

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA - INPA

UNIVERSIDADE DO AMAZONAS - UA

**A DESOVA DOS CHARACIFORMES DO RIO
SOLIMÕES/AMAZONAS**

ÁLVARO CARVALHO DE LIMA

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do Convênio INPA/UA como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas, no curso de Ecologia.

16

-0371

Manaus - Amazonas

2002

BIBLIOTECA DO INPA

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

**A DESOVA DOS CHARACIFORMES DO RIO
SOLIMÕES/AMAZONAS**

ÁLVARO CARVALHO DE LIMA

Orientador:

Prof. Dr. **CARLOS A. R. M. ARAUJO-LIMA**

Projeto financiado pelo Convênio de Cooperação Brasil/Espanha.

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do Convênio INPA/UFAM como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas, no curso de Ecologia.

Manaus - Amazonas

2002



T
597.50426
L732 d
ex. 2

FICHA CATALOGRÁFICA

Lima, Álvaro Carvalho de

A desova dos Characiformes do rio Solimões/Amazonas / Álvaro Lima. 2002

Manaus : INPA/UA
38 f. : il.

Dissertação (mestrado) Universidade do Amazonas - INPA

1. Amazônia 2. Peixes 3. Migração 4. Desova 5. Rios

CDD 19ª ed. 597.50416

SINOPSE

As desovas de *Mylossoma aureum*, *M. duriventre*, *Colossoma macropomum*, *Anodus elongatus*, *Triportheus elongatus*, *Brycon cephalus* ocorreram apenas em rios de água branca. Nos rios de água preta e clara, ocorreram desovas de outras espécies de *Triportheus*, Hemiodontidae, Brycon e Prochilodontidae. A abundância de larvas foi positivamente correlacionada com o total de sólidos em suspensão na água. As assembléias de Characiformes associadas à vegetação marginal nos rios de água branca foram similares entre si e compostas por espécies de grande porte especialmente migradores, enquanto nos rios de água preta e clara, espécies de pequeno porte foram mais comuns e as assembléias foram mais heterogêneas.

Palavras-Chaves : Amazônia Peixes Migração, Desova, Rios.

Key words : Amazon, Fish, Migrations, Reproduction, rivers.

CDD 19ª ed. 597.50416

Aos meus pais. Maria Lúcia Carvalho e Ivo Pereira de Lima.

AGRADECIMENTOS

À Fabiola Maria Salvestrini, pelo companheirismo atenção e paciência.

Ao Dr. Carlos Araujo-Lima, pela sua orientação, apoio material e moral e principalmente pela idéia de realizarmos este trabalho.

Ao CNPq pela bolsa de mestrado e ao Convênio de Cooperação Brasil/Espanha pelo suporte financeiro no trabalho de campo.

Aos Drs. Lúcia Rapp Py-Daniel, Cláudia Pereira de Deus e Silva e Carlos Edwar Carvalho Freitas pelas críticas e sugestões feitas na aula de qualificação e no plano de pesquisa.

Aos Drs. Bernard Mérona, Michael Goulding e Ângelo Agostinho pelas importantes críticas e sugestões na redação final desta dissertação.

Ao Dr. Jansen Zuanon pela sua solicitude no empréstimo de bibliografia e especialmente pela valiosa contribuição na tarefa de identificação dos peixes.

Ao Dr. Rosseval Galdino Leite e José Wagner Valente, pela sua importante ajuda na identificação de larvas de peixes e pela boa convivência ao longo destes dois anos.

Ao Dr. Vandick da Silva Batista por informações sobre o desembarque pesqueiro.

A todos que contribuíram na realização do trabalho de campo:

Raimundo Simão Guimarães, em Manicoré no rio Madeira. Sr Cauby, no rio Urubu. Ao amigo Valdelino, Sr. "Capitão" e Sr. "Macaco" e demais funcionários da APLUB em Carauari. Sr. Mauro Mendonça e seus filhos, em Tefé. Jayme e Sra. Odeth Moura de Souza, pela hospitalidade em Tapauá, rio Purus. Ao Sr José de Jesus Aguiar em Itaituba, rio Tapajós. Ao Sr. Armando Rodrigues da Silva, em Oriximiná, rio Trombetas. Ao Sr Hermógenes Guimarães Rodrigues em Nhamundá.

A todos colegas e professores da pós-graduação do INPA.

ÍNDICE	página
RESUMO -----	1
ABSTRACT -----	2
INTRODUÇÃO -----	3
MATERIAIS E MÉTODOS -----	8
RESULTADOS -----	13
DISCUSSÃO -----	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	34

LISTA DE FIGURAS		página
Figura 1	Mapa da área de estudo -----	9
Figura 2	Densidade de larvas e total de sólidos em suspensão na água -----	16
Figura 3	Ordenação dos rios amostrados em função da composição de espécies de Characíformes capturados com rede-de-mão -----	22
Figura 4	Correlação entre o total de sólidos em suspensão nos rios amostrados e os eixos da ordenação dos rios em função da composição de espécies de Characíformes capturados com rede-de-mão -----	23
Figura 5	Mapa da distribuição provável das larvas e juvenis dos Characíformes migradores na bacia Amazônica -----	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Distribuição geográfica das espécies estudadas -----	7
Tabela 2	Densidade média de ictioplâncton e valores de testes estatísticos -----	15
Tabela 3	Informações sobre as coletas com rede-de-mão -----	19
Tabela 4	Lista de Characíformes capturados com rede-de-mão -----	20
Tabela 5	Características físico-químicas da água do Solimões/Amazonas, alguns de seus afluentes e estatísticas da regressão linear contra Total de sólidos em suspensão (TSS) -----	31

Resumo

A partir da literatura, foi evidenciado para os rios Solimões e Madeira, que um grupo de espécies de Characiformes (gêneros *Semaprochilodus*, *Prochilodus*, *Brycon*, *Mylossoma*, *Colossoma*, *Anodus*, *Triportheus*), que se distribuem nas planícies alagáveis do Solimões/Amazonas e seus tributários, migram descendo os afluentes de água preta e clara, para desovar nos rios de água branca. O propósito deste trabalho foi determinar se este padrão é repetido para outros rios da Amazônia, assumindo a presença de larvas no rio e juvenis em ambientes marginais como indicadores da ocorrência da desova. Durante os períodos de enchente de 2000 e 2001, foram amostrados nove rios, abrangendo três categorias: água branca (Madeira, Juruá, Purus), clara (Tapajós, Trombetas, Nhamundá) e preta (Negro, Urubu e Tefé). Larvas foram amostradas com rede cônico-cilíndrica e peixes juvenis foram amostrados com rede-de-mão. Foram amostrados 26.144 larvas e 951 indivíduos juvenis de Characiformes. As desovas de *Mylossoma aureum*, *M. duriventre*, *C. macropomum*, *A. elongatus*, *T. elongatus* *B. cf cephalus*, *Semaprochilodus spp* e *Prochilodus nigricans* ocorreram exclusivamente em rios de água branca. Larvas de outras espécies de Hemiodontidae, Prochilodontidae, *Triportheus* e *Brycon* desovaram em rios de água preta e clara. A densidade de larvas foi correlacionada positivamente com o total de sólidos em suspensão na água. As assembléias de Characiformes juvenis nos rios de água branca foram similares entre si e dominadas por espécies de grande porte, enquanto nos rios de água preta e clara, espécies de pequeno porte foram dominantes. Este trabalho acrescentou fortes evidências apoiando a hipótese de que, para estas espécies migradoras, os sistemas de água branca representam áreas de desova e berçário.

Abstract

Evidence from the literature suggests that, in the Solimões and Madeira rivers, a group of large sized characiforms (genus *Semaprochilodus*, *Prochilodus*, *Brycon*, *Mylossoma*, *Colossoma*, *Anodus*, *Triporthus*), which are widely distributed on the floodplains of the Amazon tributaries, undertake migrations descending the tributaries of nutrient poor, clear and black colored water, to spawn in the sediment rich "white-water" rivers originated on the Andes. The aim of this work was to determine if this pattern is repeated for other rivers in the Amazon, taking as evidence of spawning activity, the occurrence of drifting larvae in the river and the presence of juveniles on the riparian vegetation near the banks and in the floodplains. The rivers were chosen to comprise white-water (Madeira, Juruá, Purus), clear-water (Tapajós, Trombetas, Nhamundá) and black-water (Negro, Urubu, Tefé). Larval fish was sampled with a ictioplankton bongo net. Juvenile fish were sampled with a hand-net. 26.144 larvae and 951 juvenile characiforms were sampled. *Mylossoma aureum*, *M. duriventre*, *Colossoma macropomum*, *Anodus elongatus*, *Triporthus elongatus*, *Brycon cephalus*, *semaprochilodus* spp and *Prochilodus nigricans* spawned in white water rivers only. Other species of Hemiodontidae, Prochilodontidae, *Triporthus* and *Brycon* spawned in clear and black water rivers. Larval abundance was positively correlated with total suspended solids in water. Juvenile characiforms assemblages in white water rivers were similar and revealed to be dominated by large sized species. Fish assemblages in black and clear water rivers were less similar and dominated by small sized species. This work added further evidence in favor to the hypothesis that white waters rivers function as spawning and nursery grounds for these migratory characiforms.

Introdução

A bacia Amazônica é composta por cursos d'água que drenam terrenos com diferentes particularidades geológicas, mineralógicas e climáticas (Sioli, 1968). Tais particularidades condicionam as características físico-químicas da água, incluindo a sua cor e outros aspectos importantes da paisagem, como o substrato, o relevo e a vegetação. De acordo com a cor de suas águas, os rios da Amazônia são classificados, em rios de águas brancas, claras e pretas. Basicamente, estas três categorias correspondem a dois processos de formação geológica. Os rios de água branca drenam a região oeste e sudoeste da Amazônia, terrenos que consistem de formações sedimentares originárias de depósitos lacustre-estuarinos dos períodos Terciário e Pleistoceno e de material proveniente da erosão da cordilheira dos Andes. Em virtude disto, suas águas são relativamente ricas em sais minerais. Estes rios, por drenarem terrenos pouco consolidados e relevo plano, apresentam intensa dinâmica de erosão e deposição de sedimentos, formando extensas planícies de inundação. Suas águas contêm grande quantidade de argila e silte em suspensão, o que lhes dá a cor marron-amarelada. Estas argilas têm uma composição de minerais associados que resulta em alta condutividade da água (maior que $30 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) e alta capacidade de troca iônica nos solos em que se depositam (Furch, 1997). As áreas anualmente inundadas pelos rios de água branca são denominadas várzeas. A paisagem da várzea é marcada pela floresta inundável e pelas pradarias de gramíneas semi-aquáticas, que se desenvolvem durante a fase terrestre e crescem acompanhando a subida da água, formando bancos de vegetação flutuante (Junk & Howard-Williams, 1984).

Os rios de água preta e clara, drenam terrenos dos escudos Brasileiro e Guianense, e formações sedimentares, que são depósitos resultantes da degradação de granitos e gnaisses dos escudos, onde os minerais pré-existentes foram lixiviados em grande extensão. Conseqüentemente, suas águas são ácidas e possuem concentrações muito baixas

de sais minerais dissolvidos (Sioli, 1968). A quantidade de partículas em suspensão é pequena, dando a suas águas uma coloração azulada a esverdeada (água clara), mas dependendo da quantidade de ácidos húmicos e fúlvicos em solução, tornam-se cor de âmbar (água preta). Nestes rios, a floresta inundável é o carácter predominante na paisagem. Porém, alguns rios de água preta, são associados com vegetação de savana e campina (Sioli, 1968, Goulding *et al.*, 1988).

Comumente, rios de água branca recebem afluentes de água preta ou clara: por exemplo, o rio Solimões e seus afluentes Negro (água preta) e Tapajós (água clara), e o rio Madeira e seus afluentes Manicoré (água preta) e Jamari (água clara). Estes diferentes tipos de rio possuem ictiofaunas diferentes, com algumas espécies distribuídas nos sistemas de água branca, outras que são distribuídas nos rios drenando os escudos, enquanto outras são encontradas em ambos sistemas (para exemplo dos Serrasalmidae e Gymnotiformes ver respectivamente, Jégu, 1992 e Cox-Fernandes, 1999).

Os Characiformes representam cerca da metade das espécies descritas para a Amazônia (Géry, 1984). Esta ordem é constituída por uma variedade de espécies de vários tamanhos. Algumas espécies de maior porte têm elevada importância para o consumo alimentar humano (Smith 1979; Mérona & Bittencourt, 1988; Mérona, 1990; Bittencourt & Cox-Fernandes 1990; Mérona & Bittencourt, 1993; Batista, 1999, Cerdeira & Rufino, 2000). Dentre estas, existe um grupo de espécies que se distribui nas planícies de inundação do Solimões/Amazonas e do curso baixo de seus afluentes de água preta e clara. Algumas características destes peixes permitem classifica-los como estrategistas-periódicos (*sensu* Winemiller, 1995): liberação de grandes quantidades de ovos, uma desova por ano, rápido crescimento inicial, idade da primeira maturação entre 1-3 anos (Mérona & Gascuel, 1993) e alta mortalidade na fase inicial da vida. Seus ciclos de vida

são estreitamente sintonizados com o pulso de inundação (Junk, 1985; Mérona & Gascuel 1993; Bayley, 1995).

Organismos vivendo em ambientes sazonais são levados a realizar deslocamentos periodicamente. Segundo McKewon (1984), migração é um comportamento desenvolvido especialmente para o deslocamento dos indivíduos no espaço, que envolve mecanismos fisiológicos e comportamentais especializados. Razões para as migrações terem evoluído seriam a otimização da alimentação, evitação de condições adversas, aumento do sucesso reprodutivo e promoção da colonização.

O conhecimento disponível atualmente sobre as migrações de peixes amazônicos é suficiente para que sejam reconhecidos dois padrões gerais: migrações laterais e longitudinais (Petrere Jr., 1985; Fernandes, 1997). Migrações laterais são movimentos em que os peixes entram e saem das planícies alagadas em resposta às flutuações do nível dos rios. As migrações longitudinais, por sua vez, envolvem deslocamentos dos peixes pela calha dos rios. As migrações laterais têm a finalidade de fuga de ambientes inóspitos durante a fase de seca e ocupação de áreas recentemente alagadas durante a enchente. Migrações laterais podem ter finalidade reprodutiva, pois algumas espécies saem dos lagos de várzea para desovar no rio (Junk, 1984; Fernandes, 1997) ou na zona de mistura com as águas brancas na desembocadura de lagos de várzea (Santos, 1982). As migrações longitudinais, também podem ter finalidade reprodutiva, com os cardumes se dirigindo até as áreas de desova. Estes movimentos podem ser rio acima ou rio abaixo, dependendo do sistema hidrográfico e da espécie considerados (Welcomme, 1985).

γ Para a maioria destes Characiformes migradores, a desova ocorre durante a fase de enchente, coincidindo com o aumento da disponibilidade de alimentos e refúgio para os juvenis, principalmente entre os bancos de gramíneas semi-aquáticas que se desenvolvem na várzea durante esta época (Junk, 1980; Araujo-Lima & Goulding, 1998; Welcomme,

1985). A fecundação se efetiva no canal do rio, os ovos e larvas são transportados pela correnteza (Petry, 1989; Araujo-Lima & Oliveira, 1998), iniciam seu desenvolvimento no rio e posteriormente são depositados nas planícies de inundação.

Na Amazônia Central, algumas espécies de Characiformes de médio a grande porte migram dos cursos médios dos tributários de águas pobres, como o rio Negro ou saem dos lagos de várzea para desovarem no rio Solimões-Amazonas (Shwassmann, 1978; Goulding *et al.*, 1988; Ribeiro & Petrere, 1990; Fernandes, 1997). O mesmo parece ocorrer no rio Madeira, um rio de águas brancas que recebe afluentes de águas claras e pretas, onde Goulding (1979) evidenciou migrações de *Colossoma*, *Brycon*, *Mylossoma*, *Triportheus*, *Leporinus*, *Schizodon*, *Rhythiodus*, *Prochilodus*, *Semaprochilodus*, *Anodus* e *Curimata*. Ali, os peixes na época da reprodução, saem das planícies alagáveis dos tributários e descem, em cardumes, até a confluência com o rio Madeira para desovar. Apesar dos adultos destas espécies terem sido registrados tanto em rios de águas pretas, claras e brancas (Tab. 1), os juvenis seriam encontrados apenas nas áreas de várzea existentes ao longo do curso médio e inferior do rio Madeira. Porém, naquela época, os estudos no rio Madeira foram prejudicados pela impossibilidade de se identificar os pequenos juvenis. A distribuição destas espécies nas planícies alagáveis do curso médio e inferior dos rios de águas pretas e claras, parece ser reflexo do alcance de suas migrações (Junk, 1984).

Aparentemente, a estratégia de desovar nos rios de água branca, asseguraria a dispersão das proles e a maximização da sobrevivência na etapa inicial da vida. Porém, existem somente especulações e são poucas as evidências de que o padrão observado para estes dois rios se repita para os demais grandes rios da bacia Amazônica.

Tabela 1. Distribuição das espécies estudadas. Fontes (1) Goulding 1980; (2) Petrere (1985); (3) Goulding et alii. (1988); (4) Castro; (1990); (5) Portugal (1990); (6) Ferreira (1993); (7) Langeani (1996); (8) Araujo-Lima & Goulding (1998); (9) Ferreira et al. (1998); (8) Goulding (1980). OBS: (B) água branca; (C) água clara; (P) água preta.

<i>Mylossoma aureum</i> Agassiz 1829	Solimões/Amazonas (B), Japurá (B), Purus (B), Madeira (B), Tapajós (C), Trombetas (C), Negro (P), Branco (C). (2, 3, 6).
<i>Mylossoma duriventre</i> Cuvier 1917	Idem
<i>Triportheus elongatus</i> Günther 1864	Solimões/Amazonas (B), Japurá (B), Tefé (P), Madeira (B), Tapajós (C), Trombetas (C), Xingu (C), Negro (P), Araguari (C). (5)
<i>Brycon cephalus</i> Günther, 1869	Solimões/Amazonas (B), Ucaialy (B), Purus (B), Juruá (B), Jutai (P), Negro (P) Madeira (B), Trombetas (C) (1, 2, 4, 9).
<i>Colossoma macropomum</i> Cuvier 1818	Amplamente distribuído na bacia Amazônica e no rio Orenoco, raramente encontrado nos rios a leste do Xingu, aparentemente ausente no rio Negro acima da foz do rio branco Branco. (8)
<i>Anodus elongatus</i> (Cope 1878)	Solimões/Amazonas (B), Japurá (B), Negro (P), Trombetas (C), Tocantins (C), Araguaia (C). (3, 7)
<i>Semaprochilodus insignis</i> Shoumburgk 1841	Região central da bacia Amazônica e seus afluentes: Negro (P), Branco (C), Madeira (B), Tapajós (C), Içá (B), Maranhão (B), Ucaialy (B). (4)
<i>Semaprochilodus taeniurus</i> Esteindachner, 1882	Região central da bacia Amazônica e seus afluentes: Negro (P), Branco (C), Madeira (B), Tapajós (C), aparentemente ausente no Xingú e Tocantins). (4)
<i>Prochilodus nigricans</i> Agassiz, 1829	Amplamente distribuído na bacia Amazônica, aparentemente ausente no rio Negro acima do rio Branco (4), Petrere (2) informa a presença no rio Negro.

O propósito deste trabalho foi testar a hipótese de que a desova destas espécies ocorre apenas em rios de água branca da bacia Amazônica. Partindo do pressuposto que larvas e juvenis não desenvolvem deslocamentos rio acima, porque têm capacidade de natação limitada contra a correnteza, foi verificada a ocorrência de larvas e juvenis *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818), *Mylossoma duriventre* Cuvier, 1917; *Mylossoma aureum* Agassiz, 1829; *Semaprochilodus insignis* Schomburgk, 1841; *Prochilodus nigricans* Agassiz, 1829; *Anodus elongatus* (Copel, 1878) e *Brycon cephalus* Günther, 1869 em sistemas de águas brancas, claras e pretas como uma evidência indireta deste padrão de migração.

Materiais e Métodos

As coletas de ictioplâncton e juvenis foram feitas durante dois períodos de enchente (2000 e 2001) em nove rios da Bacia Amazônica, escolhidos com o objetivo de abranger três categorias de água: 1. água branca (rios Juruá, Purus e Madeira), 2. água preta (rios Tefé, Negro e Urubu) e 3. água clara (rios Tapajós, Trombetas e Nhamundá) (Fig. 1). As estações de coleta nos referidos rios foram localizadas em trechos a montante da zona de mistura com as águas do rio Solimões/Amazonas com a finalidade de evitar que as larvas ou juvenis originados em outros locais fossem carreados para o rio amostrado pelo influxo das águas do Solimões/Amazonas e fossem capturados eventualmente. Especialmente no caso do rio Negro, a estação foi a montante da foz do rio Branco para excluir a influência deste tributário.

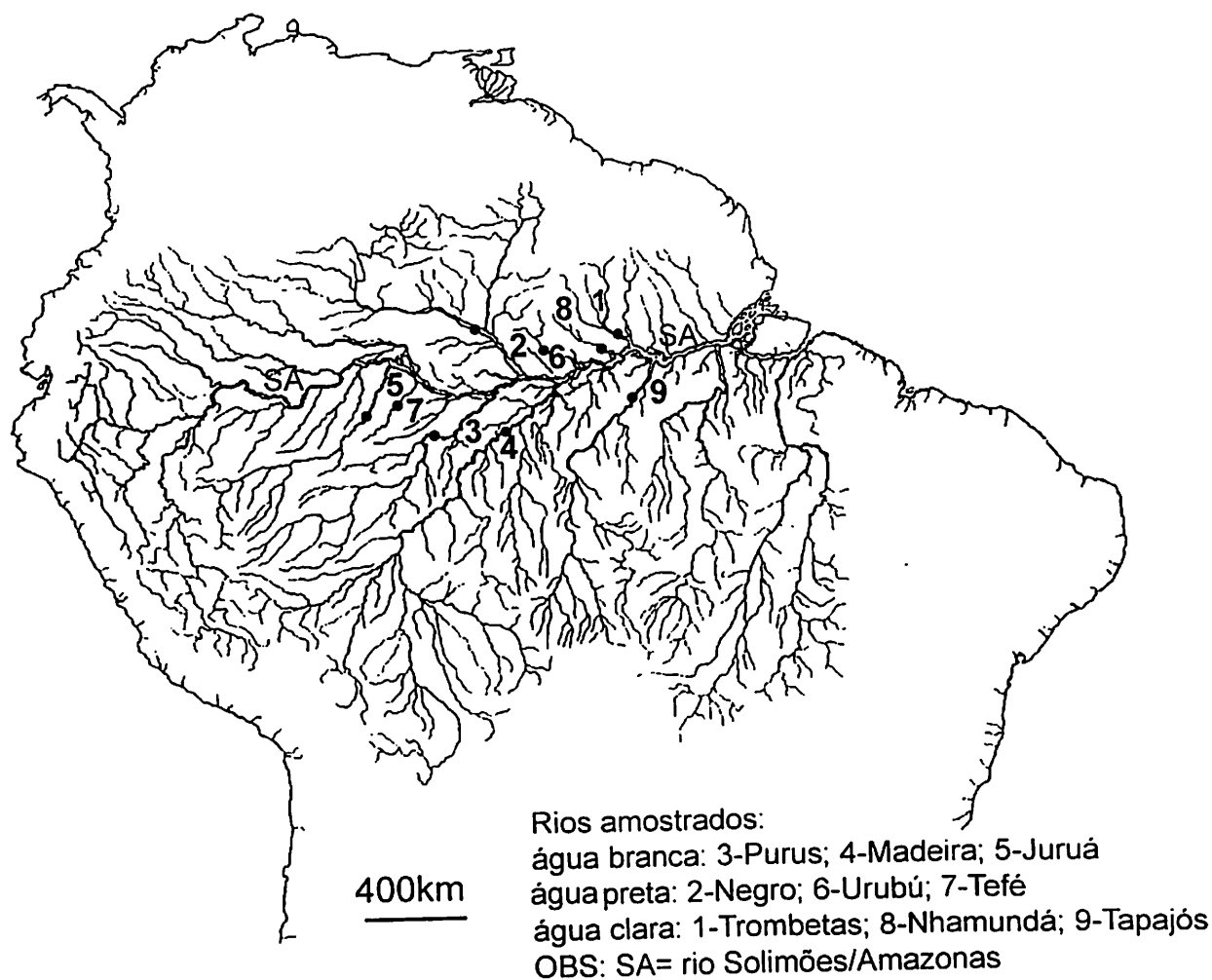


Figura 1- Mapa da área de estudo. Os pontos indicam as estações de coleta.

A amostragem de ictioplâncton foi efetuada com uma rede cônico-cilíndrica de 31 cm de diâmetro de boca por 238 cm de comprimento, feita de tela de nylon com 0,35 mm de abertura de malha e equipada com um fluxímetro para o registro do volume de água filtrado. As coletas de ictioplâncton foram realizadas durante a noite, que é o período de maior abundância de larvas na superfície em águas pretas (Araujo-Lima *et al.*, 2001) e possivelmente em águas claras. Em águas brancas, não existem diferenças de abundância

de larvas entre o dia e a noite (Araujo-Lima *et al.*, 2001). A rede de ictioplâncton foi amarrada ao lado de uma embarcação que navegava lentamente, contra a correnteza, a cerca de 20 a 50 m da margem do rio. Estas são as seções do rio onde a abundância de larvas é mais alta (Araujo-Lima & Oliveira, 1998). A boca da rede era mantida totalmente submersa de modo que captasse água da superfície, até uma profundidade de cerca de 40 cm. Cada operação durou 15 minutos em rios de água preta e clara e 10 minutos em rios de água branca. Ao término das operações, as paredes internas da rede foram lavadas, para que o material filtrado se concentrasse no copo coletor do fundo da rede. O conteúdo filtrado foi fixado com formalina 10%. Em duas situações o procedimento foi ligeiramente modificado. No rio Urubu, a coleta foi feita a partir de uma canoa estacionada no pilar da ponte do Km 185 da rodovia AM-010, e no rio Madeira, a coleta foi realizada no período diurno.

✕ Nos rios Juruá, Purus, Tefé, Tapajós, Trombetas e Nhamundá foram coletadas, no início da enchente de 2000/2001, duas amostras de ictioplâncton, na mesma época e aproximadamente nos mesmos horários. Enquanto nos rios Madeira, Negro e Urubu, apenas uma amostra foi coletada em 2000. As larvas de peixes foram separadas dos detritos manualmente com ajuda de uma lupa, e foram então conservadas em formalina 5%.

A identificação das larvas foi feita levando em consideração suas características morfológicas, padrões de pigmentação e número de miômeros. As contagens de miômeros foram realizadas com ajuda de um microscópio ótico equipado com filtros polarizadores. *C. macropomum*, *A. elongatus*, *T. elongatus* e os prochilodontídeos (*Semaprochilodus* spp e *Prochilodus* spp) foram identificados como em Araujo-Lima (1985 e 1988) e Araujo-Lima & Donald (1988); e *Mylossoma aureum* e *M. duriventre*

como em Araujo-Lima *et al.*, (1993). A identificação de *Brycon cephalus* foi feita por comparação com material previamente identificado disponível no INPA.

Larvas de algumas espécies em estágio de desenvolvimento inicial foram particularmente difíceis de confirmar a identificação. Em *A. elongatus*, por exemplo, o número de miômeros (44-47) se sobrepõe ao de *Hemiodus microlepis* (Kner) (44-46), o que impossibilita a separação destas espécies. Estas foram incluídas sob o mesmo nome "*Anodus elongatus*". Da mesma maneira a separação de *Semaprochilodus* e *Prochilodus* não foi possível e os indivíduos destes gêneros foram incluídos sob o nome "prochilodontídeos".

As demais larvas foram identificadas até o nível de Ordem, excluindo as danificadas que foram contadas como não-identificadas. A abundância das larvas foi expressa em indivíduos por 50 metros cúbicos (ind/50m³), tendo sido calculada a abundância média das larvas, para os rios em que foram coletadas mais de uma amostra.

A amostragem de juvenis foi efetuada com uma rede-de-mão de armação de ferro retangular, medindo 28x24 cm, com tela de cor branca de 1 mm de abertura de malha por 17 cm de profundidade, com um cabo de 160 cm de comprimento. A pesca foi realizada a bordo de canoa, e quando possível, foi feita caminhando ao longo das margens dos rios e lagos conectados. Este trabalho foi realizado durante o dia, mas pelo fato de em locais de água transparente, os peixes fugirem quando chegava-se próximo, pescou-se também à noite. Em cada rio, as estações de coleta foram distribuídas preferencialmente, de modo a abranger os diferentes tipos de ambientes marginais disponíveis, com ênfase aos locais com vegetação inundada ou flutuante. Nos rios onde bancos de macrófitas não foram encontrados, os ambientes amostrados consistiram de praias, enseadas e lagoas marginais, e a vegetação foi composta basicamente por arbustos, *Oryza* sp, outras gramíneas terrestres de porte baixo e folhíço submerso. O número de locais pescados por estação variou entre 2

e 10 (3 mais comum) e as estações mediram de 0,1 a 10 Km de extensão. Um número mínimo de 100 peixes capturados em cada rio foi estabelecido previamente como tamanho de amostra. O esforço de amostragem (número de vezes que a rede-de-mão foi utilizada) aplicado em cada estação variou entre 49 e 186.

A identificação taxonômica dos indivíduos de Characiformes, com menos de 50mm de comprimento padrão, foi feita através de chaves dicotômicas (Géry, 1977; Portugal, 1990; Langeani, 1996 e outros). Este tamanho foi definido arbitrariamente, assumindo que juvenis das espécies escolhidas nesta faixa de tamanho, não seriam capazes de ter nascido no Solimões/Amazonas e migrado até a estação de coleta.

Para testar a hipótese de que as desovas de *Colossoma macropomum*, *Mylossoma duriventre*, *M. aureum*, *Semaprochilodus insignis*, *Prochilodus nigricans*, *Anodus elongatus* e *Brycon cephalus* seriam restritas aos rios de água branca, a presença de larvas no rio foi tomada como evidência de que a desova ocorreu. A frequência de ocorrência destas espécies nos rios amostrados foi testada contra a frequência esperada pelo teste binomial, assumindo a hipótese nula que as larvas deveriam ocorrer em rios de água branca e não ocorrer em rios de águas preta e clara. O efeito do fator água, assumindo três níveis categóricos (branca, clara, preta), sobre a abundância de larvas agrupadas por Ordens, foi testado através de análise de variância não paramétrica Kruskal-Wallis (Zar, 1984).

A composição das assembléias amostradas com rede-de-mão foi estudada através de análises quantitativas e qualitativas. Em ambos os casos, o método de escalonamento multidimensional não-métrico (NMS) foi utilizado para ordenar os rios em função da composição de espécies de Characiformes. Os dados de abundância foram padronizados, dividindo o número de indivíduos de cada espécie pelo número total de indivíduos capturados em cada rio, para retirar o efeito das diferenças de abundância entre rios. O índice de dissimilaridade de Bray-Curtis foi empregado para os dados de abundância e o

índice de similaridade de Jaccard foi usado para os dados de presença/ausência. Nestas análises, foi usado o programa PCORD (McCune & Mefford, 1997).

O total de sólidos menores que 0.063mm em suspensão na água (TSS) foi determinado segundo Martinelli *et al.* (1989), a partir de uma amostra (600 ml) recolhida da superfície em cada rio, exceto para o rio Madeira e o rio Negro, cujos valores de TSS foram compilados de Martinelli *et al.* (1989). A caracterização dos ambientes marginais amostrados com rede-de-mão, foi feita em função da presença/ausência de tipos de vegetação (gramíneas semi-aquáticas, outras macrófitas flutuantes, arbustos, gramínea terrestre submersa, folhiço submerso). A quantidade de sólidos em suspensão e a composição da vegetação foram usadas para uma caracterização dos ambientes amostrados. A significância da correlação entre a composição das assembléias e estas variáveis ambientais, foi testada através do teste de Mantel ou análise de correlação canônica, usando os programas PCORD e SYSTAT.

Resultados

Foram amostrados 26.144 larvas e 951 juvenis. As espécies tratadas aqui (*M. duriventre*, *M. aureum*, *T. elongatus*, *B. cephalus*, *C. macropomum*, *A. elongatus* *S. insignis*, *S. taeniurus*, *Prochilodus spp*) estavam presentes em rios de água branca e foram ausentes nos rios de água clara ou preta (Tab. 2). O rio Tapajós foi a única exceção. Neste rio, foram encontradas larvas de prochilodontídeos, com 41 a 44 miômeros, que poderiam ser *S. insignis*, *S. taeniurus*, *P. nigricans* ou ainda *Prochilodus* "A" sp.n. (Castro, 1990), que foi descrita para a bacia do rio Juruena, um afluente do rio Tapajós. Larvas de *M. aureum* e *B. cephalus* não foram encontradas nas amostras de ictioplâncton coletadas nos rios Madeira e Purus, respectivamente, e larvas de *M. duriventre* não foram encontradas nos rios Juruá e Purus. Através do teste de distribuição binomial foi estimado que a

probabilidade de se encontrar esta distribuição de acertos por acaso (presença nos rios de água branca e ausência nos outros tipos de rio) é pequena ($p < 0,01$).

Larvas de Hemiodontidae e *Triportheus* foram encontradas em rios de águas preta e clara, mas é pouco provável que elas incluam as larvas de *A. elongatus* ou *T. elongatus*, pois as amplitudes das distribuições dos números de miômeros não coincidiram com as verificadas para estas espécies. De acordo com as contagens de miômeros publicadas por Araujo-Lima & Donald (1988), estes Hemiodontidae podem ser *Hemiodus immaculatus*, *H. unimaculatus* Bloch, 1794 ou *H. semitaeniatus* Kner, 1859, enquanto as larvas de *Triportheus* podem ser *T. albus* Cope, 1872 ou *T. flavus* Spix, 1829. Segundo Portugal (1990) e Langeani (1996), outras sete espécies de *Hemiodus* e quatro espécies de *Triportheus*, cujos números de miômeros não são conhecidos, são registradas para um ou mais rios estudados: *H. argenteus* Pellegrin, 1908; *H. "microlepis-longo"* sp n. (Langeani, 1996), *H. thayeria* Böhlke, 1955; *H. amazonum* (Humboldt, 1817), *H. atranalis* (Fowler, 1939), *H. gracilis* Günther, 1864, *H. vorderwinckleri* Géry, 1964; *H. quadrimaculatus* (autor) *T. culter* (Cope, 1871), *T. rotundatus* (Shomburgkii, 1841), *T. pictus* (Garman, 1890) e *T. curtus* Garman, 1890.

As larvas de Characiformes corresponderam a 63,8% do total de larvas amostradas. Dentre estes, os Curimatidae, Hemiodontidae e *Triportheus* foram os grupos mais abundantes e ocorreram tanto em rios de águas brancas, claras e pretas. As larvas de Clupeiformes, Siluriformes, Perciformes, Tetraodontiformes (*Colomesus asellus*) e Gymnotiformes corresponderam, respectivamente, a 5,1%; 2,7%; 0,35%; 0,08% e 0,01% do total de larvas capturadas. Cerca de 28% das larvas não foram identificadas por estarem danificadas.

Tabela 2- Densidade média de ictioplâncton (larvas/ 50m3). OBS. ** probabilidades do teste binomial para a ocorrência das espécies de Characiformes migradores em 15 amostras; * Kruskal-Wallis (g.l. 3, 3, 3); B=branca, P=preta, C=clara.

Água Rio	B Madeira	B Juruá	B Purus	P Negro	P Urubu	P Tefé	C Tapajós	C Trombetas	C Nhamundá	P
Número de amostras	1	2	2	1	1	2	2	2	2	
<i>Mylossoma aureum</i>	0.0	65.2	33.6	0	0	0	0	0	0	<0,01**
<i>Mylossoma duriventre</i>	1.5	0.0	0.0	0	0	0	0	0	0	<0,01**
<i>Triportheus elongatus</i>	5.9	0.8	86.2	0	0	0	0	0	0	<0,01**
<i>Brycon cephalus</i>	36.6	1.5	0.0	0	0	0	0	0	0	<0,01**
<i>Colossoma macropomum</i>	1.5	4.2	0.4	0	0	0	0	0	0	<0,01**
<i>prochilodontídeos</i>	298.8	460.2	144.9	0	0	0	22.6	0	0	<0,01**
<i>Anodus elongatus</i>	254.8	101.1	62.8	0	0	0	0	0	0	<0,01**
	599.0	633.0	327.9	0.0	0.0	0.0	22.6	0.0	0.0	
Outros Characiformes	4002.6	6251.3	679.6	0.0	117.1	154.3	367.1	151.4	3.1	<0,10*
Siluriformes	300.2	50.3	25.2	2.1	0.0	9.5	25.8	22.2	0.3	<0,10*
Clupeiformes	13.2	130.6	354.4	5.3	0.0	5.6	0.0	291.2	22.0	
Perciformes	0.0	1.5	2.0	0.0	0.0	0.0	4.9	32.0	15.5	<0,05*
Gimnotiformes	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.6	
Tetraodontiformes	4.4	0.0	7.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	
Não identificados	2101.6	312.3	335.6	1.1	42.6	124.2	1153.3	255.7	23.7	
Total	7620.0	8011.9	2060.5	8.4	159.7	295.2	1596.3	752.8	65.5	<0,10*

A abundância de larvas de Characiformes e Siluriformes nos rios de água branca foi maior do que nos rios de água preta e clara (Kruskal Wallis g.l. 3,3,3 $p < 0,10$), enquanto a abundância de Perciformes (Sciaenidae) foi maior nas amostras provenientes de rios de água clara (Kruskal-Wallis g.l. 3,3,3 $p < 0,05$). Foi verificada uma relação entre a abundância total de larvas nas amostras e a quantidade de sólidos em suspensão na água dos rios (TSS) ($r=0,75$; g.l.=7; $p=0,02$) (Fig. 2).

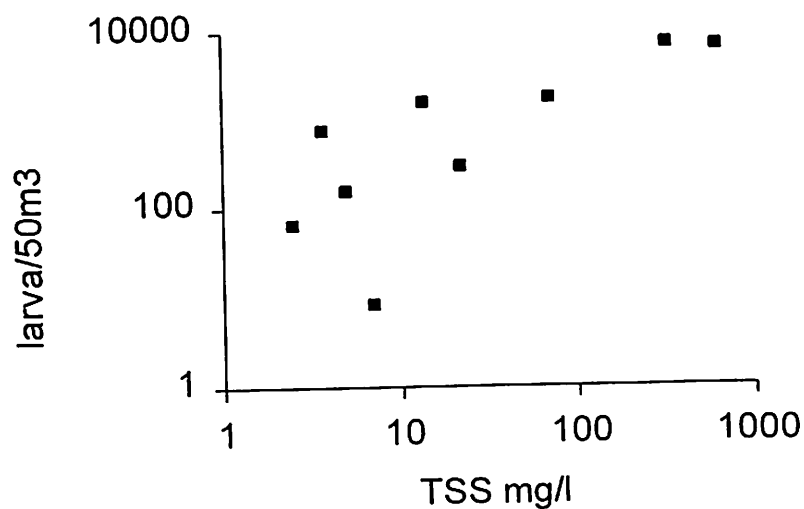


Figura 2- Densidade de larvas e total de sólidos em suspensão (TSS) no rio.

A vegetação marginal dos rios e lagos de água branca foi caracterizada pela presença de bancos de macrófitas, formados principalmente por *Paspalum repens*, *Echinochloa polystachya*, *Eichhornia* sp. Todos os lagos amostrados tiveram água branca, ou seja, estavam recebendo água do rio e foram acessíveis com canoa. Esta foi a paisagem comum nos rios de água branca, porém no rio Purus, foi amostrado um lago com vegetação de floresta alagada, composta por árvores e arbustos rasteiros que sombreavam as margens e as espécies de macrófitas citadas acima não foram encontradas.

Em duas situações foram encontrados bancos de macrófitas em rios de água preta ou clara. No rio Tefé (água preta), em muitos locais, foram encontrados bancos

relativamente extensos (maior que 20m de largura) formados por *E. polystachya*, *P. repens*, *Eichhornia* sp e *Oryza* spp. No rio Tapajós (água clara), foram encontrados bancos de *P. repens* pouco desenvolvidos. A composição da vegetação foi correlacionada com a quantidade de sólidos em suspensão (TSS) nos rios (Teste de Mantel, $r=0,35$; $P=0,039$). As gramíneas semi-aquáticas *Echinochloa polystachia* e *Paspalum repens* predominaram nos rios de água branca e nos rios Tefé e Tapajós, cujos valores de TSS foram respectivamente 21,7 mg.l⁻¹ e 13,6 mg.l⁻¹. Entretanto, nos demais rios de água preta e clara, que tinham menores quantidades de sólidos em suspensão, estas plantas foram ausentes (Tab. 3).

O exame das assembléias de Characiformes confirmou o que foi observado para os dados de ictioplâncton, ou seja, as espécies tratadas aqui foram encontradas nos rios de água branca e foram ausentes nos rios de água preta e clara. O mesmo ocorreu para outras espécies como *Rhythiodus microlepis*, *Potamorhina altamazonica* e *Psectrogaster* sp (Tab. 4). As assembléias nos rios de água branca foram dominadas por juvenis de espécies de grande porte. Estas, corresponderam de 65 % a 82 % das espécies amostradas e a mais de 90 % dos indivíduos capturados, sendo que *A. elongatus*, *B. cephalus*, *Mylossoma* spp e *T. elongatus* juntas, corresponderam de 44 % a 70 % dos indivíduos. Nos rios de água branca, as espécies de pequeno porte corresponderam a menos de 10 % do total de indivíduos capturados (Tab. 4).

Nos rios de água preta e clara, por outro lado, foram encontradas maior riqueza e abundância de Characiformes de pequeno porte (Kruskal-Wallis, $p<0,10$). Formas juvenis das espécies consideradas neste estudo não foram encontradas. Porém, foram abundantes juvenis de outros Characiformes de médio a grande porte, como *T. albus*, *Brycon* spp, *Hemiodus unimaculatus*, *Bivibranchia simulata* (Eigenmann & Myers, 1927) e *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794). Possivelmente, as três primeiras espécies também migram.

A análise da composição das assembléias amostradas com rede-de-mão revelou um padrão de separação dos rios de água branca em relação aos rios de água preta e clara, ao longo de um dos eixos da ordenação. Este padrão foi consistente tanto para as análises baseadas em abundância como presença/ausência, e permaneceu mesmo após a exclusão das espécies migradoras assinaladas na tabela 4 (Fig.3).

A ordenação dos rios em função da composição da fauna de Characiformes associada aos ambientes marginais foi correlacionada com o total de sólidos em suspensão (TSS) ($p= 0,03$) (Fig. 4).

Tabela 3- Informações sobre as estações de coleta com rede-de-mão, incluindo presença (1) ou ausência (0) de vegetação. Valores para total de cátions (TZ⁺) compilados de Stallard & Edmond (1983) e total de sólidos em suspensão (TSS) para os rios Madeira e Negro compilados de Martinelli *et al.* (1989).

	Nhamundá	Tapajós	Trombetas	Negro	Urubu	Tefé	Purus	Juruá	Madeira
Esforço (no. de lances)	105	94	93	100	78	186	156	55	100
Total de cátions (TZ ⁺) ueq/l	-	145	190	68	-	80	295	566	420
TSS mg/l	2.5	13.6	3.6	7	4.9	21.7	70.4	326.1	627
<i>Echinochloa polystachia</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	1
<i>Paspalum repens</i>	0	1	0	0	0	1	1	1	1
<i>Oryza</i> sp	0	0	1	0	0	1	0	0	0
<i>Eichornia</i> sp	0	0	0	0	0	1	1	0	1
outras macrófitas flutuantes	0	1	0	0	1	0	0	0	0
arbustos	1	1	1	1	1	1	1	0	0
gramínea terrestre submersa	1	0	1	1	1	1	0	0	0
folhíço	1	0	1	1	1	0	1	0	0

Tabela 4- Lista de Caracteriformes capturados com rede-de-mão em número de indivíduos capturados. OBS. G = espécie de grande porte, M = espécie migrador, P = espécie de pequeno porte, B = água branca, C = água clara, F = água preta.

Espécie	Rio								Tipo de água
	M	M	M	M	M	M	M	M	
<i>Mylossoma aureum</i>	10	5	19	-	-	-	-	-	-
<i>Mylossoma duriventre</i>	9	20	11	-	-	-	-	-	-
<i>Triportheus elongatus</i>	6	21	7	-	-	-	-	-	-
<i>Brycon cephalus</i>	33	43	2	-	-	-	-	-	-
<i>Semaprochilodus/Prochilodus</i>	-	11	-	-	-	-	-	-	-
<i>Anodus elongatus</i>	33	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhythiodus microlepis</i>	3	6	1	-	-	-	-	-	-
<i>Potamorhina altamazonica</i>	-	14	1	-	-	-	-	-	-
<i>Psectrogaster</i> sp	-	2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hemiodus unimaculatus</i>	-	-	-	-	-	-	18	-	-
<i>Brycon sp1</i>	-	-	-	-	-	-	3	-	-
<i>Brycon sp2</i>	-	2	5	4	10	5	18	5	-
<i>Triportheus albus</i>	10	-	1	-	-	-	20	-	-
<i>Triportheus flavus</i>	81	4	34	-	-	-	-	5	-
<i>Serrasalmus spp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Acestrorhynchus</i> sp	-	3	-	-	-	-	-	-	-
<i>Roeboidea</i> sp	-	2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Raphiodon</i> sp	-	-	5	-	-	-	3	-	-
<i>Hoplias malabaricus</i>	2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bivibranchia simulata</i>	-	-	65	-	-	-	1	-	-
<i>Chalcus erythropterus</i>	G	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bryconops erythropterus</i>	G	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bryconops affinis</i>	P	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Bryconops cf. disruptus</i>	P	-	-	-	-	-	-	-	62
<i>Bryconops humeralis</i>	P	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thorachoa charax</i> sp	P	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Charax</i> sp	P	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Carnegiella</i> sp	P	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carnegiella marthae</i>	P	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Carnegiella</i> sp	P	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>(donostilibe fugitiva</i>	P	2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Creagrutus aff. beni</i>	P	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Ctenopoma hauxwellianus</i>	P	2	-	-	-	-	-	-	-
<i>(urimatopsis</i> sp	P	-	-	-	-	-	16	-	-
<i>(urimatopsis</i> sp	P	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>(urimatella dorsalis</i>	P	-	-	-	-	-	-	-	2

Tabela 4- Lista de Characiformes capturados com rede-de-mão (Continuação).

	Jur	Mad	Pur	Nha	Neg	Tap	Tef	Tro	Uru	
<i>Elachocharax pulcher</i>	P	-	-	-	-	-	5	-	-	
<i>Heterocharax leptogramus</i>	P	-	-	-	-	-	1	-	-	
<i>Heterocharax virgulatus</i>	P	-	-	1	-	-	-	-	-	
<i>Hemigrammus analis</i>	P	-	-	2	69	-	-	-	-	
<i>Hemigrammus bellotti</i>	P	-	-	-	5	-	-	-	-	
<i>Hemigrammus gr. ocellifer</i>	P	-	-	3	-	-	-	-	-	
<i>Hemigrammus aff. hyanuari</i>	P	-	-	-	-	30	30	2	-	
<i>Hemigrammus aff. marginatus</i>	P	-	-	-	2	1	-	2	-	
<i>Hemigrammus vorderwinkleri</i>	P	-	-	-	-	-	1	-	-	
<i>Hyphessobrycon callistus</i>	P	-	-	-	-	1	15	-	-	
<i>Leptobrycon jatuaranae</i>	P	-	1	-	-	-	-	-	-	
<i>Paragoniates alburnus</i>	P	-	-	-	4	-	-	-	-	
<i>Moenkhausia copei</i>	P	-	-	-	-	-	-	1	20	
<i>Moenkhausia cotinho</i>	P	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Moenkhausia dichroua</i>	P	-	1	3	-	-	-	-	-	
<i>Moenkhausia intemedia</i>	P	-	-	3	2	-	2	3	-	
<i>Thayeria boehlkei</i>	P	-	-	-	-	6	-	-	-	
<i>Thayeria obliqua</i>	P	-	-	-	2	-	-	-	-	
<i>Nannobrycon unifasciatus</i>	P	-	-	1	-	-	1	-	-	
<i>Nannostomus digramus</i>	P	-	-	-	11	1	-	-	2	
<i>Nannostomus eques</i>	P	-	-	-	1	3	-	-	2	
<i>Nannostomus erythrurus</i>	P	-	-	-	7	-	-	-	-	
<i>Nannostomus trifasciatus</i>	P	-	-	-	-	-	4	-	-	
<i>Pyrrrhulina brevis</i>	P	-	-	-	-	1	-	-	-	
<i>Pyrrrhulina gr. Laeta</i>	P	-	-	-	-	-	4	-	-	
<i>Copella nattereri</i>	P	-	-	-	2	9	-	-	-	
total de peixes		191	139	90	109	154	92	73	77	26
indivíduos de espécies grandes		187	134	82	92	24	53	5	7	2
characiformes migradores		91	100	39	0	0	0	0	0	0
indivíduos de espécies de pequenas		4	6	8	17	130	39	68	70	24
total de espécies		11	20	13	13	12	12	14	7	4
espécies grandes		9	13	10	2	2	5	1	2	1
espécies pequenas		2	7	3	11	10	7	13	5	3

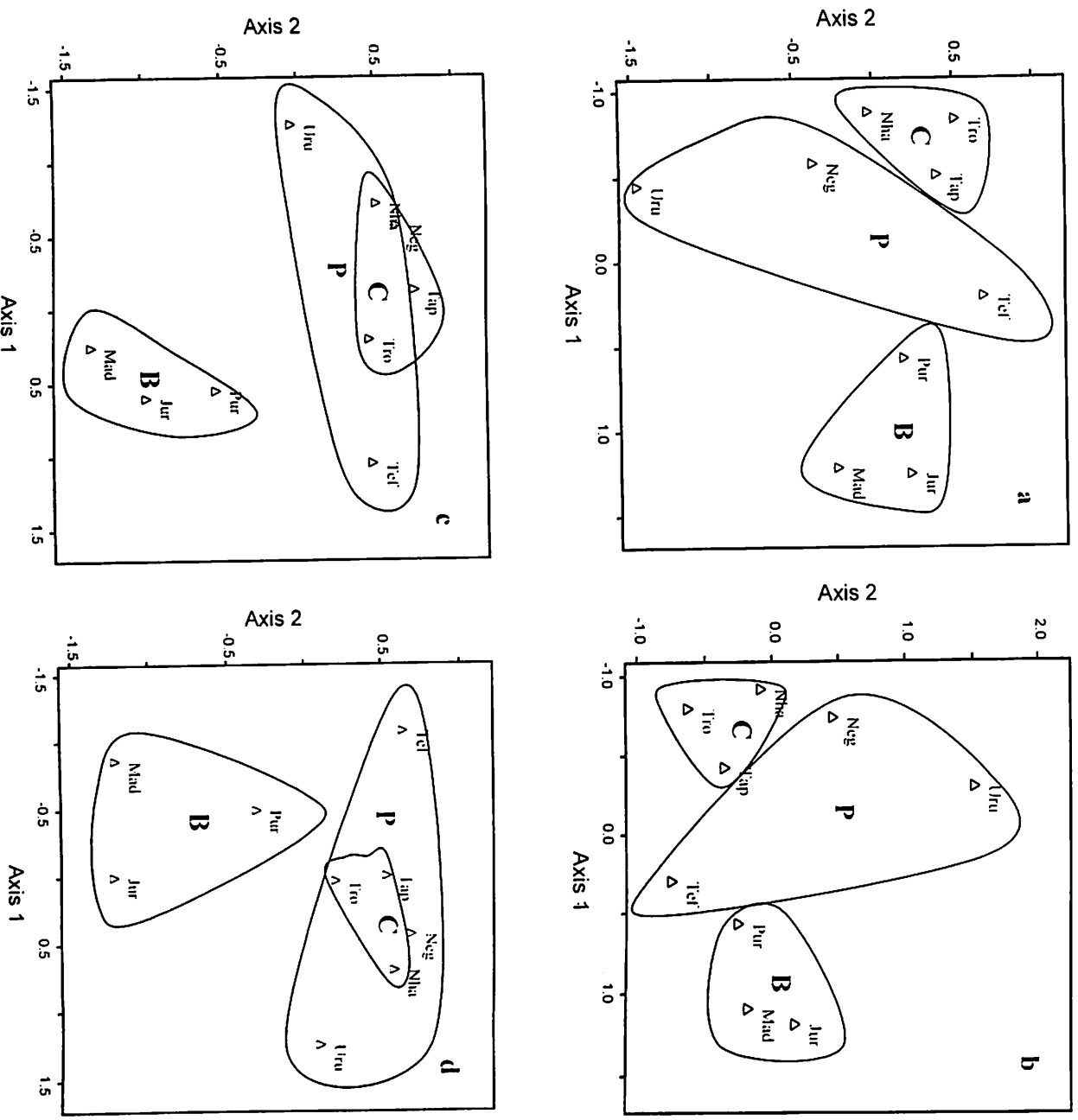


Figura 3- Ordenação dos rios amostrados em função da composição de espécies de Characiformes capturados com rede-de-mão. (a) dados de abundância excluindo as espécies migradoras assinaladas na Tabela 4; (b) dados de abundância incluindo todas as espécies; (c) dados de presença/ausência incluindo todas as espécies; (d) dados de presença/ausência excluindo as espécies migradoras. Obs. B= água branca; C= água clara; P= água preta. As iniciais indicam os nomes dos rios amostrados.

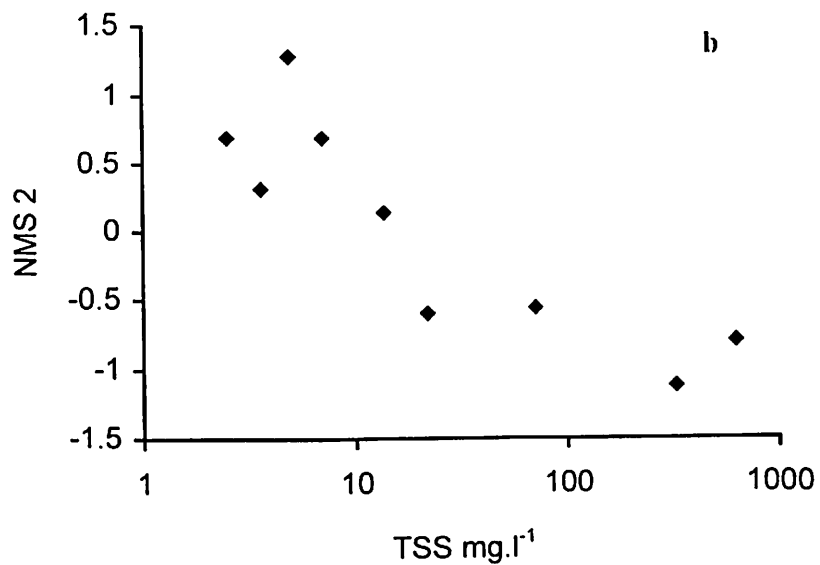
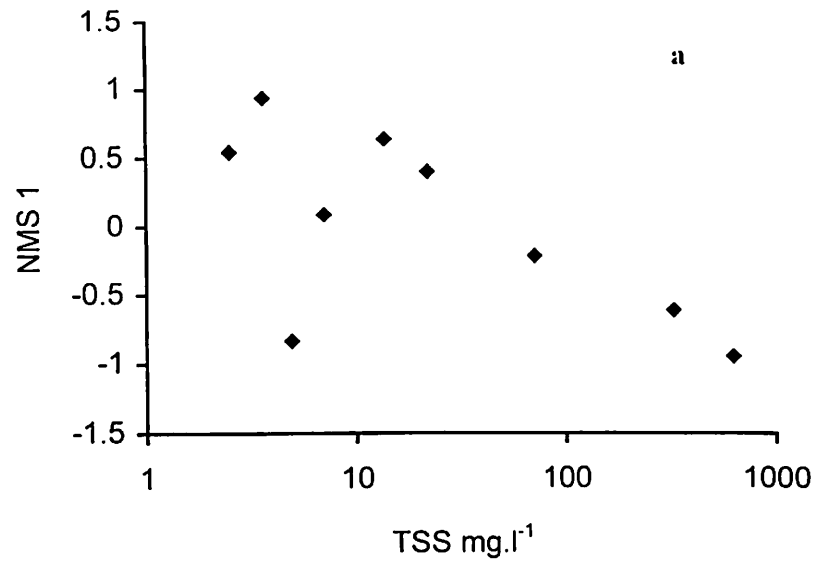


Figura 4- Correlação entre o total de sólidos em suspensão (TSS) e os eixos da ordenação dos rios em função da composição de espécies de Characíformes capturados com rede-de-mão (dados de abundância incluindo as espécies migradoras assinaladas na Tabela 4). (a) TSS contra eixo NMS1 ($\beta_1 = -2,337$ $p=0,052$); (b) TSS contra eixo NMS2 ($\beta_2 = -2,212$ $p=0,063$).

Discussão

A ausência das espécies estudadas no ictioplâncton dos rios de água preta e clara, foi mais freqüente do que seria esperado por acaso. E, por outro lado, na maioria dos rios de água branca, as larvas destas espécies estavam presentes. As ausências de larvas de *Mylossoma aureum* no rio Madeira; *M. duriventre* nos rios Juruá e Purus e *Brycon cephalus* no Juruá, podem ter sido artefato da estreita abrangência temporal das coletas e do curto tempo de permanência das larvas no rio. Entretanto, as formas juvenis destas espécies foram encontradas nos ambientes marginais destes rios, evidenciando que suas desovas ocorreram em todos os rios de água branca amostrados.

É pouco provável que a ausência das larvas das espécies estudadas nos rios de água preta e clara tenha sido produto do pequeno tamanho da amostra, pois nestes rios, o tempo de operação com a rede de ictioplâncton foi aumentado com a finalidade de filtrar maiores volumes de água. Se as chances de encontrar larvas destes peixes fossem iguais nas três categorias de rio, ao serem filtrados maiores volumes de água nos rios de água preta e clara, seria esperado encontrá-las com maior freqüência nestes rios do que nos rios de água branca.

Duas hipóteses poderiam invalidar estes resultados: se a [1] época de desova destas espécies ocorresse nos rios de água preta e clara numa outra fase do ciclo hidrológico que não fosse a enchente, ou se [2] a desova ocorresse em ambiente diferente da calha do rio (por exemplo, em lago ou igarapé). Porém neste caso suas formas juvenis teriam sido eventualmente encontradas na amostragem com rede-de-mão. E, seria pouco provável que estas espécies desovassem em outra época, pois a tática de desovar na enchente seria uma estratégia evolutivamente estável, que maximizaria as chances de sobrevivência da prole. A realização de amostragem ao longo de ciclos sazonais nos rios de água clara e preta permitiria esclarecer esta questão.

A maior participação de juvenis de espécies de grande porte nos rios de água branca (mais de 90 % dos indivíduos amostrados) pode ter sido causada pela coincidência da amostragem com o seu período de desova, quando seria esperado registrar maior frequência destas espécies nas assembléias de peixes dentro da faixa de tamanho amostrada. Sánchez-Botero & Araujo-Lima (2001), pescando em bancos de macrófitas em lagos de várzea do Solimões/Amazonas, durante uma fase mais avançada da inundação (maio-junho), encontraram menos de 20 % de indivíduos de espécies de Characiformes de grande porte, e dentre estes, apenas 6,6 % eram indivíduos das espécies migradoras estudadas aqui. No entanto, o tamanho de malha usado neste estudo (1mm) seria mais eficiente na captura de larvas, em comparação com o tamanho de malha usado por estes autores (5 mm entre nós opostos), o que também explicaria as diferenças encontradas entre estes estudos.

A maior similaridade entre as faunas dos rios de água branca foi devida à maior participação das espécies de médio a grande porte, especialmente as migradoras. Estas, têm capacidade para realizar grandes deslocamentos e dispersar suas larvas por longas distâncias, características que permitem a sua ampla distribuição, e conseqüentemente podem ter influenciado na maior similaridade entre as faunas dos rios de água branca. As espécies de pequenos caracídeos, por sua vez, aparentemente não realizam grandes migrações nem dispersam suas larvas a distâncias tão longas. Estas características, poderiam ter contribuído para a maior heterogeneidade na composição das assembléias dos rios de água preta e clara. Segundo Junk *et al.* (1997), nestes sistemas existiria uma forte pressão de seleção favorecendo o tamanho corporal pequeno. Diferenças análogas foram encontradas, em peixes do gênero *Alestes* vivendo em rios de savana e em riachos de floresta na África (Lowe McConnel, 1987). Segundo a autora, os peixes de riacho de floresta são menores e desovam ao longo do ano inteiro, em contraste com as espécies dos

rios de savana, que atingem maior porte, realizam migrações rio acima e abaixo, desovam na cheia, produzem muito mais ovos e conseqüentemente, têm ampla distribuição.

A reprodução de organismos que investem na liberação de muitos gametas, de uma única vez no ambiente e não apresentam cuidado parental, normalmente é seguida por algum tipo de dispersão da prole. A dispersão é essencial para a persistência de espécies vivendo em ambientes sazonais (Begon *et al.*, 1990). Como efeito, a dispersão atenuaria a competição intraespecífica. A liberação de ovos e larvas na correnteza é um modo de dispersão realizado por peixes (Pavlov, 1994). Uma das razões das migrações para reprodução é o transporte e dispersão das larvas até habitats adequados ao seu crescimento (McKeown, 1984).

Assumindo a hipótese que as espécies estudadas aqui desovassem em rios de água preta e clara, dificilmente suas larvas chegariam até as várzeas, suas áreas de berçário, pois os "ria lake", na foz dos rios de água preta e clara são ambientes semi-lênticos, onde o transporte de ovos e larvas seria reduzido. Goulding (1980) sugeriu que, nos rios de água preta e clara, a maior transparência da água faria com que ovos e larvas fossem mais visíveis, e por isto, fossem predados mais intensamente do que nos rios de água branca, e ainda, considerou que isto poderia ter influenciado para que as espécies de Characiformes migradores "procurassem" os rios de água branca para desovar. As larvas a deriva no rio são predadas principalmente por peixes, incluindo larvas de Pimelodidae, Clupeidae, *Raphiodon vulpinus* e *Brycon* sp (Moura, 1998). Nos rios de água branca, a grande quantidade de partículas de argila e fragmentos vegetais em suspensão, reduziria a capacidade de detecção das larvas por predadores visualmente orientados mas possivelmente não afeta a percepção de predadores que usam outros sentidos (tato, olfato, órgãos elétricos). A alta carga de argilas e fragmentos em suspensão dificultaria também a ação de organismos filtradores. Por outro lado, a pequena visibilidade nestes rios pode

implicar em perda da capacidade de fuga das larvas de Characiformes, pois são visualmente orientadas, o que facilitaria sua captura por predadores. A taxa de predação de larvas a deriva no rio Solimões/Amazonas, foi estimada em 1.98 % ao dia (Moura, 1998). Dados sobre a predação de larvas em rios de água preta e clara não são disponíveis para comparação.

Outras três hipóteses foram levantadas para explicar por que rios de água preta e clara não seriam áreas propícias para a desova destes peixes (Goulding, 1980): [1] que a pobreza em nutrientes minerais condicionaria uma baixa produtividade primária nestes sistemas, impedindo a formação de uma cadeia trófica capaz de sustentar a biomassa de larvas e juvenis destas espécies; [2] que a escassez de bancos de macrófitas nos rios de água preta e clara limitaria a disponibilidade de habitats para as larvas e juvenis, e portanto, os cardumes migrariam para desovar nos rios de água branca; e [3] que a grande quantidade de pequenos caracídeos e de juvenis de outras espécies de grande porte que se reproduzem nos rios de água preta e clara, representaria uma pressão de competição por alimento que teria forçado as espécies a migrar para desovar na várzea.

As características mineralógicas da água e do material em suspensão carregado pelos rios de água branca, e que sedimenta formando o solo das várzeas, permite a formação de cadeias tróficas com maiores biomassa e produtividade do que nos sistemas de água preta ou clara (Furch, 1997). As algas, através do zooplâncton, são a principal fonte de carbono assimilado pelos peixes nas fases de larva e juvenil (Leite, 2000). Estimativas da produtividade de fitoplâncton de áreas abertas, realizadas durante a fase de enchente-cheia, por Wismar *et al.* (1981) chegaram a valores entre 14.5 e 82.7 mg C.m⁻³.h⁻¹ para lagos de várzea com água decantada (média = 32,8; n = 4) e de 14,4 a 43,1 mg C.m⁻³.h⁻¹ para "ria lakes" (média = 27,7; n = 4). A produtividade de perifíton associado aos bancos de macrófitas na várzea foi estimada em 86,5 mg C.m⁻².h⁻¹ em lagos de várzea com água

decantada e $25 \text{ mg C.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$ na floresta inundada de igapó (Putz & Junk, 1997). Brandorff (1978) num estudo comparativo entre a fauna de zooplâncton de águas abertas de um lago de várzea e um "ria lake" de água preta, encontrou que durante a enchente-cheia, a densidade total de zooplâncton na água preta foi ligeiramente inferior a da várzea ($450\text{--}2370 \times 10^3$ indivíduos/litro no lago de água preta contra $770\text{--}2530 \times 10^3$ indivíduos/litro no lago de várzea). Porém, o tamanho do zooplâncton foi menor na água preta (Brandorff, 1978; Melo, 1998), indicando que, em termos de biomassa, os sistemas de água preta seriam menos abundantes em zooplâncton do que os sistemas de água branca. Talvez o gasto energético empreendido em capturar mais presas por unidade de biomassa, inviabilizasse a manutenção das taxas de crescimento das larvas e juvenis de Characíformes migradores nos rios de água preta e clara.

As macrófitas aquáticas, têm ampla participação na produção primária dos sistemas de várzea, em contraste, contribuem entre 10% e 30% como carbono assimilado pelas larvas de peixes (Leite, 2000). A função dos bancos de macrófitas como habitat aparentemente é mais relevante para os peixes nesta fase. Os ambientes formados pelas raízes destas plantas, abrigam uma rica fauna de invertebrados que lhes serve de alimento. A frequência de larvas com alimento no trato intestinal foi maior nos bancos de macrófitas do que em outros meso-habitats (áreas abertas e margens de rios e lagos) amostrados por Leite (2000) em ambientes de várzea. Os bancos de macrófitas, também constituem locais de refúgio contra predadores. Portanto, nestes ambientes os peixes teriam a dupla vantagem de capturar alimento sem se exporem a predadores.

A escassez deste tipo de vegetação nos rios de água preta e clara poderia ser um outro fator limitante à sobrevivência dos juvenis de Characíformes migradores nestes sistemas (Goulding, 1980). Além disto, a decomposição das macrófitas representa importante aporte de nutrientes nos lagos durante a cheia. Sua escassez resultaria numa

menor produção primária total nestes sistemas e consequentemente em menor capacidade para suportar a biomassa de juvenis. Na ausência de bancos de macrófitas, os outros ambientes marginais restantes seriam as praias com áreas abertas ou vegetação de arbustos e folhiço submerso, entretanto o primeiro é um habitat com muito pouco alimento e poucos refúgios e o segundo aparentemente abriga uma fauna de peixes de comportamento territorial (Henderson & Walker, 1996). Contudo, apenas a limitação de bancos de macrófitas nos rios de água preta e clara, não explica a razão destas espécies apresentarem a tática de migrar para desovar nos rios de água branca, pois mesmo em rios de água preta e clara que tinham bancos de macrófitas, suas larvas ou juvenis não foram encontradas.

Goulding (1980) considerou que a limitação de alimento nos rios de água preta e clara em associação com a grande quantidade de espécies de caracídeos de pequeno porte e juvenis de outros Characíformes de grande porte, consistiria uma pressão de competição e teria restringido as chances de sobrevivência das larvas e juvenis dos Characíformes migradores nos rios de água preta e clara. Por outro lado, na várzea, a competição foi pouco influente nas taxas de crescimento dos juvenis de algumas das espécies estudadas aqui (Bayley, 1988).

Os fatores ecológicos, considerados por Goulding e brevemente discutidos acima: limitação de alimento e refúgio para os juvenis, predação de ovos e larvas e exclusão competitiva nos rios de água preta e clara, convergem como possíveis explicações para que estes Characíformes migradores tenham suas áreas de reprodução e berçário nos sistemas de água branca, contudo, estas são hipóteses que merecem ser testadas. A disponibilidade de bancos de macrófitas nas planícies de inundação dos rios de água branca, pode ser um fator mais importante para a sobrevivência dos juvenis destas espécies do que a pressão de competição e a predação de larvas e ovos, uma vez que este tipo de vegetação funcionaria ao mesmo tempo como local de refúgio e alimentação.

O total de sólidos em suspensão (TSS) foi correlacionado com a quantidade de larvas nas amostras de ictioplâncton e com o padrão de composição das assembleias de Characiformes associadas aos ambientes marginais. Neste estudo a maioria das amostras de ictioplâncton foi realizada durante a noite, portanto é descartada a hipótese de que as larvas tenham escapado da rede em rios com maior visibilidade (menor teor de sólidos em suspensão). Por outro lado não há evidências para rejeitar a hipótese de maior predação de larvas nos rios com alta visibilidade e isto poderia explicar a menor abundância de larvas nos rios com menores quantidades de sólidos em suspensão. Assumindo que os bancos de macrófitas fossem mais abundantes nos rios com maiores teores de sólidos em suspensão, conforme observado neste estudo, então, esperaríamos uma maior sobrevivência de juvenis nestes rios, que se refletiria no recrutamento para o estoque reprodutor, resultando em maiores quantidades de ovos e larvas produzidos nas desovas.

O total de sólidos em suspensão também pode ter relações com a produtividade primária. Em lagos de água doce em clima temperado, o total de sólidos dissolvidos foi usado como indicador de fatores abióticos determinantes do rendimento pesqueiro (Ryder, 1982). No rio Solimões/Amazonas, cerca de 72% da variação nas concentrações de fósforo, 67% da variação do nitrogênio orgânico particulado e 60% da variação nas concentrações de nitratos são explicadas pela variação no TSS (Wissmar *et al.*, 1981; Richey *et al.*, 1986) (Tab. 5). Assumindo que estas relações são verdadeiras para outros rios, e que em ambientes com maior oferta de nutrientes a abundância de peixes seja maior, seria esperado encontrar uma relação positiva entre o total de sólidos em suspensão e a abundância de larvas produzidas nas desovas. De modo em geral, ambientes muito produtivos, como a várzea, favorecem estratégias reprodutivas que investem na maior fecundidade, por outro lado, ambientes menos produtivos favorecem espécies com estratégias mais conservativas (menor fecundidade). Desta forma, seria de se esperar a

Tabela 5- Características físico-químicas da água do Solimões/Amazonas, alguns de seus afluentes e estatísticas da regressão linear contra o TSS. Fontes: dados de TSS compilados de Rychey *et al.* (1986), demais informações de Wissmar *et al.* (1981). Obs. TSS = total de sólidos em suspensão menor que 0,063mm; (B) = água branca, (C) = água clara, (P) = água preta. SAI = Santo Antônio do Içá, ITP = Itapeua, MAN = Manacapuru, OBD = Óbidos.

Rio	TSS mg.l ⁻¹	Carbono Orgânico Particulado g.m ⁻³	Nitrogênio Orgânico Particulado g.m ⁻³	fosfato mmol.l ⁻¹	nitrato mmol.l ⁻¹	pH
Solimões SAI (B)	236	2.01	0.12	0.53	9.5	7.14
Solimões ITP (B)	164	0.97	0.07	0.40	-	6.85
Solimões MAN (B)	148	1.46	0.09	0.43	-	6.65
Solimões OBD (B)	345	2.05	0.11	0.32	5.8	6.66
Içá (B)	42	1.34	0.04	0.23	-	5.95
Jutaí (P)	11	1.54	0.06	0.10	1.4	5.18
Juruá (B)	46	1.37	0.06	0.34	4.7	6.51
Purus (B)	51	0.91	0.05	0.29	8.1	5.99
Negro (P)	7	1.30	0.06	0.11	5.3	4.95
Madeira (B)	171	2.04	0.14	0.27	8.1	6.71
Tapajós (C)	13	1.78	0.08	0.03	1.5	6.72
Trombetas (C)	9	1.07	0.05	0.01	-	5.87
Estatísticas da regressão contra o TSS		r ² =0,236 P=0,110	r ² =0,589 P=0,004	r ² =0,742 P=0,000	r ² =0,628 P=0,019	r ² =0,272 P=0,082

constituiria um corredor de ligação entre a região centro-ocidental, onde predominam os afluentes de água branca, e a região centro-oriental da bacia, onde predominam os rios de água preta e clara (Fig.5).

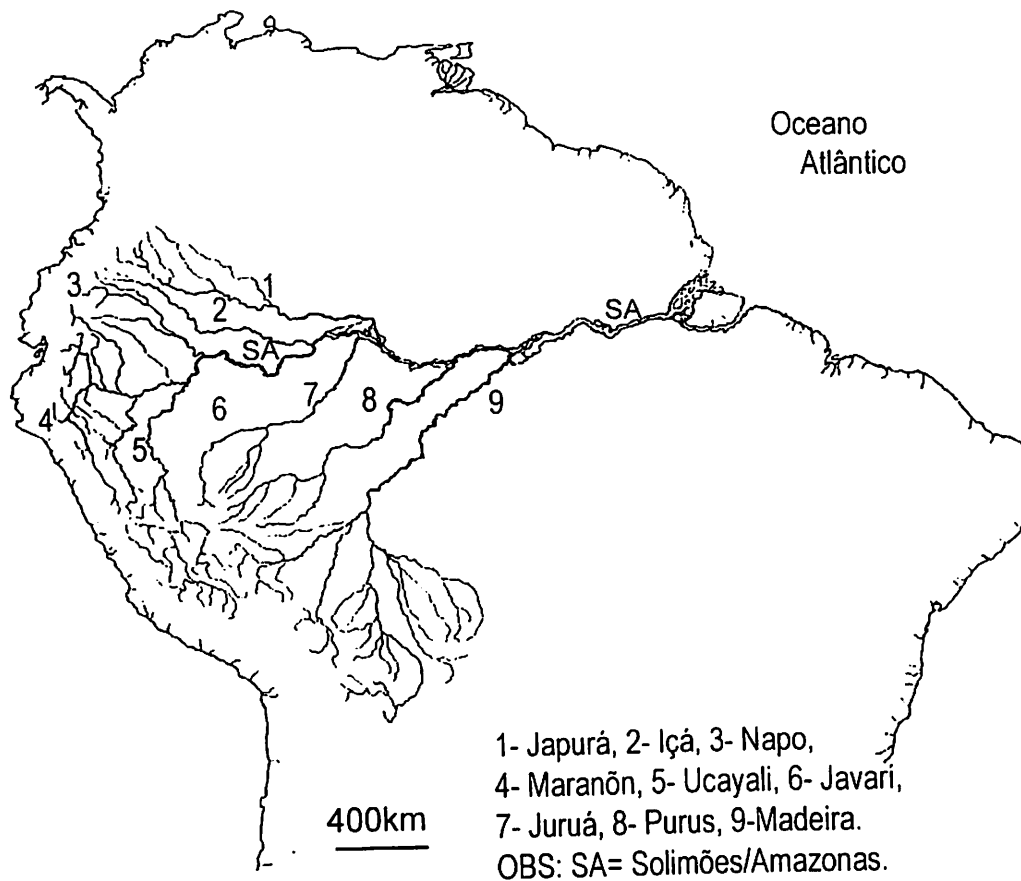


Figura 5- Mapa da distribuição provável das larvas e juvenis dos Characiformes migradores que desovam nos rios de água branca.

Referências bibliográficas

- Araujo-Lima, C. A. R. M. (1985). "Aspectos biológicos de peixes amazônicos. V. Desenvolvimento larval do jaraqui-escama grossa, *Semaprochilodus insignis* (Characiformes, Pisces) da Amazônia Central." Revista Brasileira de Biologia 45(4): 423-431.
- Araujo-Lima (1988). Descrição taxonômica de ovos e larvas de 13 espécies de Characiformes migradores da Amazônia Central. Relatório Científico. Manaus, INPA: 70.
- Araujo-Lima, C. A. R. M. & E. Donald (1988). "Número de vértebras de Characiformes do rio Amazonas e seu uso na identificação de larvas do grupo." Acta Amazonica 18(1/2): 351-358.
- Araujo-Lima, C. A. R. M., A. L. Kirovsky, & A. G. Marca (1993). "As larvas dos pacus, *Mylossoma* spp (Teleostei; Characidae), da Amazônia Central." Revista Brasileira de Biologia 53(4): 591-600.
- Araujo-Lima, C. A. R. M. and M. Goulding (1998). Os frutos do tambaqui - ecologia, conservação e cultivo na Amazônia. Tefé, Lithera Maciel Editora Gráfica Ltda.
- Araujo-Lima, C. A. R. M. and E. C. Oliveira (1998). "Transport of larval fish in the Amazon." Journal of fish Biology 53(supl. A): 297-306.
- Araujo-Lima, C. A. R. M., V. V. Silva, P. Petry, E. C. Oliveira & S. M. L. Moura (2001). "Diel variation of larval fish abundance in the Amazon and Rio Negro." Revista Brasileira de Biologia 61(3): 357-362.
- Batista, V. S. (1999). Distribuição, dinâmica da frota e dos recursos pesqueiros da Amazônia central. Manaus, INPA/FUA: 282.
- Bayley, P. B. (1988). "Factors affecting growth rates of young tropical floodplain fishes: seasonality and density-dependence." Environmental Biology of Fishes 21(2): 127-142.
- Bayley, P. B. (1995). "Understanding large river-floodplain ecosystems." BioScience 45(3): 153-158.
- Begon, M., J. L. Harper and C. R. Townsend (1990). Ecology. Individuals, populations and communities. Boston, Blackwell Scientific Publications.
- Bittencourt, M. M. and C. Cox-Fernandes (1990). "Peixes migradores sustentam pesca comercial." Ciência Hoje 11(64): 20-25.
- Brandorff, G.-O. (1978). "Preliminary comparison of the crustacean plankton of a white

- water and a black water lake in central Amazonia." Verh. Internat. Verein. Limnol. **20**: 1198-1202.
- Castro, R. M. C. (1990). Revisão taxonômica da Família Prochilodontidae (Ostariophysi: Characiformes). Instituto de Biociências. São Paulo, Universidade de São Paulo: 293.
- Cerdeira, R. G. P., M. L. Ruffino, et al. (2000). "Fish catches among riverside communities around Lago Grande de Monte Alegre, Lower Amazon, Brazil." Fisheries Management and Ecology **7**(4): 355-374.
- Cox-Fernandes, C. (1999). Detrended Canonical Correspondence Analysis (DCCA) of electric fish assemblages in the Amazon. Biology of Tropical Fishes. A. L. Val and V. M. F. Almeida-Val. Manaus, INPA: 21-39.
- Fernandes, C. (1997). "Lateral migrations of fishes in Amazon floodplains." Ecology of Freshwater Fish **6**: 36-44.
- Ferreira, E. J. G. (1993). "Composição, distribuição e aspectos ecológicos da ictiofauna de um trecho do rio Trombetas, na área de influência da futura UHE Cachoeira Porteira, Estado do Pará, Brasil." Acta Amazonica **23**(1/4): 1-89.
- Ferreira, E. J. G., J. A. S. Zuanon & G. M. dos Santos (1998) Peixes Comerciais do Médio Amazonas: Região de Santarém, Pará. Ministério do Meio Ambiente/IBAMA Brasília : 211
- Furch, K. (1997). Chemistry of Várzea and Igapó Soils and Nutrient Inventory of Their Flood plain Forests. 47-67.
- Géry, J. (1977). Characoids of the world. Neptune City, TFH Publications.
- Géry, J. (1984). The fishes of Amazonia. The Amazon. Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. H. Sioli. Dordrecht, Dr W. Junk Publishers: 333-370.
- Goulding, M. (1979). Ecologia da pesca do rio Madeira. Manaus, Conselho Nacional de Pesquisas Científicas e Tecnológicas (CNPq)/Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA).
- Goulding, M. (1980). The Fishes and the Forest: Explorations in Amazonian natural history. Los Angeles, University of California Press.
- Goulding, M., M. L. Carvalho and E. G. Ferreira (1988). Rio Negro. Rich life in poor water. The Hague, SPB Academic Publishing.
- Henderson, P. A. and I. Walker (1996) Ecophysiological aspects of Amazonian blackwater litterbank fish communities. Physiology and Biochemistry of the fishes of the Amazon. A. L. Val and V. M. F. Almeida-Val and D. J. Randall Manaus INPA: 7-21

- Jégu, M. (1992). Influência das alterações climáticas do Quaternário sobre a distribuição e evolução dos peixes na Amazônia. Revista Brasileira de Genética 15 (1): 234-237.
- Junk, W. J. (1980). Áreas inundáveis - Um desafio para Limnologia. Acta Amazonica 10(4): 775-795.
- Junk, W. J. (1984). Ecology of the várzea floodplain of the Amazonian white waters rivers. The Amazon limnology and landscape ecology of a mighty tropical rivers and its basin. Dr. W. Junk. Dordrecht: 215-243.
- Junk, W. (1985). "Temporary fat storage, an adaptation of some fish species to the water level fluctuations and related environmental changes of the Amazon river." Amazoniana ix(3): 315-351.
- Junk, W. J. and C. Howard-Williams (1984). Ecology of aquatic macrophytes in Amazonia. The Amazon. Limnology and landscape ecology of a mighty river and its basin. H. Sioli. Dordrecht, Dr. W. Junk Publishers: 269-293.
- Junk, W. J., Maria G. M. Soares and Ulrich Saint-Paul (1997). The Fish. The Central Amazon Floodplain. Ecology of a Pulsing System. W. J. Junk. Berlin, Springer Publishers: 385-408.
- Langeani, F. (1996). Estudo filogenético e revisão taxonômica da Família Hemiodontidae Boulenger 1904 (sensu Roberts 1974) Ostariophysii, Characiformes. Instituto de Biociências. São Paulo-SP, USP: 171.
- Leite, R. G. (2000). Fontes de energia utilizadas pelas larvas de peixes no Rio Solimões/Amazonas e suas áreas inundáveis. BADPI. Manaus, INPA/Universidade do Amazonas: 115.
- Lowe-McConnell, R. H. (1987). Ecological studies in tropical fish communities. Cambridge, Cambridge University Press.
- Martinelli, L., A. Devol, et al. (1989). "Descarga de sólidos dissolvidos totais do rio Amazonas e seus principais tributários." Geochim. Brasil. 3(2): 141-148.
- McKeown, B. A. (1984). Fish migration. London & Sidney.
- Melo, N. (1998). Estrutura de populações de Cladocera em dois lagos da Amazônia Central (Amazonas-Brasil). BADPI. Manaus, INPA-Universidade do Amazonas: 91.
- Mérona, B. (1990). Amazon fisheries: general characteristics based on two case studies. Interciencia 15 (6): 461-468.
- Mérona, B. and Maria M. Bittencourt (1988). A pesca na Amazônia através dos desembarques no Mercado de Manaus: Resultados preliminares. Memoria Sociedad de Ciencias Naturales La Salle Tomo XLVIII.: 433-453.

- Mérona, B. and Maria M. Bittencourt (1993). Facteurs et contraintes de la pêche de marhéé en Amazonie centrale: le cas d'un lac de plaine inondée (le "Lago do Rei", Amazonas, Brésil) Amazoniana XII (3/4): 443-465.
- Mérona, B. and D. Gascuel (1993). "The effects of flood regime and fishing effort on the overall abundance of an exploited fish community in the Amazon floodplain." Aquatic Living Resources 6: 97-108.
- Pavlov, D. S. (1994). "The downstream migration of young fishes in rivers: mechanisms and distribution." Folia Zoologica 43(3): 193-208.
- Petrere Jr, M. (1985). "Migraciones de peces de água dulce en America Latina: Algunos comentarios." Copescal Documento Ocadional 1: 1-17.
- Petry, P. (1989). Deriva de ictioplâncton no Paranã do Rei, várzea do Careiro, Amazônia Central, Brasil. Manaus, INPA/FUA: 68.
- Portugal, L. (1990). Revisão sistemática do gênero *Triportheus* Cope, Teleostei, Characiformes, Characidae. Instituto de Biociências. São Paulo-SP, USP: 192.
- Ribeiro, M. C. L. B. and M. Petrere Jr (1990). "Fisheries ecology and management of the Jaraqui (*Semaprochilodus taeniurus*, *S. insignis*) in Central Amazonia." Regulated Rivers: Research and Management 5: 195-215.
- Richey, J. E., R. H. Meade, E. Salati, A. H. Devol, C. F. Nordin, Jr., U. dos Santos (1986) Water discharge and suspended sediment concentrations in the Amazon river: 1982-1984. Water resources research 22 (5): 756-764.
- Ryder, R. A. (1982) The morphoedaphic index-use, abuse, and fundamental concepts. Transactions of the American fisheries society 111: 154-164.
- Santos, G. M. (1982). "Caracterização, hábitos alimentares e reprodutivos de quatro espécies de "aracus" e considerações ecológicas sobre o grupo no lago Janauacá-AM. (Osteichthyes, Characoidei, Anostomidae)." Acta Amazonica 12: 713-739.
- Sánchez-Botero, J. I. (2000). Distribuição espacial da ictiofauna associada às raízes de macrófitas em relação ao oxigênio dissolvido, temperatura e tipo de planta na Amazônia Central. Manaus, INPA/FUA: 46.
- Schwassmann, H. O. (1978). Times of annual spawning and reproductive strategies in Amazonian fishes. Rhythmic activity of fishes. J. E. Thorpe. London, Academic Press: 187-200.
- Sioli, H. (1968). "Hydrochemistry and geology in the Brazilian Amazon region." Amazoniana 1(3): 267-277.
- Sioli, H. (1984). The Amazon and its main affluents: hydrography, morphology of the river

- courses, and river types. The Amazon. Limnology and landscape ecology of a mighty river and its basin. H. Sioli. Dordrecht, W. Junk Publishers: 127-165.
- Smith, N. J. H. (1979). A pesca no rio Amazonas. Manaus, INPA.
- Welcomme, R. L. (1985). "River fisheries." FAO Fisheries Technical Paper 262: 330.
- Winemiller, K. O. (1995). "Fish ecology." Encyclopedia of Environmental Biology 2: 49-65.
- Wismarr, R. C., J. E. Richey, R. F Stallard & J. M. Edmond (1981) Plankton metabolism and carbon processes in the Amazon and floodplain water, Peru-Brazil May-June 1977. Ecology 62 (6): 1622-1633.
- Zar, J. H. (1984). Biostatistical analysis. New Jersey:718.