda mais crisofíceas. Assim como as duas espécies de loricariídeos anteriormente mencionadas, *Ancistrus* sp. 2 e *Rineloricaria* sp. foram encontradas no mesmo igarapé (Samaúma) e demonstraram grande

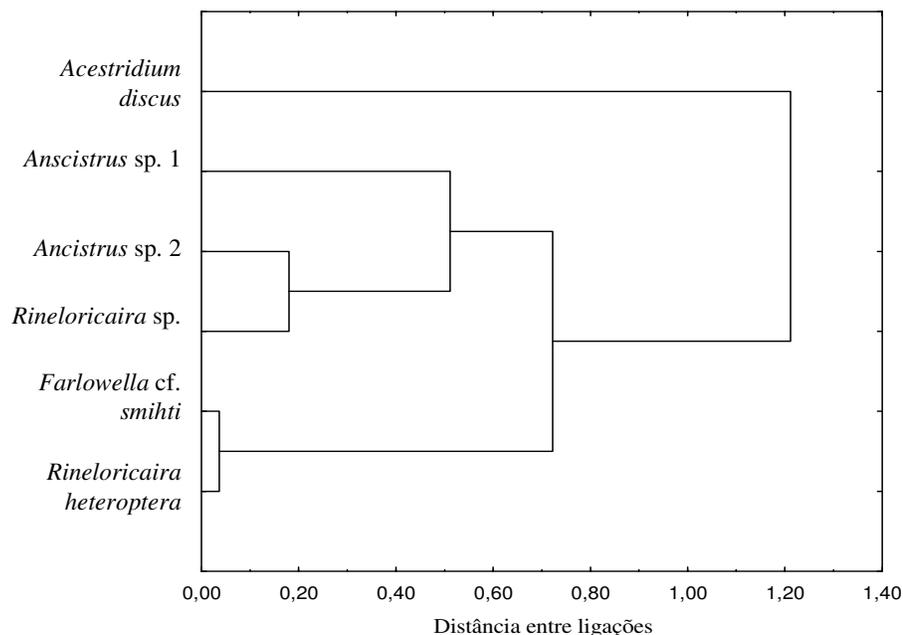
semelhança na dieta, a qual foi baseada na ingestão de Chrysophyceae, classe com abundância relativa muito baixa no perifíton.



**Figura 9.** Abundância relativa das classes de algas encontradas na disponibilidade de perifíton e na dieta dos loricariídeos de igarapés de terra firme da região de Manaus. Bacil = Bacillariophyceae; Chla = Chlamydomphyceae; Chlo = Chlorophyceae; Chry = Chrysophyceae; Cryp = Cryptophyceae; Cyan = Cyanophyceae; Dino = Dinophyceae; Eugl = Euglenophyceae; Oedo = Oedogoniophyceae; Xant = Xanthophyceae; Zygn = Zygnemaphyceae; Outr = Outros.

Em função das taxas de utilização do recurso ( $p_{ij}$ ), as espécies de loricariídeos apresentaram uso efetivo diferenciado dos alimentos disponíveis (classes de algas do perifíton), refletindo as observações de seletividade apresentadas acima (Figura 10). *Acestridium discus* apresentou maior diferença em relação às demais espécies, em função do consumo elevado de diatomáceas (Bacillariophyceae). As demais espécies formaram dois grupos: *Farlowella cf. smithi* e *Rineloricaria heteroptera*, espécies exclusivas ao igarapé Dimona-Capoeira Ponte, que apresentaram Bacillariophyceae e Chrysophyceae como dominantes na dieta; e *Ancistrus sp. 1*, *Rineloricaria sp.* e *Ancistrus sp. 2*, as duas

últimas com ocorrência exclusiva no igarapé Samaúma. Todas as espécies desse segundo grupo tiveram preferência por Chrysophyceae em sua dieta, porém *Ancistrus* sp. 1 ainda ingeriu outras classes de algas em quantidades maiores do que *Rineloricaria* sp. e *Ancistrus* sp. 2. As espécies mais semelhantes entre si foram os pares *Rineloricaria heteroptera* e *F. cf. smihti*; e *Ancistrus* sp. 2 e *Rineloricaria* sp..



**Figura 10.** Agrupamento de seis espécies de loricariídeos coletadas em quatro igarapés da região de Manaus, baseado em matriz de classes de algas (método de ligação UPGMA e distância euclidiana).

## 4. DISCUSSÃO

### 4.1. Abertura de dossel, substratos e perifíton

A abertura do dossel foi, em geral, baixa e pouco variável nos igarapés estudados. Em outros estudos envolvendo efeitos da remoção da floresta ripária (Power, 1984a; Buck & Sazima, 1995), os valores de abertura de dossel variaram entre >10% e <50%. Em riachos amazônicos do Equador, Bojsen & Barriga (2002) encontraram um gradiente de dossel variando entre 6 e 82%. Os valores obtidos no presente estudo atingiram no máximo 22%, o qual encontra-se dentro da faixa esperada para ambientes de floresta primária ou secundária (Mallory & Richardson, 2005). Porém, houve variação na abundância de substratos nos igarapés, característica que pode estar relacionada com a presença da floresta ripária, especialmente em riachos pequenos – primeira a terceira ordem, como no caso deste estudo.

No presente trabalho, os loricariídeos foram coletados nos mesmos substratos (com exceção de substratos rochosos e arenosos, já que não fizeram parte da metodologia de coleta) nos igarapés da região de Manaus. Em igarapés localizados tanto em áreas de mata contínua quanto em áreas de capoeira (Porto Alegre-Acampamento, Cabo Frio-Capoeira, Cabo Frio-Mata Contínua e Dimona-Capoeira Ponte), foram encontradas as maiores abundâncias dos substratos (tronco, raiz e macrófita) e de tronco individualmente. Isso sugere que a floresta ripária dos ambientes estudados, em geral, pôde fornecer substratos (especialmente, troncos) aos igarapés, independentemente da vegetação ser primária ou secundária. Dentre os igarapés nos quais houve menor disponibilidade de tronco, Porto Alegre-Pasto e Dimona Capoeira-F10, por exemplo, são ambientes localizados em fragmentos menores do que os demais casos estudados.

Já no caso da abundância de macrófitas, que pode estar relacionada com maior penetração de luz (J. Zuanon, com. pess.), os maiores valores foram encontrados em igarapés de capoeira (Porto Alegre-Acampamento, Cabo Frio-Capoeira e Dimona-Capoeira Ponte). Sendo assim, embora não tenha sido detectado uma variação significativa na abertura do dossel, a presença de macrófitas no leito dos igarapés localizados em matas secundárias pode ter sido influenciada pelo período de retirada da vegetação primária, que teria permitido o estabelecimento dessas macrófitas nos igarapés por meio da maior presença de luminosidade (uma vez estabelecidas, devido a abertura do dossel, elas permaneceram).

De acordo com observações de Steinman (1992), comunidades perifíticas podem ser dominadas por clorofíceas mesmo em baixa disponibilidade de luz (e alta herbivoria), e, quando a disponibilidade de luz aumenta (e diminui a herbivoria), as diatomáceas passam a ser dominantes. Entre os igarapés amostrados, o Cabo Frio-Capoeira apresentou alta densidade de clorofíceas e o Porto Alegre-Pasto destacou-se pela abundância de diatomáceas. Ambos os igarapés localizam-se em áreas que foram desmatadas, porém Porto Alegre-Pasto apresentou valores máximo e mediano de abertura de dossel maiores do que Cabo-Frio Capoeira. Mesmo que essa diferença não tenha sido significativa, um pequeno aumento na penetração de luz pode ter influenciado o aumento de diatomáceas no igarapé Porto Alegre-Pasto. Como observado por Gascon *et al.* (2001), em ambientes de mata contínua, a penetração de luz ocorre verticalmente, porém, nas florestas fragmentadas, ocorre penetração lateral e difusa através das bordas dos fragmentos. Situação esta que provavelmente caracteriza o ambiente do igarapé Porto Alegre-Pasto (embora não se tenha quantificado essa entrada lateral de luz no presente estudo). É

importante considerar que o igarapé Porto Alegre-Pasto encontra-se em uma vereda circundada por pastagem, enquanto que a área de capoeira do igarapé Cabo Frio-Capoeira é antiga e circundada por floresta. Outro resultado que corrobora o favorecimento de diatomáceas com o aumento de luz, observado por Steinman (1992), é a elevada abundância de Bacillariophyceae em macrófitas, substrato apontado anteriormente como possível indicador de aumento na incidência de luz.

A densidade total do perifíton, por sua vez, parece não estar relacionada com a quantidade de luz, pois as menores densidades perifíticas foram encontradas em macrófitas, no presente estudo. Assim como a abertura do dossel, a densidade total do perifíton não apresentou diferença significativa entre os igarapés, não confirmando nossa segunda predição a respeito da influência direta e positiva da abertura do dossel na densidade perifítica total. Power (1984a) observou maior crescimento do perifíton em trechos iluminados de um riacho no Panamá do que em trechos sombreados. Porém a abertura do dossel nesses trechos com maior abundância de perifíton alcançava mais de 50%, valor bem mais elevado do que os encontrados nos igarapés do presente estudo. Podemos sugerir apenas que a densidade elevada de um grupo específico da comunidade perifítica, as diatomáceas, pode ter sido influenciada pelo aumento da incidência de luz difusa, que penetra lateralmente em ambientes com vegetação ripária menos densa (capoeiras), ou envolvidos por ambientes muito iluminados como as pastagens.

#### **4.2. Ocorrência e abundância dos loricariídeos**

A presença de loricariídeos foi registrada em apenas quatro dos 13 igarapés amostrados. A ausência de dados históricos sobre esses igarapés não nos permite afirmar a ocorrência de extinções locais em populações pequenas ou a recolonização de igarapés menores a partir daqueles de 3ª ordem; mas existe a possibilidade de que ambos os fenômenos ocorram nesses ambientes. De todos os fatores ambientais medidos, apenas largura, vazão e pH foram diferentes entre os igarapés com e sem a presença de loricariídeos, sugerindo uma complexidade na determinação dos fatores limitantes que levam à ocorrência desse grupo de peixes nesses ambientes. Como não houve diferença significativa nos valores de abertura de dossel e densidade de perifíton, não podemos relacionar a ocorrência e abundância das espécies a esses fatores, o que não permitiu testar a quarta predição deste trabalho. Entretanto, variações na composição do perifíton podem condicionar a presença de certas espécies de loricariídeos (vide discussão sobre eletividade no uso de recursos alimentares pelas espécies). É possível, no entanto, relacionar a elevada

abundância de loricariídeos, especialmente *Farlowella* cf. *smithi*, no igarapé Dimona-Capoeira Ponte, à presença de grande área de macrófitas nesse ambiente, fator sugerido acima como detector do aumento da penetração de luz.

As macrófitas estariam favorecendo uma maior abundância de loricariídeos por disponibilizar abrigo a eles, já que a densidade total de perifíton foi baixa em macrófitas. Diferentes tipos de substratos podem condicionar a presença de loricariídeos, como observado nos estudos com observação subaquática (Power, 1984b; Zuanon, 1999). Entre as espécies estudadas, *Acestridium discus* e *F.* cf. *smithi* demonstraram maior ocorrência em raízes e macrófitas, *Ancistrus* sp. 1 em troncos e *Rineloricaria heteroptera* em raízes ou troncos. No rio Frijoles (Panamá), indivíduos de uma espécie não identificada de *Ancistrus* também preferiu troncos submersos como substrato, enquanto que indivíduos de *Rineloricaria* sp. preferiram pedras de corredeiras ou troncos e substratos arenosos (Power, 1984b). Em corredeiras do rio Xingu (Pará, Brasil), exemplares de *Ancistrus* spp. foram vistos freqüentemente em fendas estreitas de blocos rochosos (Zuanon, 1999).

A maior abundância de loricariídeos foi registrada no igarapé Samaúma, ambiente localizado em fragmento urbano de Manaus. Em outros estudos, também foi demonstrado um efeito positivo do desmatamento na abundância total de peixes (Power, 1984a; Buck & Sazima, 1995; Bojsen & Barriga, 2002). Nossos resultados indicam a relação dessa elevada abundância apenas com variáveis físico-químicas, na forma de maiores valores de temperatura da água (25,9 °C), pH (6,19) e condutividade (123 µS/cm) observados no igarapé Samaúma dentre os ambientes com presença de loricariídeos. No Equador, também foi evidenciada uma relação entre a condutividade e a estrutura da comunidade de peixes de riachos amazônicos sob efeito de desmatamento no Equador (Bojsen & Barriga, 2002). A temperatura média da água observada no igarapé Samaúma está dentro da faixa observada em igarapés amazônicos naturais (24 – 26 °C) (Santos & Ferreira, 1999). Porém, seus valores elevados de pH e condutividade (maiores do que os demais igarapés estudados), indicam que esse igarapé apresenta altas concentrações de carbonato, bicarbonato e íons, possivelmente originadas de efluentes domésticos (Esteves, 1998).

No entanto, nossos resultados, em geral, indicam que a qualidade da água nos ambientes (exceto Samúma-Frag. Urbano) estudados não foi sensivelmente prejudicada pela fragmentação da floresta ripária, em função da proximidade de áreas de floresta primária ao redor desses fragmentos, assim como observado por Bojsen & Barriga (2002) em riachos da Amazônia Equatoriana. Um riacho urbano pobre em qualidade da água – onde também se observou maior condutividade comparado a um riacho de área florestada

– apresentou comunidade de peixes caracterizada por baixa riqueza de espécies e biomassa (Lenat & Crawford, 1994). Aparentemente, as espécies de loricariídeos analisadas são tolerantes às condições ambientais encontradas no igarapé Samaúma; entretanto, a ausência de dados históricos sobre esse igarapé não permite saber se outras espécies presentes originalmente no ambiente podem ter sido excluídas ou mesmo extintas localmente pelos efeitos das modificações ambientais. Também nos demais igarapés do presente trabalho, mesmo não tendo ocorrido loricariídeos na grande maioria dos igarapés circundados por mata contínua, a falta de informações pretéritas à fragmentação florestal não nos permite aceitar ou rejeitar hipóteses de extinção local de loricariídeos decorrentes desta.

A maior riqueza de loricariídeos foi registrada no igarapé Dimona-Capoeira Ponte, que se destacou nas variáveis físicas profundidade da água, largura, velocidade da corrente e vazão. A profundidade da água também foi uma das variáveis ambientais mais influentes na estrutura da comunidade de peixes estudada por Bojsen & Barriga (2002). Juntamente com a maior profundidade da água, a maior largura do igarapé indica que, nesse ambiente, a presença e a abundância de mais espécies podem ter sido proporcionadas por maior heterogeneidade de habitats, como evidenciado nos trabalhos de Angermeier & Schlosser (1989) e Bojsen & Barriga (2002). Isso pode ter proporcionado uma redução de sobreposição no uso de recursos alimentares entre as espécies (e.g. Buck & Sazima, 1995; Power, 1984a), além de minimizar os riscos de predação pelo acesso a partes mais profundas do igarapé (e.g. Power, 1984d).

Angermeier & Schlosser (1989) também demonstram que o número de espécies está diretamente relacionado com o número de indivíduos, e o igarapé Dimona-Capoeira Ponte foi o segundo mais abundante. A relação positiva de riqueza e abundância de loricariídeos com profundidade e largura do igarapé, possivelmente, indica que espaço pode representar um fator limitante para esses peixes, como corroborado Bojsen & Barriga (2002). O fato de ter sido encontrado, no igarapé Dimona-Capoeira Ponte, uma das maiores disponibilidades de troncos, raízes e macrófitas também reforça essa conclusão.

### **4.3. Dieta dos loricariídeos**

#### **4.3.1. Disponibilidade de alimento**

Comparando a densidade total de algas encontradas no trato digestório das espécies de loricariídeos, verifica-se que, tanto para as espécies que apresentaram maior consumo (*Ancistrus* sp. 2 – 20,8 orgs./ml – e *Rineloricaria* sp. – 28,4 orgs./ml) quanto para aquelas

que apresentaram menor consumo (*A. discus* – 12,9 orgs./ml – e *F. cf. smithi* – 14,0 orgs./ml), houve grande intervalo entre os valores mínimo e máximo de algas ingeridas. Isto reflete a natureza da distribuição do recurso no ambiente, que possivelmente não está igualmente disponível para todos os indivíduos. A observação desse pressuposto num estudo de dieta de diferentes espécies implica na utilização de índices que levam em conta as variações na disponibilidade do recurso no ambiente, para que a comparação de seu consumo pelas espécies reflita ao máximo a realidade (Gotelli & Graves, 1996).

Com o modelo nulo proposto por Schoener (1974) e Lawlor (1980) que aplicamos neste trabalho, detectamos, para todas as espécies, preferências (ou habilidades do consumidor para capturar e ingerir um determinado recurso) por certos grupos de algas, principalmente, Bacillariophyceae (diatomáceas) e Chrysophyceae (crisofíceas). Estas classes provavelmente foram selecionadas dentre as demais durante a alimentação dos loricariídeos, já que seu consumo efetivo demonstrou valores maiores em detrimento da abundância relativamente maior de outros grupos de algas. Importante salientar que essa seletividade alimentar observada nos loricariídeos pode ser preferência (p. ex., em função de palatabilidade) ou pode apenas refletir sua capacidade morfológica (ligada especialmente às diferenças nas peças bucais observadas entre as espécies estudadas) de encontrar e ingerir certos tipos de alimento.

Devido a dificuldades na quantificação absoluta e relativa da disponibilidade de outros recursos presentes no habitat dos loricariídeos (como fragmentos vegetais, detritos e larvas de insetos), a análise comparativa entre as quantidades de alimento disponível e consumido foi realizada apenas para o grupo das algas (perifíton). Porém, chamamos atenção para a necessidade de se desenvolver formas de coletar as informações a respeito de todo tipo de alimento disponível, de forma a refletir mais adequadamente eventual preferência de certas espécies por determinados tipos de alimento. Trabalhos de alimentação envolvendo a comunidade geral podem utilizar a soma dos itens encontrados em todos os estômagos dos indivíduos amostrados como sendo a estimativa dos recursos efetivos disponíveis no ambiente (e.g. Winemiller, 1989). Porém, essa alternativa não é aplicável em casos como o do presente estudo que envolvem amostragem de apenas uma parte da comunidade (assembléias).

### 4.3.2. Semelhanças e diferenças entre as espécies na utilização dos alimentos

Foram identificados 11 itens alimentares principais somados a 12 classes de algas (totalizando 80 táxons) e Outros na dieta dos loricariídeos, constituindo um espectro alimentar mais diverso e complexo do que o comumente registrado para esse grupo de peixes em outros estudos (Buck & Sazima, 1995; Delariva & Agostinho, 2001; Power, 1990). Isto não indica, exclusivamente, que há maior riqueza de presas nos ambientes estudados, mas que tenha ocorrido maior esforço de resolução taxonômica na identificação das algas especialmente.

As dietas de *Acestridium discus* e *Farlowella* cf. *smithi* foram baseadas em detritos e areia, o que resultou na semelhança dessas duas espécies, separando-se das demais, na análise de agrupamento baseada no volume relativo dos itens alimentares. *Farlowella* sp. também ingeriu grande quantidade de areia no Complexo do Janauacá, Amazonas (Rapp Py-Daniel, 1984). Dentre as algas, as diatomáceas (Bacillariophyceae) foram o recurso mais utilizado por *A. discus* e *F.* cf. *smithi*, resultado este também encontrado por Power (1990), Buck & Sazima (1995) e Zuanon (1999) para os loricariídeos do Rio Frijoles (Panamá), Ribeirão da Serra (sudeste brasileiro) e rio Xingu (Pará), respectivamente. Segundo Wellnitz & Ward (1998), o tipo de substrato ao qual a alga está aderida pode ser um bom indicador de sua vulnerabilidade a herbivoria. Sendo assim, sugere-se que a dominância de diatomáceas, aliada a ingestão de areia, indica que esses loricariídeos alimentaram-se desse grupo de algas quando estavam frouxamente assentadas em algum substrato arenoso. É possível também que as partículas de areia auxiliem mecanicamente na digestão das algas, como observado em outros herbívoros, por exemplo *Mugil* spp. e alguns peixes de recifes de coral (Power, 1984b).

*Acestridium discus* e *F.* cf. *smithi* foram coletadas em macrófitas e raízes dos igarapés Dimona-Mata Contínua e Dimona-Capoeira Ponte. Nesses substratos, a classe de algas com maior abundância relativa foi Cyanophyceae, seguida por Bacillariophyceae. Isto sugere que essas espécies ingeriram preferencialmente as diatomáceas, em detrimento da maior disponibilidade de cianofíceas no local de forrageamento. É possível que essa preferência reflita a dificuldade dos loricariídeos para digerir cianofíceas e clorofíceas filamentosas, como foi apontado por Power (1984b) e Buck & Sazima (1995) ao encontrarem esses grupos de algas intactas ao lado de diatomáceas vazias nas fezes desses peixes – observações também feitas por mim neste estudo. O conteúdo protéico das cianofíceas é bem elevado (Boyd, 1973 *apud* Power, 1984b), mas elas podem apresentar

toxinas e parede celular resistente à digestão. Outra possibilidade é que *A. discus* e *F. cf. smithi* utilizem substratos diferentes para forrageamento e para abrigo diurno, quando foram coletados, como corroborado por Zuanon (1999) em relação aos loricariídeos das corredeiras do Xingu, Pará.

*Farlowella cf. smithi* apresentou também algas Chrysophyceae entre suas preferências alimentares, fato que o destacou das demais espécies na segunda análise de agrupamento (baseada nas taxas efetivas de utilização do recurso,  $p_{ij}$ ). Nesta análise, *F. cf. smithi* demonstrou maior relação com *Rineloricaria heteroptera*, que também apresentou preferência por diatomáceas e crisofíceas (invertendo as dominâncias), as quais foram pouco abundantes nos locais de coleta (raízes e troncos no igarapé Dimona-Capoeira Ponte). *Rineloricaria heteroptera*, porém, apresentou grande variação na sua dieta em relação às outras espécies, ao alimentar-se principalmente de larvas de insetos no igarapé Dimona-Capoeira Ponte (71%). A dieta de *Rineloricaria sp.* não apresentou a mesma característica (larvas de inseto – 12%), o que pode ter ocorrido devido a menor abundância do recurso no igarapé Samaúma, ou a preferências alimentares diferentes.

Detritos e larvas de insetos possivelmente estão facilmente disponíveis nos locais de forrageamento de todos os loricariídeos, já que esses tipos de alimentos foram encontrados no trato digestório de todas as espécies analisadas, em menor ou maior quantidade. Em planícies alagáveis, a fonte de detritos podem ser algas principalmente (Catella & Petre Jr., 1996). No presente estudo, *Ancistrus sp. 1*, *A. discus* e *F. cf. smithi* apresentaram detritos como tipo de alimento mais consumido. Porém, comparando esse resultado com os valores de densidade total de algas dos tratamentos digestórios desses loricariídeos (foram os que ingeriram menor quantidade de algas) sugere-se que os detritos presentes na dieta desses são constituídos de matéria orgânica em decomposição. Detritos podem ter sido obtidos sobre troncos pelos exemplares de *Ancistrus sp. 1* e no fundo do igarapé por *A. discus* e *F. cf. smithi*, o que pode ser sugerido pela grande quantidade de areia encontrada nos tratamentos digestórios dessas duas últimas espécies.

*Ancistrus sp. 1* e *Ancistrus sp. 2* apresentaram as maiores porcentagens de fragmentos vegetais na dieta (25,5 e 26,4%, respectivamente) e as maiores razões CTD/CP entre as espécies analisadas (5,7 e 11,3, respectivamente), o que provavelmente relaciona-se à necessidade de um tempo maior para a digestão desse tipo de alimento. Rapp Py-Daniel (1984), no entanto, encontrou valores ainda maiores de CTD/CP nas espécies de Ancistrinae do rio Solimões (pelo menos 20), que apresentaram hábito iliófago (presença de algas e areia). *Ancistrus ranunculus* também apresentou a maior razão CTD/CP entre os

loricariídeos nas corredeiras do rio Xingu relacionada ao hábito iliófago (Zuanon, 1999). Alguns loricariídeos detritívoros também demonstram relação direta com o comprimento do intestino (Delariva & Agostinho, 2001), como *Ancistrus* sp. 1 e *Ancistrus* sp. 2 no presente estudo. Dentre as algas, ambas as espécies ingeriram predominantemente crisofíceas, cuja disponibilidade no perifíton foi baixa. *Ancistrus* sp. 1, no entanto, alimentou-se também de outros grupos de algas em quantidades maiores do que *Ancistrus* sp. 2, um dos quais foi Oedogoniophyceae, cuja proporção na dieta foi maior do que na disponibilidade, indicando uma certa preferência de *Ancistrus* sp. 1 também por esse grupo de algas.

Apesar do volume relativo de fragmentos vegetais encontrado no trato digestório de *Rineloricaria* sp. ter sido semelhante àqueles observados para as duas espécies de *Ancistrus*, sua razão CTD/CP foi baixa (1,9). Isso sugere que a ingestão desse tipo de alimento foi possivelmente acidental, ou seja, os fragmentos foram consumidos durante o forrageamento (em raízes, troncos ou macrófitas) de forma não intencional. A relação dos baixos valores de CTD/CP observados em *Rineloricaria heteroptera* e *Rineloricaria* sp. com a ingestão de alimentos de origem animal (predominantemente larvas de insetos – principalmente em *Rineloricaria heteroptera*) também foi registrada por Zuanon (1999) para os loricariídeos do rio Xingu. Semelhante a outros estudos, *Rineloricaria* sp. apresentou grande quantidade de areia em seu conteúdo alimentar (e.g. Rapp Py-Daniel, 1984), o que indica que o forrageamento deve ocorrer junto ao leito dos igarapés.

#### **4.3.3. Comparação da dieta das diferentes espécies de loricariídeos em um mesmo igarapé**

No igarapé Dimona-Capoeira Ponte, encontrou-se *A. discus*, *Ancistrus* sp. 1, *F. cf. smithi* e *Rineloricaria heteroptera*, que apresentaram semelhança em sua dieta apenas quanto ao consumo prioritário de detritos, com exceção de *Rineloricaria heteroptera* que teve a dieta baseada em larvas de insetos. As diferenças observadas no consumo de larvas de inseto, diatomáceas (preferência de *A. discus*) e crisofíceas (preferência de *Rineloricaria heteroptera*), podem indicar uma forma de partilha de recursos entre as espécies por co-habitarem os mesmos substratos (macrófitas e raízes) nesse igarapé. Além de ingerirem alimentos diferentes, também pode haver diferenças no uso desses substratos quanto ao período do dia (Zuanon, 1999), profundidades da água (Power, 1984a) e quanto às táticas alimentares utilizadas na tomada do alimento (cf. Konings, 1989, em relação aos ciclídeos do lago africano Malawi). Entretanto, o baixo número de exemplares de *R.*

*heteroptera* coletados (3) limita nossas discussões a respeito das relações desta espécie com as demais e com o ambiente.

As dietas de *Ancistrus* sp. 2 e *Rineloricaria* sp., obtidas do igarapé Samaúma, foram bastante semelhantes, ocorrendo equivalências nos valores observados de areia, detritos, fragmentos vegetais, diatomáceas, crisofíceas e criptofíceas nos conteúdos estomacais analisados. A coexistência dessas espécies no mesmo ambiente, possivelmente deve-se ao forrageamento em substratos diferentes; por exemplo, *Ancistrus* sp. 2 em troncos e *Rineloricaria* sp. em raízes, como foi observado no igarapé Dimona-Capoeira Ponte em estudos recentes com observação subaquática (J. Zuanon, com. pess.). Casatti (2002) observou espécies de loricariídeos alimentando-se em substratos diferentes, porém utilizando a mesma tática alimentar de raspagem de algas. Os loricariídeos registrados no Ribeirão da Serra (sudeste brasileiro) também apresentaram sobreposição praticamente completa em suas dietas, mas forrageando em horários e substratos diferentes (Buck & Sazima, 1995). Outra possibilidade para a co-existência com sobreposição alimentar dessas espécies é a ausência de competição, considerando-se que o recurso não seja limitante nesse ambiente.

#### **4.3.4 Variações na composição de algas ingeridas por *Acestridium discus* e *Ancistrus* sp. 1 nos diferentes igarapés**

Os exemplares de *Acestridium discus* coletados no igarapé Dimona-Mata Contínua consumiram mais cianofíceas e clorofíceas, principalmente, e menos diatomáceas do que os exemplares do igarapé Dimona-Capoeira Ponte. Esses resultados coincidem com o aumento de Chlorophyceae no igarapé Dimona-Mata Contínua e de Bacillariophyceae em Dimona-Capoeira Ponte. Verifica-se que, possivelmente, o aumento no consumo de clorofíceas pelos loricariídeos no igarapé Dimona-Mata Contínua e o aumento no consumo de diatomáceas no igarapé Dimona-Capoeira Ponte refletiram maior disponibilidade desses grupos de algas nos respectivos ambientes, apesar da preferência de *A. discus* por diatomáceas (Steinman, 1992). Ou seja, essa espécie pode ingerir outros grupos de algas em quantidade maior quando estas apresentam maior disponibilidade em seu local de forrageamento. Também foram observadas mudanças no consumo de algumas classes de algas pelos exemplares de *Ancistrus* sp. 1 entre os igarapés Dimona-Capoeira Ponte e Cidade de Powel. Isto foi possível relacionar com variações na composição do perifíton, especialmente nas abundâncias de Oedogoniophyceae, Bacillariophyceae e Outros, de um

ambiente para outro, que refletiram na composição da dieta dos indivíduos de *Ancistrus* spp.

No entanto, não podemos vincular as mudanças na comunidade perifítica a mudanças na incidência de luz, já que esses igarapés localizavam-se em áreas de capoeira e não houve diferença significativa de abertura de dossel entre eles, nem indícios de maior luminosidade em algum deles. Portanto, parte de nossa quinta e última predição de que as modificações na composição do perifíton entre os igarapés são refletidas em variações na dieta dos loricariídeos pode ser confirmada (excetuando-se o efeito de variações na abertura do dossel) apenas no caso de *Acestridium discus* e *Ancistrus* sp. 1. Em relação à existência de seletividade alimentar entre os loricariídeos estudados, também incluída na última predição, mesmo havendo variações na composição da dieta de algumas espécies entre os igarapés, é possível confirmá-la com base em nossos resultados apresentados na comparação entre classes de algas disponíveis e consumidas pelas espécies.

#### **4.4. O consumo de diferentes categorias ecológicas de algas pelos loricariídeos**

*Ancistrus* sp. 2, *Rineloricaria heteroptera* e *Rineloricaria* sp. apresentaram dominância de algas planctônicas em sua dieta, *Farlowella* cf. *smithi* ingeriu predominantemente tanto fitoplâncton quanto metafíton, *Ancistrus* sp. 1 teve como algas mais consumidas aquelas representantes do perifíton e metafíton, e a dieta de *Acestridium discus* foi dominada por espécies de algas do metafíton. Algas características do bentos não foram consumidas prioritariamente por nenhuma das espécies. Isto reforça a hipótese de que os loricariídeos consomem detritos orgânicos de outra origem (não algas) e que o detrito provavelmente constitui o alimento buscado durante o forrageamento no sedimento bentônico. Power (1984b) sugere que a dieta desses peixes herbívoros depende da escolha de seus locais de forrageamento, mas também deve depender provavelmente das táticas alimentares utilizadas durante o forrageamento. Acreditamos que, utilizando como tática alimentar um pastejo superficial que ressuspensa o sedimento no substrato, os loricariídeos possam filtrar algas do metafíton e fitoplâncton, frouxamente assentado sobre o sedimento. A presença expressiva de detritos e areia na dieta de *A. discus*, *F. cf. smithi*, *Ancistrus* sp. 2 e *Rineloricaria* sp. dá suporte a essa hipótese, também defendida por Zuanon (1999) para loricariídeos de corredeiras do rio Xingu.

Aparentemente, as algas da classe Chrysophyceae (microalgas geralmente planctônicas) constituem uma das principais fontes dos detritos em planícies alagáveis (Vaz, 1992 *apud* Catella & Petrere Jr., 1996), o que pode sugerir a classificação quase

todas as espécies de loricariídeos do presente trabalho como detritívoros, aliado aos resultados relacionados aos elevados valores de volume relativo de detritos apresentados anteriormente. Nossos resultados – obtidos a partir de análises minuciosas dos táxons presentes no conteúdo alimentar e no perifíton disponível no ambiente – contrapõem-se a alguns trabalhos, em que os loricariídeos apresentaram hábito perifitívoro (e.g. Power, 1984b; Buck & Sazima, 1995; Santos & Ferreira, 1999). Estudos com isótopos estáveis têm demonstrado que a fonte de carbono assimilado pelos peixes pode diferir da fonte aparente em sua dieta, contradizendo a dependência de alimentos de origem alóctone como base das cadeias tróficas aquáticas que tem sido considerada na literatura (Vannote *et al.*, 1980; Graça, 1993 *apud* Brito *et al.*, 2006); e, nesse contexto, as microalgas têm se apresentado como base da cadeia alimentar em riachos tropicais, segundo estudo de Brito *et al.* (2006). Neste trabalho, os autores encontraram incongruência entre as informações sobre dieta de peixes provenientes de pesquisas com conteúdo estomacal e as informações de assimilação derivada de isótopos estáveis. Faz-se necessário, portanto, um aprofundamento maior nos estudos de loricariídeos, a fim de descobrirmos quais as fontes mais importantes de alimento na dieta desses peixes de grande interesse ecológico nos igarapés amazônicos e nos variados ambientes por eles habitados.

## 5. CONCLUSÕES

— Alterações na cobertura do dossel não afetaram a qualidade da água nos igarapés, apenas no ambiente onde há influência antrópica profunda como no igarapé Samaúma-Frag. Urbano.

— A composição florística do perifíton variou entre substratos e entre igarapés, entretanto, estas variações não demonstraram relação com os valores observados nos fatores ambientais.

— Abundância de loricariídeos pode estar relacionada com características químicas (pH e condutividade) e riqueza de espécies pode estar relacionada com características físicas (vazão e profundidade) dos igarapés.

— Não houve correlação entre a abundância de loricariídeos e resultados de abertura de dossel e densidade de perifíton, já que não houve variação desses últimos fatores entre os igarapés.

— Variações na dieta de cada espécie de loricariídeo entre os igarapés refletiram variações na composição do perifíton nesses ambientes.

— As seis espécies da família Loricariidae provavelmente foram seletivas ao ingerir os diferentes grupos de algas disponíveis no ambiente; alimentando-se preferencialmente de algas planctônicas (pelo menos quatro espécies) possivelmente por meio de ressuspensão do sedimento no substrato de forrageamento.

— Alterações na qualidade da água, tamanho do corpo d'água, disponibilidade de substratos, composição do sedimento e estrutura da comunidade perifítica podem influenciar a estrutura das assembléias de loricariídeos em igarapés de terra firme da Amazônia Central, possivelmente resultando em aumento populacional de algumas espécies.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angermeier, P.L.; Schlosser, I.J. 1989. Species-area relationships for stream fishes. *Ecology*, 70(5): 1450-1462
- Anjos, M.B. 2005. *Estrutura de comunidades de peixes de igarapés de terra firme na Amazônia Central: composição, distribuição e características tróficas*. Tese de Mestrado, Instituto Nacional de pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 68 p.
- Begon, M.; Harper, J.L.; Townsend, C.R. 1990. *Ecology. Individuals, Populations and Communities*. Blackwell Scientific Publications. London. Inglaterra. 945 pp.
- Bernhardt, E.S.; Likens, G.E. 2004. Controls on periphyton biomass in heterotrophic streams. *Freshwater Ecology*, 49: 14-27
- Bicudo, C.E.M. 1990. Metodologia para o estudo qualitativo das algas do perifíton. *Acta Limnol. Brasil.*, III: 477-491
- Bicudo, C.E.M.; Menezes, M. 2006. *Gêneros de algas de águas continentais do Brasil*. Segunda edição. RiMa Editora. São Carlos, Brasil. 489p.
- Bojsen, B.H.; Barriga, R. 2002. Effects of deforestation on fish community structure in Ecuadorian Amazon streams. *Freshwater Biology*, 47: 2246-2260
- Boyd, C.E. 1973. Amino acid composition of freshwater algae. *Arch. Hydrobiol.* 72: 1-9
- Brito, E.F.; Moulton, T.P.; Souza, M.L.de; Bunn, S.E. 2006. Stable isotope analyses indicates microalgae as the predominant food source of fauna in a coastal forest stream, south-east Brazil. *Austral Ecology*, 31: 623-633

- Buck, S.; Sazima, I. 1995. An assemblage of mailed catfishes (Loricariidae) in southeastern Brazil: distribution, activity and feeding. *Ichthyol. Explor. Freshwaters*, 6 (4): 325-332
- Burcham, J. 1988. Fish communities and environmental characteristics of two lowland streams in Costa Rica. *Revista de Biologia Tropical*, 36: 273-285
- Burgess, W.E. 1989. *An atlas of freshwater and marine catfishes*. T.F.H. Publications. 784p.
- Casatti, L. 2002. Alimentação dos peixes em um riacho do Parque Estadual Morro do Diabo, Bacia do Alto Rio Paraná, Sudeste do Brasil. *Biota Neotropica* v2 (n2): 1-14
- Catella, A.C.; Petrere Jr, M. 1996. Feeding patterns in a fish community of Baía da Onça, a floodplain lake of the Aquidauana River, Pantanal, Brazil. *Fisheries Management and Ecology*, 3: 229-237
- Dale Jones III, E.B.; Helfman, G.S.; Harper, J.O.; Bolstad, P.V. 1999. Effects of riparian forest removal on fish assemblages in Southern Appalachian streams. *Conservation Biology*, 13(6): 1454-1465
- Delariva, R.L.; Agostinho, A.A. 2001. Relationship between morphology and diet of six neotropical loricariids. *Journal of Fish Biology*, 58: 832-847
- Engelbrecht, B.M.J.; Herz, H.M. 2001. Evaluation of different methods to estimate understory light conditions in tropical forests. *Journal of Tropical Ecology*, 17: 207-224
- Esteves, F.A. 1998. *Fundamentos de Limnologia*. Segunda edição. Editora Interciência Ltda. Rio de Janeiro, Brasil. 602p.
- Flecker, A.S. 1992. Fish trophic guilds and the structure of a tropical stream: weak direct vs. strong indirect effects. *Ecology*, 73(3): 927-940
- Gascon, C.; Bierregaard, R.O., Jr. 2001. The Biological Dynamics of Forest Fragments Project: The study site, Experimental Design, and Research Activity. In: Bierregaard, R.O.; Gascon, C.; Lovejoy, T.E.; Mesquita, R. (Eds.). *Lessons from Amazonia – The ecology and conservation of a fragmented forest*. Ann Arbor: Yale University Press. p. 31-42
- Gascon, C.; Bierregaard, R.O, Jr.; Laurence, W.F.; Rankin-De Mérona, J. 2001. Deforestation and Forest Fragmentation in the Amazon. In: Bierregaard, R.O.; Gascon, C.; Lovejoy, T.E.; Mesquita, R. (Eds.). *Lessons from Amazonia – The ecology and conservation of a fragmented forest*. Ann Arbor: Yale University Press. p. 22-30
- Gotelli, N.J.; Graves, G.R. 1996. *Null models in ecology*. Smithsonian Institution Press. Washington and London. 368p.
- Graça, M. A. S. 1993. Patterns and processes in detritus-based stream systems. *Limnologia*, 23: 107-114

- Hill, B.H.; Webster, J.R. 1982. Periphyton production in a Appalachian river. *Hydrobiologia*, 97: 275-280
- Hyslop, E.J. 1980. Stomach content: analysis – a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*, 17: 411-429
- Inoue, M; Nunokawa, M. 2005. Spatial variation on density of stream benthic fishes in northern Hokkaido, Japan: Does riparian vegetation affect fish density via food availability?. *Limnology*, 6: 7-14
- Isbrücker, I.J.H. 1980. Classification and catalogue of the mailed Loricariidae (Pisces, Siluriformes). *Verlagen en Technische Gegevens, Instituut voor Taxonomische Zoologie, Zoologische Museum, Universiteit van Amsterdam*, 22: 1-181
- Jones, E.B.D.; Helfman, G.S.; Harper, J.O.; Bolstad, P.V. 1999. Effects of riparian forests removal on fish assemblages in Southern Appalachian streams. *Conservation Biology*. 13: 1454-1465
- Junk, W.J. 1983. As águas da região amazônica. In: Salati, E.; Shubart, H.O.R.; Junk, W.J.; Oliveira, A.E. (Eds.). *Amazônia: Desenvolvimento, integração e ecologia*. CNPq/Ed. Brasiliense, Brasília. 327p.
- Junk, W.J.; Bayley, P.B.; Sparks, R.E. 1989. The flood pulse concept in river floodplain system. In: Dodge, D.P. (ed) Proc. Int. Large River Symp (LARS). Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci., 106: 110-127.
- Konings, A. 1989. *Malawi Cichlids in their natural habitat*. Verduijn Cichlids & Lake Fish Movies, Pijnacker, Holland. 302p.
- Lanerd, S.T.; Santos, S.R. 2000. Light- and nutrient-limited periphyton in low order streams of Oahu, Hawaii. *Hydrobiologia*, 432: 101-111
- Lawlor, L. R. 1980. Overlap, similarity and competition coefficients. *Ecology*, 61: 245-251
- Lenat, D.R.; Crawford, J.K. 1994. Effects of land use on water quality and aquatic biota of three North Carolina Piedmont streams. *Hydrobiologia*, 294: 185-199
- Malcolm, J.R. 1991. *The small mammals of Amazonian Forest Fragments: Pattern and process*. Ph.D. diss., University of Florida, Gainesville.
- Mallory, M.A.; Richardson, J.S. 2005. Complex interactions of light, nutrients and consumer density in a stream periphyton-grazer (tailed frog tadpoles) system. *Journal of Animal Ecology*, 74: 1020-1028
- Mosisch, T.D.; Bunn, S.E.; Davies, P.M. 2001. The relative importance of shading and nutrients on algal production in subtropical streams. *Freshwater Biology*, 46: 1269-1278

- Moutinho, P.R.S. 1998. Impactos da formação de pastagens sobre a fauna de formigas: consequências para a recuperação florestal na Amazônia oriental. In: Gascon, C.; Moutinho, P. *Floresta Amazônica: dinâmica, regeneração e manejo*. Manaus, Amazonas, Brasil. 373p.
- Pinna, M.C.C. de. 1992. A new subfamily of Trichomycteridae (Teleostei, Siluriformes), lower loricarioid relationship and a discussion on the impact of additional taxa for phylogenetic analysis. *Zool. J. Linn. Soc.*, 106: 175-229
- Pinna, M.C.C. de. 1998. Phylogenetic relationships of Neotropical Siluriformes: a historical overview and synthesis of hypotheses. In: Malabarba, L.R.; Reis, R.E.; Vari, R.P.; Lucena, Z. M.; Lucena, C.A.S. (Eds.). *Phylogeny and classification of Neotropical Fishes*. Edipucrs, Porto Alegre, 603p.
- Pompêo, M.L.M; Moschini-Carlos, V. 2003. *Macrófitas aquáticas e perifíton. Aspectos ecológicos e metodológicos*. Ed. Rima. São Carlos, São Paulo, Brasil. 124p.
- Power, M.E. 1984a. Habitat quality and the distribution of algae-grazing catfish in a Panamanian stream. *Journal of Animal Ecology*, 53: 357-374
- Power, M.E. 1984b. Grazing responses of tropical freshwater fishes to different scales of variation in their food. In: Zaret, T.M. *Evolutionary ecology of neotropical freshwater fishes*. Dr. W. Junk Publishers, The Hague, Netherlands. 25-38p.
- Power, M.E. 1984c. The importance of sediment in the grazing ecology and size class interactions of an armored catfish, *Ancistrus spinosus*.
- Power, M.E. 1984d. Depth distributions of armored catfish: predator-induced resource avoidance?. *Ecology*, 65: 523-528
- Power, M.E.; Stewart, A.J.; Matthews, W. J. 1988. Grazer control of algae in an Ozark Mountain stream effects of short-term exclusion. *Ecology*, 69(6): 1894-1898
- Power, M.E.; Dudley, T.L.; Cooper, S.D. 1989. Grazing catfishes, fishing birds, and attached algae in a Panamanian stream. *Environmental Biology of Fishes*, 26: 285-294
- Power, M.E. 1990. Resource enhancement by indirect effects of grazers: armored catfish, algae and sediment. *Ecology*, 71(3): 897-904
- Power, M. E. 2003. Life cycles, limiting factors, and behavioral ecology of four loricariid catfishes in a Panamanian stream. In: Arratia, G.; Kapoor, B.G.; Chardon, M.; Diogo, R. (Eds.). *Catfishes*. Volume 2. Science Publishers, Inc. Infield (NH), USA. 812p.
- Rapp Py-Daniel, L. H. 1984. *Sistemática dos Loricariidae (Ostariophysi, Siluroidei) do complexo de lagos do Janauacá, Amazonas e aspectos da sua biologia e ecologia*. Master Thesis. Inpa, Manaus, AM. 278 fl.

- Reis, R.E.; Kullander, S.O.; Ferraris Jr., C.J. 2003. Check list of the freshwater fish of South and Central America. EDIPUCRS. Porto Alegre, RS, Brasil. 742p.
- Santos, G.M. dos; Ferreira, E.J.G. 1999. Peixes da Bacia Amazônica. In: Lowe-McConnell, R.H. *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. Ed. Edusp. São Paulo, SP, Brasil. 535p.
- Schoener, T. W. 1974. Some methods for calculating competition coefficients from resource-utilization spectra. *American Naturalist*, 108: 332-340
- Schwarzbold, A. 1992. Efeitos do regime de inundação do Rio Mogi-Guaçu (SP) sobre a estrutura, diversidade, produção e estoque do perifíton da Lagoa do Infernã. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- Shannon, C. E. & W. Weaver, 1963. The Mathematical Theory of Communication. Univ. Illinois Press, Urbana, 117 pp.
- Steinman, A.D. 1992. Does an increase in irradiance influence periphyton in a heavily-grazed woodland stream?. *Oecologia*, 91(2): 163-170
- Tocher, M.D. 1998. Diferenças na composição de espécies de sapos entre três tipos de floresta e campo de pastagem na Amazônia central. In: Gascon, C.; Moutinho, P. *Floresta Amazônica: dinâmica, regeneração e manejo*. Manaus, Amazonas, Brasil. 373p.
- Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen phytoplankton-methodik. Internationale Vereinigung für Theoretische und angewandte Limnologie, 9: 1-38
- Vannote, R.L; Minshall, G.W.; Cummins, K.W; Sedell, J.R.; Cushing, C.E. 1980. The river continuum concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 37: 130-137
- Wellnitz, T.A.; Ward, J.V. 1998. Does light intensity modify the effect mayfly grazers have on periphyton?. *Freshwater Biology*, 39: 135-149
- Wetzel, R. G. 1983. Opening remarks. In: Wetzel, R.G. (ed.). *Periphyton of freshwater ecosystems*. Dr W. Junk Publishers. The Hague, Sweden. 346p.
- Winemiller, K.O. 1989. Ontogenetic diet shifts and resource partitioning among piscivorous fishes in the Venezuelan ilanos. *Environmental Biology of Fishes*, 26(3): 177-199
- Yossa-Perdomo, M.I. 1996. Qualidade e digestibilidade do detrito consumido por *Liposarcus pardalis* (Pisces: Loricariidae) e *Prochilodus nigricans* (Pisces: Prochilodontidae) na Amazônia Central. Master's Thesis, Instituto Nacional de pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 47p.
- Zar, J.H. 1999. *Biostatistical analysis*. 4<sup>o</sup> edição. Prentice-Hall, Inc., Englewood cliffs. N.J., USA. 663p.

- Zavala-Camim, L.A. 1996. *Introdução aos estudos sobre alimentação natural de peixes*. Editora da Universidade Estadual de Maringá (EDUEM), Nupélia. Maringá, Paraná, Brasil. 129p.
- Zuanon, 1999. *História natural da ictiofauna de corredeiras do rio Xingu, na região de Altamira, Pará*. Doctor's Thesis, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Amazonas. 199p.

## 7. ANEXO

**Tabela:** Itens alimentares e classes de algas observadas no conteúdo estomacal de loricariídeos em quatro igarapés da região de Manaus.

Espécie	Igarapé Dimona-Mata Contínua		Igarapé Dimona Capoeira-Ponte			
	<i>A. discus</i>	<i>Ancistrus</i> sp. 1	<i>A. discus</i>	<i>Ancistrus</i> sp. 1	<i>F. cf. smithi</i>	<i>R. heteroptera</i>
Nº de exemplares	4	1	7	4	22	3
Algas	0,0	0,0	4,4	0,3	2,9	14,2
Areia	0,0	0,0	25,7	4,8	23,3	0,0
Detritos	88,9	100,0	42,9	76,6	56,1	3,0
Dípteros adultos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Efemerópteros	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,7
Fragmento Vegetal	0,0	0,0	0,0	8,0	9,7	4,3
Larvas de insetos	0,0	0,0	11,4	0,3	1,4	71,3
Nematóides	11,1	0,0	12,9	0,0	1,0	0,0
N.I.	0,0	0,0	1,3	0,0	1,6	0,0
Ovos-microcrustáceo	0,0	0,0	0,0	10,0	3,7	0,2
Restos-inseto adulto	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0
Restos-inseto imaturo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bacillariophyceae	54,1	2,9	73,7	13,2	43,4	23,2
Chlamydomphyceae	0,0	0,0	1,5	0,9	1,5	0,0
Chlorophyceae	8,2	2,9	1,3	1,7	1,8	15,4
Chrysophyceae	15,5	0,0	16,6	28,6	37,3	47,2
Cryptophyceae	0,7	8,6	1,5	9,5	3,6	4,2
Cyanophyceae	16,9	54,3	1,3	25,6	3,5	1,7
Dinophyceae	0,0	0,0	1,5	0,3	0,0	0,0
Euglenophyceae	1,0	0,0	0,5	1,7	0,8	1,7
Oedogoniophyceae	1,4	2,9	0,0	1,3	2,0	0,0
Xanthophyceae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
Zygnemaphyceae	0,0	0,0	0,8	0,0	0,4	2,3
Outros	2,2	28,6	1,3	17,2	5,6	3,8

**Tabela (continuação):** Itens alimentares e classes de algas observadas no conteúdo estomacal de loricariídeos em quatro igarapés da região de Manaus.

Espécie	Igarapé Cidade de Powell		Igarapé Samaúma	
	<i>Ancistrus</i> sp. 1	<i>Ancistrus</i> sp. 2	<i>Rineloricaria</i> sp.	
N <sup>o</sup> de exemplares	6	79	13	
Algas	0,0	0,0	0,0	
Areia	1,0	21,4	22,1	
Detritos	55,0	51,1	44,1	
Dípteros adultos	0,0	0,3	0,0	
Efemerópteros	0,0	0,0	0,0	
Fragmento Vegetal	43,0	26,4	19,7	
Larvas de insetos	0,0	0,3	12,9	
Nematóides	0,0	0,4	0,0	
N.I.	0,0	0,0	0,0	
Ovos-microcrustáceo	0,0	0,0	0,0	
Restos-inseto adulto	0,0	0,0	0,0	
Restos-inseto imaturo	1,0	0,5	1,3	
Bacillariophyceae	16,6	2,2	2,5	
Chlamydothyceae	0,0	0,0	0,0	
Chlorophyceae	1,6	0,6	0,0	
Chrysophyceae	53,4	83,5	90,6	
Cryptophyceae	0,0	3,5	5,7	
Cyanophyceae	3,4	7,6	0,9	
Dinophyceae	0,0	0,0	0,0	
Euglenophyceae	0,0	0,5	0,1	
Oedogoniophyceae	11,0	0,3	0,0	
Xanthophyceae	0,6	0,1	0,0	
Zygnemaphyceae	0,0	0,0	0,0	
Outros	13,4	1,7	0,2	