

DISTRIBUIÇÃO DAS ASSEMBLEIAS DE PEIXES EM PRAIAS DO RIO SOLIMÕES/AMAZONAS, BRASIL

Luiz CLARO-Jr (1); Jansen ZUANON (2); Efrem FERREIRA (3)

(1) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas-IFAM, Campus Manaus Distrito Industrial, Av. Governador Areosa s/n Distrito Industrial, Manaus-AM, 69075-350, e-mail: luizclaro@ifam.edu.br

(2) Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA, Av. André Araújo, 2936, 69060-001, Manaus-AM, e-mail: efrem@inpa.gov.br

(3) Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA, Av. André Araújo, 2936, 69060-001, Manaus-AM, e-mail: zuanon@inpa.gov.br

RESUMO

O objetivo deste estudo foi determinar a distribuição, composição das assembleias de peixes que ocorrem nas praias ao longo do rio Solimões/Amazonas. Amostras foram obtidas em uma única expedição, percorrendo aproximadamente 3.000km, com duração de 40 dias, ocorridas nos meses de setembro a outubro de 2003. Foram amostradas 41 praias entre Tabatinga-AM e Santana-AP, Brasil. Foram coletadas 119 espécies, pertencentes a nove ordens e 31 famílias. Abundância, diversidade e riqueza de espécies nas praias não apresentaram um padrão evidente de variação que pudesse indicar a existência de sub-unidades ictiofaunísticas distintas, entretanto verificamos uma substituição gradual de espécies no sentido nascente-foz do rio, evidenciada por uma fraca mas significativa relação entre as similaridades das composições das espécies e as distâncias entre as praias. A ordenação das amostras por MDS (escalonamento multidimensional) evidenciou um padrão gradual de mudanças na composição de espécies e relacionadas à condutividade da água. A existência de um gradiente longitudinal na ictiofauna das praias do rio Solimões/Amazonas reflete em parte as alterações graduais nas características ambientais no sentido nascente-foz. Os resultados deste estudo em grande escala podem auxiliar na melhor compreensão de fenômenos ecológicos que estruturam a ictiofauna amazônica, além de auxiliar em políticas públicas de conservação da várzea do rio Solimões/Amazonas.

Palavras-chave: Ecologia, Ictiofauna, Amazônia.

1 INTRODUÇÃO

A Bacia Amazônica tem cerca de 7 x 10⁶ km² de área total, sendo formada por rios que diferem tanto na origem e morfologia de seus cursos, como nas propriedades físico-químicas de suas águas. Essa imensa área geográfica e a heterogeneidade de ambientes que a compõem abrigam uma das maiores diversidades em fauna e flora do mundo (GOULDING et al., 2003).

Durante a cheia, os grandes rios de água branca, tais como o Madeira, Purus, Juruá e Solimões/Amazonas, sofrem um transbordamento de suas margens e a água invade enormes áreas adjacentes, conhecidas como várzeas (SIOLI, 1984). Esse alagamento das margens é sazonal e pode durar de três a 11 meses por ano, variando com a intensidade das chuvas e com a topografia local (GOULDING et al., 2003). A área total alagada nas várzeas varia de ano a ano, e no canal principal do rio Solimões/Amazonas, em território brasileiro, ela é de aproximadamente 92.390 km².

Nos meses de seca, com a água restrita à calha dos rios, a várzea se mostra como um sistema complexo, formado por numerosos mesohabitats, tais como ilhas, lagos, campos naturais, restingas, canais, paranás e praias (JUNK, 1980). As praias representam aproximadamente metade das margens dos grandes rios da planície amazônica e suas águas abrigam uma biota aquática muito diversificada, sendo peixes os vertebrados mais diversos e abundantes (GOULDING, 1997). Durante o período de seca as praias se tornam habitats extremamente importantes para os peixes de pequeno porte, pois suas águas rasas podem constituir um ambiente de refúgio contra bagres e outros predadores de grande porte presentes no canal dos grandes rios (GOULDING, 1997).

A maioria das espécies de peixes pequenos que freqüentam as praias forma cardumes relativamente grandes. Durante o dia, os cardumes deslocam-se um pouco para fora da margem das praias, em direção ao canal central do rio, refugiando-se em locais mais profundos e permanecendo abaixo da zona eufótica. Entretanto, ao anoitecer deslocam-se para as águas mais rasas, onde ficam mais protegidos dos bagres e outros predadores que se alimentam à noite nas águas mais profundas (GOULDING, 1997).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Estudos sobre a riqueza e diversidade de peixes de planícies alagáveis demonstraram que esses parâmetros estão fortemente relacionados com as variações das condições de transparência da água e profundidade, para comunidades de peixes de lagos (RODRIGUEZ; LEWIS-JR, 1997). Outros estudos identificaram um aumento na riqueza de espécies de peixes ao longo de um rio em regiões tropicais (TOHAM; TEUGELS, 1998), o que pode estar relacionado com o aumento de volume de água e a produção primária autóctone, como previsto no modelo de rio contínuo (VANNOTE et al., 1980). O conceito de rio contínuo sugere a existência de mudanças graduais no sentido nascente-foz das características físicas do rio, como vegetação, velocidade, volume de água, temperatura e fonte de energia para comunidade biótica.

Compilações de dados sobre riqueza de espécies de peixe de lagos em diferentes regiões do planeta mostraram que o número de espécies é fortemente influenciado pelas características físicas, como área, profundidade, latitude, altitude, bem como por características limnológicas como transparência, temperatura, pH e condutividade (AMARASINGHE; WELCOMME, 2002). Para os lagos situados na região tropical americana, a riqueza de espécies mostrou-se mais fortemente relacionada com a área do lago; já em lagos da África, não só a área como também a altitude e a profundidade dos lagos influenciam na riqueza de espécies de peixes (AMARASINGHE; WELCOMME, 2002).

Apesar da consistência dos resultados obtidos para lagos, não se sabe se esses fatores atuam de forma semelhante na estruturação da ictiofauna de outros tipos de mesohabitats aquáticos. As praias, por exemplo, são consideradas ambientes efêmeros, pois podem permanecer até 11 meses submersas, dependendo da topografia e altitude do local. Esse curto período de disponibilidade para a colonização pelos peixes poderia não ser suficiente para a existência de assembléias de peixes fortemente estruturadas. Goulding et al. (1988), estudando os peixes do rio Negro, encontraram conjuntos muito variáveis de espécies em diversas praias amostradas, e concluíram que a ictiofauna das praias do rio Negro representaria conjuntos de espécies reunidas aleatoriamente a cada estação seca. Entretanto, não se sabe se tal conclusão se aplicaria às praias de rios amazônicos em geral, ou se essa aparente aleatoriedade na composição das assembléias representaria uma condição particular do rio Negro.

3 DESCRIÇÃO DA PROPOSTA

De forma geral, a várzea é um local de alta produtividade de peixes e, portanto, um ecossistema importante para a manutenção da ictiofauna amazônica. Muitas espécies migradoras, como jaraquis (*Semaprochilodus* spp.), curimatãs (*Prochilodus* spp.), aracus (*Leporinus* spp., *Schizodon* spp.), bagres (Pimelodidae), entre outras, que representam quase 80% do total das espécies de valor comercial, têm seu ciclo de vida ligado à várzea (JEPSEN, 1997).

Apesar de sua importância ecológica, a várzea amazônica vem sendo utilizada (com) para fins econômicos de maneira predatória pelas populações humanas na Amazônia. Boa parte da população ribeirinha substitui a floresta por culturas de ciclo curto, como milho e mandioca e principalmente na Amazônia Central, a floresta de várzea vem sendo derrubada para introdução da pecuária bovina e bubalina (GOULDING et al., 1996). Em relação aos búfalos, a situação ainda é pior, pois estes animais se alimentam principalmente do capim-membaça (*Paspalum repens*, Poaceae) que constitui importante berçário para peixes (GOULDING, 1997). Essas atividades antrópicas, em conjunto com a pesca, podem comprometer a integridade estrutural e a dinâmica das várzeas e resultar na fragilização ou extinção de populações de algumas espécies de peixes e outros organismos aquáticos.

Neste sentido, a realização de estudos sobre a diversidade íctica ao longo da várzea é importante para testar a existência ou não de compartimentos espaciais na distribuição dos peixes de determinadas espécies. Estas informações podem indicar hotspots e áreas prioritárias para a conservação da várzea do rio Solimões/Amazonas.

Visando facilitar as análises dos dados coletados nessa área de estudo tão abrangente, a várzea do rio Solimões/Amazonas, foi dividida em cinco zonas ou sub-regiões geográficas de acordo com Forsberg (2000), que leva em consideração diferenças na geomorfologia e a distribuição dos habitats. Estas zonas compreende os seguintes trechos na Amazônia brasileira: 1 – Tabatinga a Tefé; 2 – Tefé a Manaus; 3 – Manaus a Barreirinha; 4 – Barreirinha a Almeirim; 5 – Almeirim a Santana.

Portanto, o presente estudo teve como objetivo determinar a distribuição e composição das assembléias de peixes que ocorrem nas praias ao longo do rio Solimões/Amazonas.

4 METODOLOGIA, RESULTADOS, ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

4.1 Coleta das amostras

As amostras foram obtidas em uma única expedição de coleta, que teve duração de 40 dias, ocorrendo nos meses de setembro e outubro de 2003, percorrendo aproximadamente 3.000km. Os locais de amostragem foram previamente definidos com o uso de imagens de satélite, de forma a cobrir toda a extensão da várzea entre Tabatinga (AM) e Santana (AP) (Figura 1).

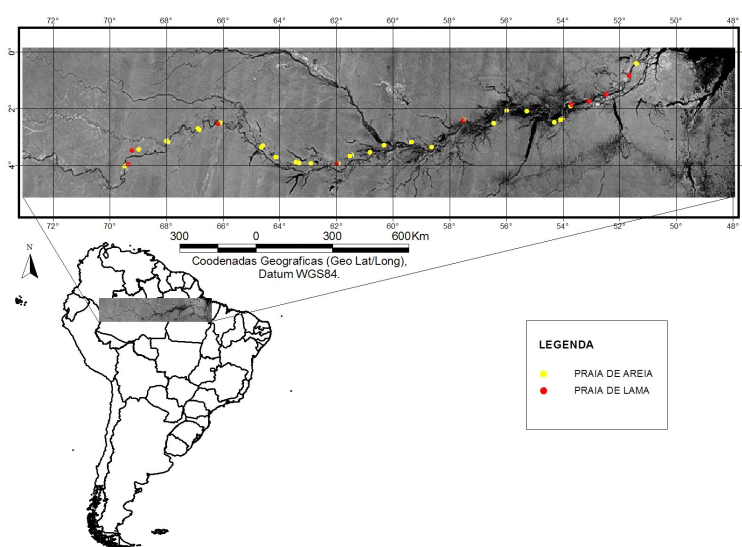


Figura 1 - Pontos de coleta ao longo do rio Solimões/Amazonas.

Os peixes foram coletados durante o dia com o uso de redes de arrasto de praia, medindo 12x3m e malha de 5mm entre nós opostos. Foram amostradas 31 praias de areia e 10 praias de lama, perfazendo um total de 41 praias ao longo do rio Solimões/Amazonas (Tabela 1). Cada amostra foi constituída por três arrastos consecutivos e combinado, realizado ao longo de uma praia, visando minimizar eventuais deficiências no procedimento de coleta de um determinado arrasto de rede.

Os peixes capturados foram fixados em solução de formalina 10%, e separados em saco plásticos contendo etiquetas com informações sobre o local e data de coleta. Posteriormente os lotes de peixes foram levados para o laboratório de Sistemática e Ecologia de Peixes do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA. No laboratório, os peixes foram lavados e transferidos para recipientes contendo álcool 70%, onde então se procedeu à identificação e anotação dos dados de biometria.

A identificação dos peixes foi feita com o uso de chaves de classificação e com o auxílio de especialistas. Amostras representativas do material coletado foram depositadas na Coleção de Peixes do INPA.

4.2 Composição das assembléias e fatores abióticos

As assembléias de peixes representadas por cada amostra foram descritas quantitativamente pela abundância (número de exemplares) e riqueza (número total de espécies por praia amostrada). A diversidade de espécies foi calculada com uso do índice de diversidade de Shannon-Wiener (KREBS, 1999),

$$H' = - \sum (p_i) (\log_2 p_i) \quad [\text{Eq. 01}]$$

Onde: H' = índice de diversidade de espécies; $p_i = (n_i / N)$; n_i = número de exemplares pertencentes à espécie "i"; N = número total de exemplares coletados na amostra.

Foi utilizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, com $\alpha=0,05$, com as medianas da abundância, riqueza e diversidade de espécies de peixes nas praias entre as zonas da várzea sugeridas por Forsberg (2000).

Para verificar a existência de padrões de distribuição na composição das espécies de peixes das praias do rio Solimões/Amazonas, foi utilizada uma análise de ordenação por escalonamento multidimensional (MDS), em duas dimensões, uma técnica recentemente muito utilizada em estudos de ecologia comunidades. Esta análise busca reduzir a dimensionalidade dos dados, uma vez que os eixos originados descrevem a estrutura da comunidade, capturando o maior padrão que descreve a composição de espécies. As ordenações foram realizadas considerando-se informações sobre abundância e presença/ausência de espécies. O índice utilizado para construir a matriz de associação foi o de Bray-Curtis, após transformação das abundâncias pelo método de divisão pela soma (com abundâncias variando entre 0 e 1), para que espécies muito abundantes não distorçam a análise. Para o cálculo do MDS utilizou-se o programa estatístico PAST (HAMMER et al. 2001).

A dissimilaridade entre as amostras foi medida com o uso do Índice de Bray-Curtis (KREBS, 1999). O coeficiente de dissimilaridade varia de 0 (zero), quando as assembléias apresentam a mesma composição de espécies, a 1 (um), quando as assembléias são completamente distintas.

A partir desses valores, foi realizada uma comparação entre a matriz de dissimilaridade das amostras e uma matriz de distância (linear em quilômetros) entre os pontos de amostragem, por meio da aplicação do Teste de Mantel. Este é um teste que calcula a probabilidade de ocorrência ao acaso dos resultados obtidos pela comparação direta das matrizes originais, em relação a um grande número de comparações aleatórias entre as matrizes (foram utilizados 1.000 comparações).

Medidas de fatores abióticos [temperatura (°C), condutividade ($\mu\text{S.cm}^{-1}$), material em suspensão (mg/L) e oxigênio dissolvido (mg/L)] foram realizadas com uso de sondas eletrônicas, nos mesmos locais de coleta de peixes. Outros importantes fatores foram calculados e incluídos no modelo, como: posição geográfica das praias ao longo do gradiente nascente-foz (Longitude W em graus) e as zonas geográficas (1, 2, 3, 4 e 5) propostas por Forsberg (2000).

Foram aplicados testes de correlação de Pearson entre as variáveis independentes, para verificar colinearidade (ZAR, 1999). Quando houve correlação foi utilizado a variável que melhor se ajustou aos parâmetros das comunidades.

Para verificar as relações entre os fatores abióticos e os atributos de abundância, riqueza, diversidade e composição de espécies das assembléias de peixes, foram realizadas análises de regressão múltipla.

4.3 Resultados

Foram amostradas 41 praias ao longo da várzea do rio Solimões/Amazonas, resultando na captura de 8.563 exemplares, de 119 espécies de peixes, pertencentes a nove ordens e 31 famílias (Tabela 1).

Tabela 1. Abundância de exemplares (A), número (n) e porcentagem (%) de espécies, gênero e famílias de peixes coletados em ambientes de praia do rio Solimões/Amazonas.

	Espécie				Gênero		Família	
	(A)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)
Characiformes	4389	51.26	60	50.42	38	40.00	12	37.50
Siluriformes	2510	29.31	32	26.89	28	29.47	8	25.00
Tetraodontiformes	1356	15.84	1	0.84	1	1.05	1	3.13
Atheriniformes	149	1.74	2	1.68	2	2.11	1	3.13
Clupeiformes	111	1.30	7	5.88	6	6.32	2	6.25
Gymnotiformes	28	0.33	4	3.36	2	2.11	2	6.25
Perciformes	13	0.15	9	7.56	6	6.32	2	6.25
Pleuronectiformes	6	0.07	3	2.52	3	3.16	2	6.25
Cyprinodontiformes	1	0.01	1	0.84	1	1.05	1	3.13
TOTAL	8563	100	119	100	87	100	31	100

A ordem Characiformes foi a que apresentou o maior número de espécies, gêneros e famílias nas praias. As ordens Cyprinodontiformes e Tetraodontiformes apresentaram apenas uma espécie cada (*Anableps anableps* e *Colomesus asellus*, respectivamente).

As espécies mais abundantes nas praias foram *Aphyocharax alburnus* (n=2.431), *Trachydoras steindachneri* (n=1.069) e *Pimelodus* sp.A (n=494). Entretanto, 32 espécies tiveram apenas uma ocorrência, como *Pristigaster whiteheadi*, *Pterengraulis atherinoides*, *Rhinosardinia amazonica*, *Hemigrammus belotii*, *Stethaprion crenatum*, *Pseudostegophilus nemurus*, *Crenicichla regani*, *Apionichthys nattereri*, *Myoglanis* sp., *Eigenmannia virescens* e *Anableps anableps*, entre outras.

A riqueza de espécies de peixes encontrada nas praias variou entre três e 36 espécies. A abundância de peixes variou entre sete exemplares e 1.425. O índice de diversidade de Shannon-Wiener variou entre 0,63 e 2,43.

Não houve diferença significativa nos valores de abundância de exemplares (Kruskal-Wallis, $H=5,25$; $p=0,12$), riqueza ($H=6,56$; $p=0,15$) e diversidade ($H=3,81$; $p=0,43$) de espécies de peixes de praia entre as cinco zonas da várzea propostas por Forsberg (2000). A análise multivariada MDS mostrou uma sobreposição dos pontos de coleta referentes às cinco zonas geográficas da várzea, tanto para os dados de abundância como para presença/ausência das espécies (Figura 2).

Houve diferença significativa para os testes de Mantel realizados para abundância relativa (n=1.000; $t=4,773$; $r=0,225$; $p=0,002$) e presença/ausência (n=1.000; $t=5,539$; $r=0,294$; $p=0,002$). Apesar de um baixo valor de correlação das matrizes, esses resultados indicam a existência de uma substituição gradual das espécies de peixes nas praias no sentido nascente-foz do rio Solimões/Amazonas, onde praias mais próximas entre si apresentaram uma composição de espécies mais semelhante do que praias mais distantes.

Os dados físico-químicos coletados nas praias do rio Solimões/Amazonas foram: temperatura que variou de 27,1 a 36,2 (oC); condutividade que variou de 45,1 a 245 (μ S); oxigênio dissolvido que variou de 3,1 a 6,9 (mg/L); material em suspensão que variou de 0,55 a 0,85 (g/L). Os dados de correlação mostraram que a condutividade da água está correlacionada com todas as outras variáveis independentes. A temperatura apresentou correlação com as zonas geográficas. As distâncias entre as praias no sentido nascente-foz e as zonas geográficas também mostraram uma alta correlação significativa, como poderia ser esperado. A partir desses resultados, foram selecionados os dados de condutividade, temperatura e as distâncias entre as praias no sentido nascente-foz para representar os fatores abióticos nas demais análises. A condutividade da água apresentou relação negativa e significativa com a distribuição das praias ($R^2=0,692$; $F=87,43$; $p<0,01$). Estes resultados demonstram uma diminuição gradativa da condutividade do rio Solimões/Amazonas em direção a foz (Figura 3).

Houve uma relação significativa entre a estrutura das assembléias de peixes de praia com as posições geográficas e os fatores abióticos no sentido nascente-foz do rio Solimões/Amazonas (Composição MDS(2A) = $1,29 - 0,0135 T + 0,000701 C + 0,0156 PG$; $R^2=0,27$; $F=4,74$; $p=0,007$) (Composição MDS(2PA) = $-0,825 + 0,0034 T - 0,000150 C - 0,0121 PG$; $R^2=0,30$; $F=5,34$; $p=0,004$), onde: T- temperatura, C- condutividade, PG- posição geográfica (Figura 4).

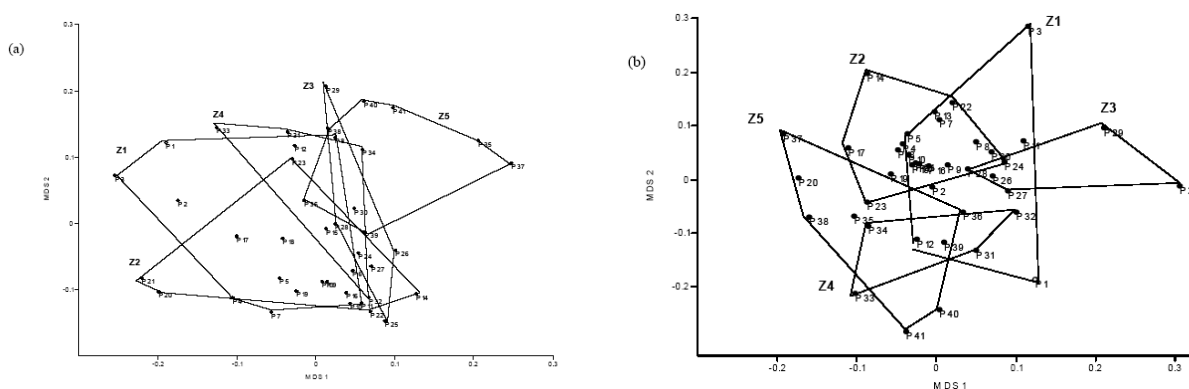


Figura 2. Representação gráfica da disposição das amostras de peixes de praias do rio Solimões/Amazonas, com base em valores de abundância (a) e presença/ausência (b) das espécies de peixes, por meio de análises de MDS. Os polígonos representam as zonas da várzea propostas por Forsberg (2000).

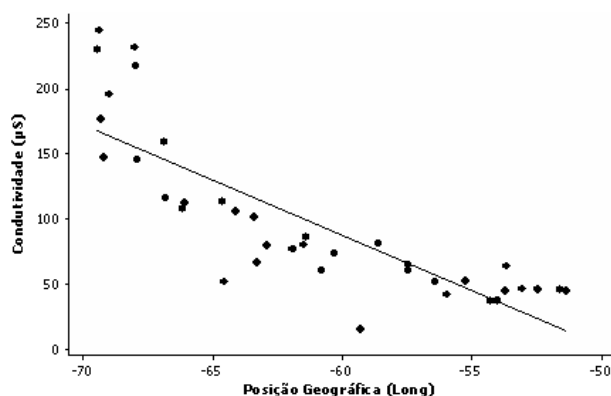


Figura 3. Relação entre condutividade da água e a distribuição das praias no sentido nascente-foz (representada por graus de longitude W) do rio Solimões/Amazonas.

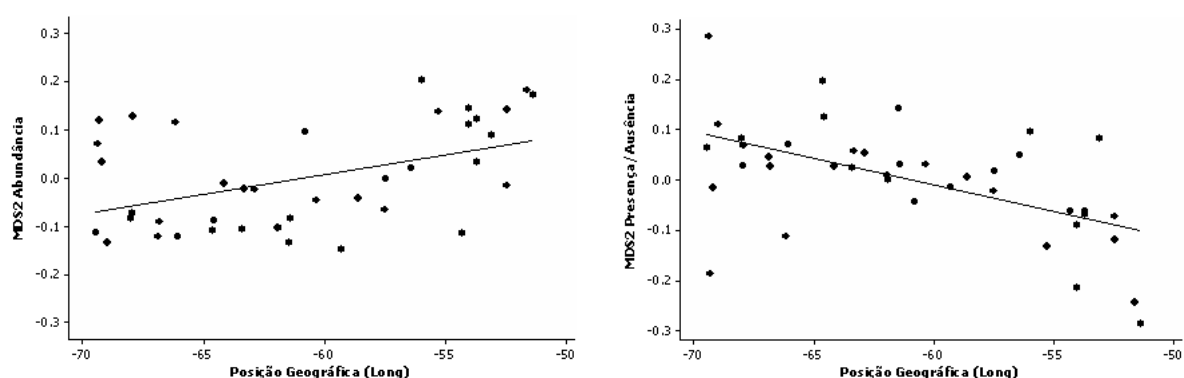


Figura 4. Relação entre a composição de espécies de peixes nas praias (representada pelo segundo eixo do MDS-abundância e presença/ausência) com a distribuição das praias no sentido nascente-foz (representada por graus de longitude W) do rio Solimões/Amazonas.

5 DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudos revelam que o número de espécies de peixes pode variar entre 3.000 a 5.000 (LOWE-MCCONNELL, 1999). Compilações de dados sobre a riqueza de espécies em expedições realizadas no rio Solimões/Amazonas revelam ser o rio mais rico em espécies do mundo, com estimativas de aproximadamente 900 espécies (GOULDING et al., 2003). Ostariophysi é o grupo de peixes dominante da bacia amazônica, com 85% das espécies, das quais a maioria são Characiformes, seguidos por Siluriformes e Gymnotiformes (LOWE-MCCONNELL, 1999).

As assembléias de peixes de praias foram formadas principalmente por espécies pertencentes a dois grupos: Characiformes e Siluriformes de pequeno porte, com aparente baixa capacidade de migração (ou dispersão ativa) por grandes distâncias; e ciclídeos, peixes de hábitos sedentários e comportamento fortemente territorial. Tais características podem ter favorecido a ocorrência de eventos de especiação parapátrica, resultando em padrões descontínuos de ocorrência, o que poderia ser testado com o uso de informações sobre as relações filogenéticas desses grupos de peixes. As espécies de ampla distribuição na várzea, por outro lado, foram representadas principalmente por peixes de médio a grande porte, várias delas realizando migrações de longa distância, às vezes da ordem de milhares de quilômetros (e.g., os grandes bagres pimelodídeos; GOULDING et al., 1996).

Poucos trabalhos específicos sobre comunidades de peixes em ambientes de praias ou bancos de areia de água doce na América do Sul foram realizados até hoje (GOULDING et al., 1988; JEPSEN, 1997; ARRINGTON; WINEMILLER, 2003). Estes estudos mostram que apesar das praias serem ambientes efêmeros, a ictiofauna associada aos bancos de areia é determinística no ponto de vista ecológico/comportamental. As características ambientais comuns aos ambientes de praias, como a baixa correnteza, pouca vegetação e boa transparência, possibilitam que as praias funcionem como refúgio para

pequenas espécies de Characiformes, que se agrupam em cardumes e deslocam-se para regiões mais rasas, para evitarem a predação por peixes maiores como os tucunarés, bagres e piranhas (JEPSEN, 1997).

Apesar de suas características ambientais peculiares, as praias não apresentam uma ictiofauna exclusiva, pois são encontradas muitas espécies oportunistas que habitam outros ambientes da várzea (bancos de macrófitas, lagos, igarapés, calha do rio, floresta inundada). Algumas espécies de peixes de pequeno porte e juvenis que vivem associados às raízes das macrófitas no período de enchente e cheia (LOWE-MCCONNELL, 1999) também estão presentes nas praias destacando-se entre estas *Aphyocharax alburnus*, *Eigenmannia macrops*, *Hoplias malabaricus*, *Hypostomus emarginatus*, *Mylossoma duriventre*, *Schizodon fasciatus*. Durante a seca, as macrófitas apresentam uma diminuição acentuada na sua área de cobertura e biomassa, se tornando escassas ou com baixa densidade na várzea (JUNK, 1980), o que faz com que muitas espécies busquem refúgio nas praias.

Arrington; Winemiller (2003) encontraram assembléias consistentemente diferentes de espécies de peixes em praias no período noturno, quando comparadas com aquelas amostradas no período diurno. A estrutura das assembléias de peixes amostradas no período noturno foi mais semelhante entre si do que quando comparada com as amostras obtidas nos mesmos locais, no período diurno. O período noturno apresentou uma maior proporção de peixes das ordens Gymnotiformes e Siluriformes, adaptados às condições de ausência de luminosidade.

Muitos sistemas de rios no mundo apresentam um aumento no número de espécies de peixes no sentido nascente-foz, geralmente relacionado com parâmetros físicos e biológicos (LOWE-MCCONNELL, 1999).

Entretanto a composição das assembléias variou no sentido nascente-foz nas praias, ocorrendo uma substituição gradativa de espécies. Para peixes de lagos do rio Orenoco não foi observado uma relação entre a distância geográfica e a estrutura das assembléias de peixes em lagos, sendo a transparência da água o fator abiótico mais importante para a distribuição da ictiofauna (RODRIGUEZ; LEWIS-JR, 1997).

Para peixes elétricos (Gymnotiformes) a riqueza de espécies se eleva após a confluência de rios tributários ao longo do rio Solimões/Amazonas, identificando um padrão diferente do previsto pelo Conceito de Rio Contínuo (COX FERNANDES et al., 2004). Segundo o Conceito de Rio Contínuo proposto por Vannote et al. (1980) com a entrada de novos tributários ao longo do rio o ambiente se altera, fazendo com que ocorram mudanças nas características físico-químicas da água e na estrutura do ambiente, o que possibilita que as assembléias de organismos se ajustem às transformações ambientais. A alteração gradual da condutividade da água nas praias no sentido nascente-foz indica a existência de padrões ambientais como previstos no conceito de rio contínuo para comunidades de peixes do rio Solimões/Amazonas.

Para as comunidades de peixes de praias do rio Solimões/Amazonas, a entrada de grandes tributários de água clara e preta causa uma “diluição” da água branca de origem andina, contribuindo para uma alteração gradual e significativa na estrutura das assembléias. Toham; Teugels (1998) encontraram um padrão longitudinal na distribuição das espécies de peixes no sentido nascente-foz de rios, com influência significativa da condutividade da água e do oxigênio dissolvido.

A substituição gradativa de espécies de peixes no sentido nascente-foz do rio Solimões/Amazonas indica que as praias são ambientes importantes para manutenção da diversidade da ictiofauna da Amazônia. A proteção das áreas de várzea, bem como uma política de desenvolvimento sustentável, pode fazer com que as comunidades ribeirinhas amazônicas utilizem parte dos recursos naturais como fonte de geração de renda, sem prejudicar o meio ambiente. Por isso, a criação de áreas protegidas na várzea e uma política de fiscalização adequada às realidades amazônicas, se tornam ferramentas indispensáveis para a manutenção da diversidade e dos estoques pesqueiros no rio Solimões/Amazonas.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARASINGHE, U.S.; WELCOMME, R.L. 2002. An analysis of fish species richness in natural lakes. *Environmental Biology of Fishes*, 65: 327-339.
- ARRINGTON, D.A.; WINEMILLER, K.O. 2003. Diel changeover in sandbank fish assemblages in a neotropical floodplain river. *Journal of Fish Biology*, 63: 442- 459.

- COX-FERNANDES, C.; PODOS, J.; LUNDBERG, J.G. 2004. Amazonian Ecology: Tributaries Enhance the Diversity of Electric Fishes. **Science**, 305: 1960-1962.
- FORSBERG, B. 2000. **Matriz para o Projeto “Manejo Sustentável dos Recursos Naturais da Várzea”**. Relatório Final. IBAMA. 165pp.
- GOULDING, M. 1997. **História Natural dos Rios Amazônicos**. Sociedade Civil Mamirauá/CNPq/Rainforest Alliance. Brasília. 208pp.
- GOULDING, M.; CARVALHO, M.L.; FERREIRA, E.G. 1988. **Rio Negro: rich life in poor water**. SPB Academic Publishing. The Hague, The Netherlands. 200pp.
- GOULDING, M.; SMITH, N.J.H.; MAHAR, D.J. 1996. **Floods of fortune: ecology and economy along the Amazon**. Columbia University Press, New York, USA. 193pp.
- GOULDING, M.; BARTHEM, R.; FERREIRA, E. 2003. **The Smithsonian Atlas of the Amazon**. Smithsonian Institution. Washington. 253pp.
- HAMMER, O.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp.
- JEPSEN, D.B. 1997. Fish species diversity in sand bank habitats of a neotropical river. **Environmental Biology of Fishes**, 49: 449-460.
- JUNK, W.J. 1980. Áreas inundáveis – Um desafio para Limnologia. **Acta Amazônica** 10(4): 775-795
- KREBS, C.J. 1999. **Ecological Methodology**. 2nd ed. Benjamin/Cummings. Menlo Park, CA, USA. 620pp.
- LOWE-MCCONNEL, R.H. 1999 **Estudos Ecológicos de Comunidades de Peixes Tropicais**. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo. 533pp.
- RODRÍGUES, M.A.; LEWIS-JR, 1997. Structure of fish assemblages along environmental gradients in floodplain lakes of the Orinoco River. **Ecological Monographs**, 67(1): 109-128.
- SIOLI, H. 1984. The Amazon and its affluents: hydrography, morphology of the river courses, and river types. In: SIOLI, H. **The Amazon. Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin**. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht. p.127-165.
- TOHAM, A.K.; TEUGELS, G.G. 1998. Diversity patterns of fish assemblages in the Lower Ntem River Basin (Cameroon), with notes on potencial effects of deforestation. *Arch. Hydrobiol.*, 141(4): 421-446
- 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
- ZAR, J.H. 1999. *Biostatistical analysis*. 4^a edição. Prentice-Hall, Inc., Englewood cliffs, N.J. 663pp.