

ESTRUTURA DE ASSEMBLÉIAS DE PEIXES EM UMA ÁREA DE EXPLORAÇÃO PETROLÍFERA NA AMAZÔNIA (BACIA DO RIO URUCU, AMAZONAS, BRASIL).

Igor David da Costa¹
Carlos Edwar de Carvalho Freitas¹

RESUMO

Na Amazônia há uma forte pressão ambiental causada por diversas atividades, dentre elas a exploração de minérios como petróleo e ouro. Rios desta região são alterados físico-química e biologicamente por serem os principais coletores dos contaminantes produzidos pela atividade humana. O objetivo deste trabalho foi caracterizar as assembléias de peixes do rio Urucu nas proximidades de áreas portuárias de uma base de exploração de petróleo e gás natural, sendo estas possivelmente impactadas por esta atividade explorativa. As coletas foram realizadas nos períodos de cheia e seca, em seis pontos: jusante do porto Evandro1 (PJE1), jusante do porto Evandro2 (PJE2), porto Evandro2 (PPE2), montante do porto Evandro2 (PME2), jusante do porto Urucu (PJU) e montante do porto Urucu (Pcontrole), em um trecho de 94,5 Km do rio Urucu, Coari / Amazonas / Brasil. Na cheia, foram coletados 489 exemplares e na seca, 439; sendo distribuídos em 82 espécies, com maior representatividade de Characiformes seguido dos Siluriformes. A maior e menor abundância foram encontradas no PJE1 na cheia (n = 122) e no Pcontrole na seca (n = 32), respectivamente. A maior e a menor riqueza, respectivamente, foram encontradas no PJE1 na cheia e Pcontrole na seca. O PJU e o PJE1 apresentaram-se mais uniformes na seca e o PJU menos na cheia. A piranha *Serrasalmus rhombeus* foi a espécie de maior abundância e frequência de ocorrência quando comparada às outras espécies. As assembléias de peixes do trecho estudado em ambos os períodos do ciclo hidrológico, não foram alteradas pela atividade portuária local. Todavia, o intenso tráfego de balsas na área pode promover mudanças nas margens do rio, resultando em impactos de baixa magnitude, porém cumulativos, que podem gerar efeitos somente detectados com estudos a médio e longo prazo.

Palavras-chave: ecologia, ictiofauna, impacto Ambiental, Amazônia, petróleo.

ABSTRACT

Structure of the assemblage of fish in an area of oil exploration in the Amazon (river basin Urucu, Amazonas, Brazil)

In the Amazon there is a strong environmental pressure caused by various activities, including the exploitation of gold and oil. Rivers of this region are main collectors of contaminants produced by human activity, so their physic-chemical and biological characteristics are changed. The objective of this study was to characterize the fish assemblages of River Urucu, close of port areas at the exploitation's basis of oil and natural gas, which one could be impacted by this activity. The samples were made in low and high water level in six points: downstream port Evandro1 (PJE1), downstream port Evandro2 (PJE2), port Evandro2 (PPE2), amount port Evandro2 (PME2), downstream port Urucu (PJU) and amount port Urucu (Pcontrole) in a stretch of 94.5 km of River Urucu, Coari / Amazon / Brazil. In wet season, 489 individuals were captured and in the dry season, 439; belonging to 82 species, with Characiformes as the most representative order followed by Siluriformes. The highest and lowest abundance was found in PJE1 in full (n = 122) and in dry Pcontrole (n = 32), respectively. The highest and lowest wealth, respectively, were found in PJE1 in the flood and drought in Pcontrole. The PJU and PJE1 had become more uniform at least in dry and PJU full. The piranha *Serrasalmus rhombeus* had the higher frequency of occurrence and abundance than all the other species. The fish assemblage of words studied in both periods of the hydrological cycle, were not altered by the local port activity. However, the heavy traffic of barges in the area can promote changes in the river, resulting in impacts of low, but cumulative, effects that can generate only detected with studies in the medium and long term.

Key-words: ecology, ichthyofauna, environmental impact, Amazon, oil.

¹ Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, Biologia de Água Doce e Pesca Interior - BADPI
Av. André Araújo, 2936 CEP 69060-001, Manaus – AM, Brasil.
e-mail: igorbiologia@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

A ictiofauna amazônica vem sendo progressivamente ameaçada por uma série de distúrbios ambientais de fundo antrópico, como a poluição das águas (Malm *et al.* 1990), exploração de minérios (petróleo e ouro), pela construção de usinas hidrelétricas, extração de madeira, pelo abastecimento da agricultura intensiva (Yarsabal, 1992), pela criação de gado (Ribeiro, 2005) e pela sobrepesca (Ribeiro & Petrere, 1990). Como consequência destas atividades, os rios amazônicos são alterados em suas características físicas, químicas e biológicas pelo fato de serem os principais coletores de contaminantes produzidos pela atividade humana (Maco, 1996). Moyer *et al.* (2000) descrevem que as principais causas da perda de biodiversidade de peixes em ecossistemas aquáticos estão divididas em cinco grandes categorias: (1) a competição pela água e posterior abstração; (2) alteração de habitats (canais, barragens); (3) poluição de origens diversas (metais pesados, pesticidas, efluentes industriais); introdução de espécies exóticas e (4) exploração comercial. Componentes biológicos respondem a degradação ambiental modificando as características funcionais e estruturais (Berkman & Rabeni, 1987). Neste contexto a riqueza, a diversidade e composição de espécies da ictiofauna são reportadas como um indicador sensível de integridade ambiental de rios e lagos, reduzindo o número de espécies em ambientes com severas condições de poluição (Magurram & Phillip, 2001; Barrella & Petrere, 2003; Lima Junior *et al.* 2006). A principal vantagem do uso de assembléias de peixes como indicador ambiental esta relacionado a: facilidade de obtenção de informações sobre sua biologia, representação em vários níveis tróficos (Karr, 1981), maior sensibilidade e capacidade acumulativa e integrativa de resposta a variações físicas, químicas e biológicas (Metcalf-Smith, 1994). O transporte de petróleo e de seus derivados é uma atividade potencialmente geradora de impactos ambientais, seja pelo derrame acidental ou pela própria atividade de navegação, independente do produto transportado (Silva, 2004). Os impactos relacionados aos terminais hidroviários (portos) referem-se a momento da implantação do empreendimento e as atividades de operação. Para a implantação, os impactos são relacionados a retirada de mata ciliar, erosão de margens e dragagens iniciais (Santana & Tachibana, 2004). Para a fase de operação, os impactos são: (i) manobras em áreas portuárias, onde o impacto atinge populações bentônicas do entorno devido a ressuspensão do sedimento (Silva,

2004), sendo que poluentes acumulados no substrato também podem ser liberados para a coluna d'água (Ingersoll, 1995) causando prejuízo ao nécton; (ii) lavagem de tanques e barcas; (iii) vazamentos de cargas perigosas relativo ao manuseio, abandono e transbordo de combustíveis; (iv) descarregamento de água de lastro; (v) lançamento de esgoto sanitário, lixo doméstico e operacional (água oleosa); (vi) utilização de tintas antiincrustantes (International Maritime Organization, 2004) e (vii) introdução de compostos tóxicos no ambiente decorrente de colisões entre embarcações ou destas com pontes e margens (Santana & Tachibana, 2004). Segundo Eiras & Wanderley Filho (2002), as pesquisas em busca de petróleo na Amazônia foram iniciadas em 1917. Em 1986, após a conclusão de levantamentos sísmicos na região, foram detectados grandes campos de petróleo (92 bilhões de barris) e gás natural (52,7 bilhões de m³) localizados entre os rios Urucu e Coari (Petrobras, 1994). Sendo assim, em 1988 foi iniciada a produção comercial na província de Urucu, inicialmente com produção de 3.550 barris/dia e atualmente com 56,5 mil barris/dia e 9,7 milhões de m³/dia de gás natural (Petrobras, 2008). O petróleo produzido na província petrolífera de Urucu abastece o PA, AM, RO, MA, TO, AC, AP e parte do nordeste, sendo este caracterizado como de boa qualidade, mais leve e incolor que os demais produzidos no país, empregado na produção de gasolina, nafta petroquímica, óleo diesel e gás de cozinha (GLP) (Petrobras, 2008). Deve-se ressaltar que não existem estudos sistemáticos sobre os riscos de um possível acidente relacionado à indústria do petróleo em águas interiores e isso pode limitar as ações em caso de imprevistos (Costa *et al.* 1996; Duncan, 1998; Val & Almeida-Val, 1999). No presente trabalho, foi realizada a caracterização e análise da estrutura de assembléia de peixes em seis pontos do rio Urucu, no trecho de áreas portuárias da Província petrolífera de exploração de gás natural e petróleo de Urucu, na tentativa de apontar a existência de modificações nas assembléias de peixes em decorrência das atividades de transporte e exploração de petróleo e seus derivados nesta área.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado nas proximidades dos portos Evandro 1, Evandro 2 e Urucu situados na Província petrolífera do Rio Urucu/Petrobras. A área localiza-se no município de Coari, Estado do

Amazonas, Brasil (600 km a oeste de Manaus). O rio Urucu (04S 53' e 65W 11') é afluente da margem direita do Rio Solimões e um dos principais formadores do lago Coari (Santos Jr, 2003). Este rio apresenta água classificada como preta, denominada localmente como “toldada” quando apresenta coloração mais próxima de branca durante o período das chuvas. O relevo da região é plano a suavemente ondulado, com solo ácido (Vieira & Santos, 1987). O clima é classificado como tropical, praticamente sem inverno, cuja temperatura média para o mês mais frio nunca é inferior a 18°C, as chuvas são distribuídas ao longo do ano, havendo, contudo uma época com maior precipitação (janeiro-abril) e uma com menor precipitação (julho-setembro), a vegetação caracteriza-se como Floresta Ombrófila Densa de Terras baixas, com dossel fechado (Departamento Nacional da Produção Mineral, 1978). Na Tabela 1, são descritas as condições físicas de cada ponto de coleta localizado no rio Urucu, durante a realização da pesquisa.

Coleta de dados

As coletas de peixes foram realizadas nos períodos de cheia e seca no rio Urucu, meses de abril e agosto de 2008, respectivamente. Os pontos de coleta foram: ponto Controle (PCONT) (4S 51' 20,7'' – 65O 20' 53,2'') localizado à montante de

todos os portos; ponto à jusante do Porto Urucu (PJU) (4S 50' 59,3'' – 65O 20' 37,4''), localizado a 500m do Porto Urucu; ponto situado à frente do porto Evandro 2 (PPE2) (4S 45' 47,9'' – 65O 02' 46,6''), equidistante 90 km do Porto Urucu; ponto à montante do Porto Evandro 2 (PME2) (4S 45' 42'' – 65O 20' 37,4'') e à jusante deste mesmo porto (PJE2) (4S 45' 26,4'' – 65O 02' 38,7'') e ponto à jusante do Porto Evandro 1 (PJE1) (4S 45' 02,2'' – 65O 02' 42,6'') (Figura 1). A distância dos pontos à montante e à jusante de seus respectivos portos foi de 1 km, exceto para o PJU (Figura 1). Os pontos de coleta foram compreendidos em um trecho de 94,5 km, contudo a distância total entre os pontos de coleta e seus respectivos portos foi de 4,5 km. Foram utilizadas baterias de oito malhadeiras, com dimensões padronizadas de 20 x 2 m e tamanho de malha de 30 a 100 mm de distância entre nós opostos. O esforço de amostragem foi padronizado, com pescarias com duração de 13 horas contínuas em cada ponto amostral, sendo iniciadas às 6:00 e finalizadas às 19:00. Os peixes foram triados e identificados segundo Nelson (2006), Ferreira *et al.* (1998) e por especialistas. Foi calculada a biomassa (g) de cada espécie, usando uma balança digital com precisão de 0,01 g. Os peixes capturados foram fixados em formol 10% e posteriormente preservados em etanol a 70%. O material testemunho foi armazenado na coleção ictiológica do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.

Tabela 1. Descrição das condições gerais de cada ponto de coleta localizado no rio Urucu, município de Coari - AM / Brasil.

Pontos	Descrição
PCONT	Trecho bastante encaixado e estreito, ausência de corredeiras, rio contendo árvores com dossel bastante fechado, ausência de igapó, margens conservadas, ausência de tráfego de balsas e ausência de óleo na água.
PJU	Trecho encaixado com pequenos trechos de igapós, ausência de corredeiras, margens com árvores tombadas por ação de balsas, ocorrência de tráfego de balsas e ausência de óleo na água.
PME2	Trecho encaixado, presença de igapó, local com margens conservadas, ocorrência de tráfego de balsas e ausência de óleo na água.
PPE2	Trecho com maior largura, presença de igapó, ponto de coleta situado ao lado do porto, presença de balsas estacionadas, margens conservadas, ocorrência moderada de tráfego de balsas e ausência de óleo na água.
PJE2	Trecho encaixado, presença de igapó, margens conservadas, ocorrência moderada de tráfego de balsas e ausência de óleo na água
PPE1	Trecho menos encaixado apresentando pouca zona litorânea, acentuada transferência de areia de balsas para caminhões, presença de embarcações (lanchas e balsas estacionadas), margens conservadas, ocorrência acentuada de tráfego de balsas e ausência de óleo na água
PJE1	Rio menos encaixado apresentando maior largura, presença de igapó, local com margens apresentando árvores tombadas por ação de balsas, ocorrência acentuada de tráfego de balsas e ausência de óleo na água.

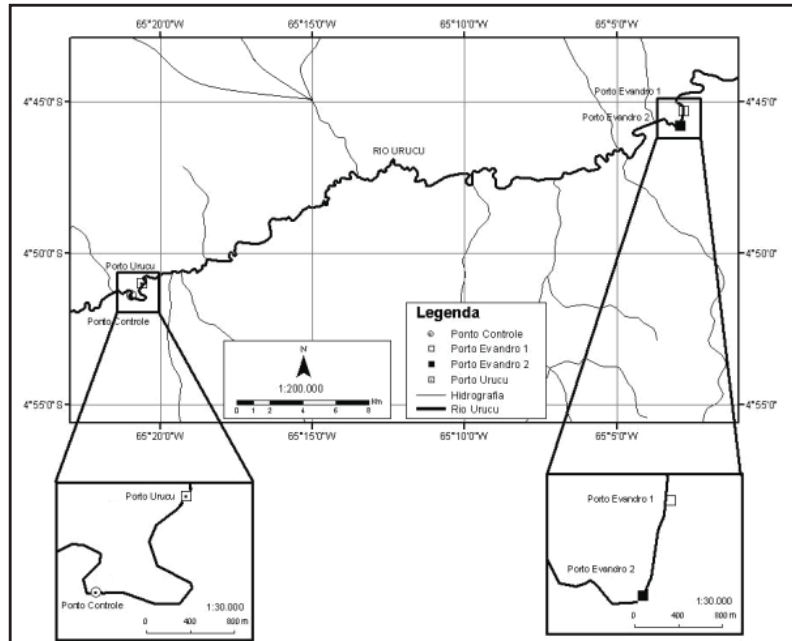


Figura 1. Mapa da área de estudo, com os pontos de coleta – Rio Urucu/AM.

Análise de dados

O método de Jackknife foi utilizado para obter estimativas de riqueza em cada período do ciclo hidrológico, sendo descrito como: $\hat{S} = S + (n - 1 / n) K$ onde \hat{S} é a estimativa da riqueza, S é o número total de espécies observadas na amostra “ n ”, “ n ” refere-se ao número total de amostras e “ K ” ao número de espécies únicas, isto é, coletadas uma única vez. A uniformidade foi calculada de acordo com a fórmula: $J' = H' / H'_{\max}$, onde J' é o índice de uniformidade de Pielou, H' = índice de diversidade de Shannon – Wiener, $H'_{\max} = \log_2(s)$ e “ s ” é o número de espécies da amostra. Para a análise de similaridade espaço-temporal das assembléias amostradas, foi utilizado o Índice de Morisita-Horn, descrito como: $I_{M-H} = 2 \sum (a_n \times b_n) / (da + db) aN \times bN$ onde: a_n = número de indivíduos da i -ésima espécie no local A, b_n = número de indivíduos da i -ésima espécie no local B, $da = \sum a_n^2 / aN^2$ e $db = \sum b_n^2 / bN^2$. Para indicar diferenças significativas na abundância, riqueza e uniformidade entre os períodos hidrológicos foi realizada um teste t pareado, com o auxílio do programa Statistica.

RESULTADOS

Foram coletados 923 indivíduos distribuídos em sete ordens, 23 famílias e 82 espécies, correspondentes a uma biomassa total de 166.819 g. Characiformes foi o grupo dominante (61%), seguido por Siluriformes (20%), sendo as ordens

Clupeiformes, Osteoglossiformes, Perciformes, Beloniformes e Pleuronectiformes representadas com menos de 10% do total capturado. O número de indivíduos capturados variou ($p < 0,05$) entre os períodos de cheia ($n = 489$) e seca ($n = 439$). No período da cheia, o PJE1 ($n = 122$) apresentou a maior abundância, sendo a menor abundância encontrada no PJU ($n = 42$). No período da seca, o ponto com maior abundância foi PJE2 ($n = 121$) e o menor o PCONT ($n = 32$) (Tabela 2). A riqueza e uniformidade variaram entre os períodos de cheia e seca ($p < 0,05$). A riqueza foi maior no período da cheia e a uniformidade maior na seca. O maior (35) e o menor (16) número de espécies no período da cheia foram encontrados no PJE1 e no PJU, respectivamente; já no período da seca, o PJU apresentou a maior (26) riqueza e o PCONT a menor (12). A riqueza estimada de espécies no período da cheia ($\hat{S} = 84$) foi superior ao do período da seca ($\hat{S} = 61$). No período da cheia, a maior (0,88) e a menor (0,20) uniformidade foram encontradas no PJE2 e PJU respectivamente; para o período da seca, a maior (0,90) uniformidade foi encontrada no PJU e PJE1, sendo a menor (0,75) observada no PPE2 (Tabela 3). Um padrão de redução mais acentuada, com poucas espécies com alta abundância, foi observado no PJE1 e PJE2 no período da cheia e para o PPE2, PJE2 e PPE2 no período da seca (Figura 2). A análise de similaridade entre os pontos de coleta em ambos os períodos, apontou uma alta (1) similaridade entre o PPE2C, PJE2C e o PPE2C e uma menor (0,11) similaridade entre o PPE2S e PJE2C (Figura 3).

Tabela 1. Dados de Abundância numérica das espécies capturadas em cada ponto de coleta coletadas no rio Urucu, município de Coari - AM / Brasil nos períodos de cheia e (seca).

Ordem, Família, Gênero e Espécies	Pontos de coleta					
	PJE1	PJE2	PPE2	PME2	PJU	PCONT
Ordem Osteoglossiformes						
Família Osteoglossidae						
<i>Osteoglossum bicirrhosum</i> (Cuvier, 1829)	0(0)	0(16)	0(39)	0(0)	0(0)	0(0)
Ordem Clupeiformes						
Família Pristigasteridae						
<i>Pellona castelnaeana</i> Valenciennes, 1847	6(0)	9(0)	7(0)	1(0)	0(0)	0(0)
<i>Pellona flavipinnis</i> (Valenciennes, 1837)	2(0)	2(0)	8(0)	2(2)	4(0)	4(2)
Família Engraulidae						
<i>Lycengraulis batesii</i> (Günther, 1868)	0(0)	3(0)	1(0)	3(1)	0(0)	0(0)
Ordem Beloniformes						
Família Belonidae						
<i>Potamorhaphis guianensis</i> (Jardine, 1843)	1(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Ordem Characiformes						
Família Acestrorhynchidae						
<i>Acestrorhynchus falcirostris</i> (Cuvier, 1819)	1(3)	0(11)	0(12)	0(0)	0(2)	0(0)
<i>Acestrorhynchus falcatus</i> (Bloch, 1794)	2(0)	0(0)	0(0)	1(0)	0(0)	0(0)
<i>Acestrorhynchus microlepis</i> (Schomburgk, 1841)	0(0)	0(0)	0(0)	1(0)	0(0)	0(0)
Família Agoniatiidae						
<i>Agoniatès halecinus</i> Müller & Troschel, 1845	1(5)	1(7)	8(2)	1(0)	0(0)	0(0)
Família Anostomidae						
<i>Abramites hypselonotus</i> (Günther, 1868)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(2)	0(0)
<i>Leporinus agassizii</i> Steindachner, 1876	0(3)	0(1)	0(0)	4(2)	1(9)	2(1)
<i>Leporinus fasciatus</i> (Bloch, 1794)	1(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(2)
<i>Schizodon fasciatus</i> Spix & Agassiz, 1829		0(1)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
<i>Rhytidodus argenteofuscus</i> Kner, 1858	1(0)	0(0)	0(0)	2(0)	0(0)	0(0)
Família Characidae						
<i>Brycon cf. pesu</i> Müller Troschel, 1845	0(0)	2(0)	0(0)	1(1)	8(4)	5(1)
<i>Brycon melanopterus</i> (Cope, 1872)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(3)	0(1)
<i>Bryconops alburnoides</i> Kner, 1858	7(1)	3(0)	41(2)	13(2)	0(0)	0(0)
<i>Bryconops caudomaculatus</i> (Günther, 1864)	1(1)	1(0)	8(0)	0(0)	0(0)	1(0)
<i>Chalceus erythrurus</i> (Cope, 1870)	1(5)	0(0)	0(0)	0(4)	1(10)	0(0)
<i>Moenkhausia lepidura</i> (Kner, 1858)	1(1)	0(0)	0(0)	0(0)	0(4)	13(0)
<i>Myloplus rubripinnis</i> (Müller & Troschel, 1844)	0(0)	0(0)	0(0)	2(4)	0(0)	2(1)
<i>Myleus</i> sp.	0(0)	0(0)	1(0)	0(0)	0(0)	0(0)
<i>Myleus schomburgkii</i> (Jardine, 1841)	1(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
<i>Poptella brevispina</i> Reis, 1989	1(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
<i>Pristobrycon striolatus</i> (Steindachner, 1908)	0(0)	0(0)	0(0)	5(0)	0(0)	1(0)
<i>Pygocentrus nattereri</i> Kner, 1858	1(0)	5(0)	2(0)	2(3)	1(7)	1(0)
<i>Serrasalmus</i> sp.	0(0)	0(0)	0(0)	0(1)	0(1)	0(0)
<i>Serrasalmus altispinis</i> Merckx, Jégu & Santos, 2000	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(1)	0(5)
<i>Serrasalmus rhombeus</i> (Linnaeus, 1766)	10(1)	4(3)	1(0)	8(24)	6(2)	16(14)
<i>Tetragonopterus chalceus</i> Spix & Agassiz, 1829	0(0)	0(0)	1(0)	0(0)	0(0)	0(0)
<i>Triporthes albus</i> Cope, 1872	0(5)	0(0)	0(0)	2(0)	3(1)	1(0)
<i>Triporthes angulatus</i> (Spix & Agassiz, 1829)	0(7)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
<i>Triporthes elongatus</i> (Günther, 1864)	0(0)	0(0)	1(0)	0(0)	0(0)	0(0)

Ordem, Família, Gênero e Espécies	Pontos de coleta					
	PJE1	PJE2	PPE2	PME2	PJU	PCONT
Família Chilodontidae						
<i>Caenotropus labyrinthicus</i> (Kner, 1858)	1(0)	0(0)	0(4)	0(3)	0(0)	1(2)
Família Ctenoluciidae						
<i>Boulengerella cuvieri</i> (Spix & Agassiz, 1829)	0(0)	1(0)	0(0)	1(0)	0(0)	0(0)
<i>Boulengerella maculata</i> (Valenciennes, 1850)	0(0)	0(7)	0(10)	2(3)	1(2)	0(0)
Família Curimatidae						
<i>Curimata</i> cf. <i>cisandina</i> (Allen, 1942)	1(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
<i>Curimata inornata</i> Vari, 1989	0(1)	0(7)	0(7)	0(14)	0(0)	0(4)
<i>Curimata vittata</i> (Kner, 1858)	1(0)	0(3)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
<i>Cyphocharax notatus</i> (Steindachner, 1908)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(2)	0(0)
<i>Psectrogaster amazônica</i> Eigenmann & Eigenmann, 1889	1(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
<i>Psectrogaster rutiloides</i> (Kner, 1858)	0(0)	4(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
<i>Steindachnerina bimaculata</i> (Steindachner, 1876)	0(1)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Família Cynodontidae						
<i>Cynodon gibbus</i> (Agassiz, 1829)	1(0)	0(0)	0(0)	0(0)	2(0)	0(0)
<i>Rhaphiodon vulpinus</i> Agassiz, 1829	1(0)	1(0)	1(0)	0(0)	1(0)	1(0)
Família Erytrinae						
<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	0(1)	0(6)	0(2)	0(0)	0(0)	1(0)
Família Hemiodontidae						
<i>Hemiodus semitaeniatus</i> Kner, 1858	0(0)	1(0)	1(0)	0(5)	0(1)	0(0)
<i>Hemiodus unimaculatus</i> (Bloch, 1794)	2(0)	4(30)	1(2)	0(3)	0(1)	0(0)
<i>Anodus orinocensis</i> (Steindachner, 1887)	0(0)	0(0)	1(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Ordem Siluriformes						
Família Loricariidae						
<i>Ancistrus</i> sp.	0(1)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
<i>Dekeyseria amazônica</i> Rapp Py-Daniel, 1985	1(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
<i>Loricaria cataphracta</i> Linnaeus, 1758	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(1)	0(0)
<i>Rineloricaria</i> sp.	0(0)	0(0)	0(0)	0(3)	0(1)	0(0)
<i>Sturisoma</i> sp.	0(0)	0(0)	0(0)	0(1)	0(1)	0(0)
<i>Hypoptopoma</i> cf. <i>gulare</i> Cope, 1878	7(0)	0(0)	8(0)	9(0)	0(1)	0(0)
Família Auchenipteridae						
<i>Ageneiosus inermis</i> (Linnaeus, 1766)	0(0)	1(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(1)
<i>Ageneiosus</i> gr. <i>vittatus</i> (Steindachner, 1908)	0(0)	0(0)	0(0)	1(0)	0(0)	0(0)
<i>Auchenipterichthys</i> sp.	0(0)	0(0)	2(0)	0(0)	0(0)	0(0)
<i>Auchenipterus ambyiacus</i> Fowler, 1915	2(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
<i>Auchenipterus nuchalis</i> (Spix & Agassiz, 1829)	1(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	4(0)
<i>Centromochus heckelli</i> (De Felippi, 1853)	0(0)	2(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
<i>Trachelyopterus galeatus</i> (Linnaeus, 1766)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(0)
<i>Tatia intermedia</i> (Steindachner, 1877)	0(0)	0(0)	0(0)	1(0)	0(0)	1(0)
Família Callichthyidae						
<i>Dianema urostriatum</i> (Miranda Ribeiro, 1912)	50(0)	13(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Família Pimelodidae						
<i>Calophysus macropterus</i> (Lichtenstein, 1819)	3(1)	0(13)	1(1)	7(0)	7(0)	1(0)
<i>Hemisorubim platyrhynchos</i> (Valenciennes, 1840)	0(0)	0(2)	0(6)	0(0)	0(0)	0(0)
<i>Hypophthalmus edentatus</i> Spix & Agassiz, 1829	0(0)	0(0)	1(0)	1(0)	0(0)	0(0)
<i>Hypophthalmus marginatus</i> Valenciennes, 1840	0(0)	0(0)	1(0)	1(0)	0(0)	0(0)
<i>Pimelodus blochii</i> Valenciennes, 1840	1(1)	0(0)	0(1)	0(2)	4(0)	0(0)

Ordem, Família, Gênero e Espécies	Pontos de coleta					
	PJE1	PJE2	PPE2	PME2	PJU	PCONT
<i>Pirirampus pirinampu</i> (Spix & Agassiz, 1829)	1(0)	0(0)	0(0)	1(0)	1(0)	1(0)
<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> (Linnaeus, 1766)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(0)
<i>Sorubim lima</i> (Bloch & Schneider, 1801)	2(0)	0(0)	1(0)	0(0)	1(0)	0(0)
Ordem Perciformes						
Família Cichlidae						
<i>Biotodoma cupido</i> (Heckel, 1840)	0(0)	0(0)	0(0)	0(2)	0(3)	0(1)
<i>Chaetobranchius flavescens</i> Heckel, 1840	0(0)	0(2)	0(4)	0(0)	0(1)	0(0)
<i>Cichla</i> sp.	0(0)	0(3)	0(3)	0(2)	0(2)	0(0)
<i>Cichla monoculus</i> Spix & Agassiz, 1831	6(0)	0(0)	0(0)	0(1)	0(1)	0(0)
<i>Crenicichla cincta</i> Regan, 1905	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(0)
<i>Geophagus proximus</i> (Castelnau, 1855)	0(0)	0(7)	0(1)	0(0)	0(1)	0(0)
<i>Satanoperca jurupari</i> (Heckel, 1840)	0(0)	0(0)	0(1)	0(0)	0(0)	0(0)
Família Scianidae						
<i>Plagioscion squamosissimus</i> (Heckel, 1840)	2(2)	0(0)	1(3)	1(0)	1(0)	3(1)
Ordem Pleuronectiformes						
Família Achiridae						
<i>Hypoclinemus mentalis</i> (Günther, 1862)	0(0)	0(1)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Abundância total	122(40)	57(121)	107(95)	84(83)	42(68)	72(32)

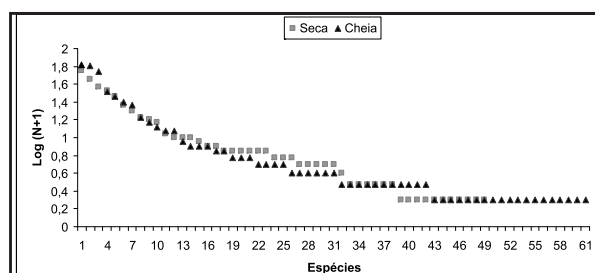


Figura 2. Rank de abundância das assembléias de peixes do rio Urucu no período de cheia e seca.

Tabela 2. Dados de Riqueza, Riqueza estimada por Jackknife (*) e Índice de Uniformidade das espécies capturadas em cada ponto de coleta no rio Urucu, município de Coari - AM / Brasil nos períodos de cheia e seca.

Pontos de coleta	Riqueza		Uniformidade	
	Cheia	Seca	Cheia	Seca
PCONT	23	12	0,81	0,78
PJU	16	26	0,20	0,90
PPE2	27	21	0,86	0,83
PPE2	22	16	0,72	0,75
PJE2	18	18	0,88	0,85
PJE1	35	17	0,73	0,90
Índices em cada período	69	50	0,81	0,83
Estimado por Jackknife	84*	61*		

DISCUSSÃO

Segundo Robertson (1972) e Lowe-McConnell (1999), a ictiofauna na Amazônia é caracterizada pela dominância de Characiformes (43%) e Siluriformes (36%) representando aproximadamente 79% dos peixes, sendo seguido pelos Perciformes (12%) e outras ordens (6,4%). A dominância de Characiformes

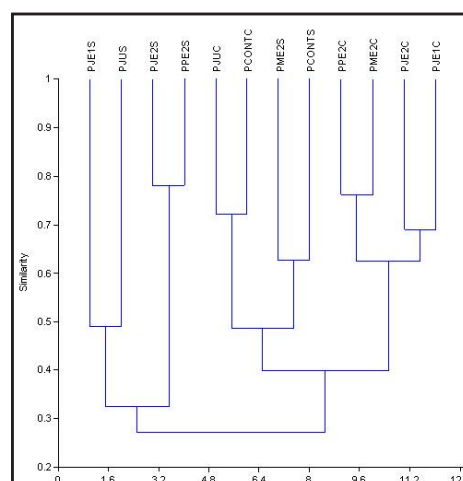


Figura 3. Dendrograma de similaridade espaço-temporal das espécies coletadas no rio Urucu, município de Coari - AM / Brasil no período de seca (pontoS) e de cheia (pontoC).

e Siluriformes sobre as demais ordens é bem reportada para rios, lagos, reservatórios e planícies de inundação na América do Sul (Cox Fernandes, 1988; Chu-koo, 2000; Do Vale, 2003; Siqueira-Souza & Freitas, 2004; Freitas & Garcez, 2004; Doria *et al.* 2005). O sucesso na colonização de Characiformes nos ambientes tropicais pode ser atribuída, ao menos em parte, à maior capacidade destes peixes de obter oxigênio de camadas superiores da coluna d'água (Veríssimo, 1994; Suarez, 1998). Em geral, como um padrão para sistemas de grandes rios com planícies aluviais adjacentes, a abundância de peixes diminui

nas amostragens durante a época de cheia, como um efeito da dispersão dos indivíduos pela floresta alagada. Enquanto que, na seca algumas espécies migram para o canal do rio, facilitando a captura (Lowe-McConnell, 1999). Os resultados diferenciados deste trabalho são devidos, provavelmente, ao fato de nossa pesquisa concentrar-se em um trecho do rio distante da porção central da bacia e as fortes alterações ambientais ao longo deste trecho. No trecho amostrado, foi observado um gradiente longitudinal na largura do rio de montante para jusante, sendo que os pontos situados na porção superior tiveram sua área bastante reduzida no período de seca. Os peixes amazônicos apresentam grande mobilidade, com movimentos sincronizados, da vegetação marginal para águas abertas durante o período de águas elevadas (Lowe-McConnell, 1999), desta forma o aparelho de pesca utilizado em nossa pesquisa, por estar localizado às margens dos igapós, capturou um maior número de espécimes neste período. Em nossa pesquisa, foi avaliado que os maiores valores de riqueza foram encontrados no período da cheia, segundo Saint-Paul *et al.* (2000) a diminuição do número de espécies do período da enchente para o período da seca é decorrente da redução do espaço. Além disso, um maior número de espécies ocorrem em áreas maiores do que em áreas menores, enfatizando a relação espécie-área, sendo visto ainda que durante o período da cheia são formados novos habitats e nichos, que aumentam a heterogeneidade espacial e a quantidade de recursos requeridos pelas espécies favorecendo o aumento da riqueza e da diversidade (Ricklefs, 2001). O conceito do “Contínuo Fluvial” (River Continuum Concept - RCC), proposto por Vannote *et al.* (1980), considera o rio como um sistema que possui um gradiente contínuo de condições ambientais, que pronunciam mudanças físicas, químicas e biológicas caracterizadas por fortes processos hidrológicos e geomorfológicos promovidos por mudanças temporais e espaciais. As comunidades de peixes existentes em rios tendem a exibir um gradiente longitudinal de aumento na riqueza e diversidade da região à montante para jusante, em decorrência do aumento da complexidade do habitat e maior heterogeneidade espacial (Vannote *et al.* 1980). Todavia, Ward & Stanford (1983) propuseram o conceito de “Descontinuidade Serial”, alegando que distúrbios provenientes de atividades antropogênicas rompem o gradiente do rio em relação às condições ambientais, produzindo mudanças longitudinais e funcionam como reiniciadores deste gradiente, promovendo um novo gradiente a partir do ponto onde ocorreu o distúrbio, aumentando os índices ecológicos nas áreas mais distantes da perturbação. Juntamente a este conceito, a “Hipótese do Distúrbio Intermediário”, que descreve que as perturbações sobre a comunidade favorecem a abertura de espaço para a colonização, e que em um nível moderado torna a comunidade um mosaico

de fragmentos de habitats em diferentes estágios sucessionais (Ricklefs, 2001), ou seja, propondo que a riqueza de uma comunidade seria maior sob níveis intermediários de distúrbios, enquanto comunidades que estivessem sob níveis máximos e mínimos de perturbação seriam menos ricas, também pode ser uma justificativa para o aumento na riqueza da região a montante para jusante, pelo fato de que este processo promove uma maior variedade de espécies e consequentemente aumenta os valores dos índices. Vários estudos têm constatado tanto adição quanto a substituição de espécies ao longo do gradiente lótico (Angermeier & Karr, 1983; Garrutti, 1988; Bistoni & Hued, 2002), sendo que a importância de uma ou outra fonte de variação depende das características fisiográficas dos rios (Súarez & Petreere, 2006). A maior uniformidade da assembléia foi observada no período da seca com baixos valores de dominância, sendo encontrados índices contrários para o período da cheia. A baixa uniformidade na cheia foi decorrente da elevada dominância da espécie *Dianema urostriatum*, uma espécie insetívora que obtém a maior parte de seus recursos durante o período de águas altas, alimentando-se na floresta alagada. A alta dominância no PCONT foi representada pela espécie *Serrasalmus rhombeus*, um predador de topo com hábito carnívoro, que aponta boas condições ambientais neste ponto; já o PPE2 e o PJU foram representados pelas espécies *Briconops alburnoides* e *Brycon pesu*, respectivamente. Sendo a primeira também fortemente associada ao período de águas altas, por ser insetívora, e a segunda, uma espécie onívora. Como um padrão esperado, comunidades naturais apresentam poucas espécies muito abundantes e uma grande quantidade de espécies consideradas raras (Odum, 2004). Somente espécies com adaptações especiais conseguem sobreviver às condições ambientais adversas no período da seca (Saint-Paul *et al.* 2000). Mérona & Gascuel (1993) descreveram que na seca ocorre um aumento das taxas de mortalidade natural de muitas espécies, sendo também intensa a predação, indicando o maior número de espécies com abundâncias intermediárias. Na cheia, com o aumento do nível d'água, ocorre a dispersão dos indivíduos para o interior da floresta alagada (Lowe-McConnell, 1999), ocasionando a não captura pelos aparelhos de pesca, apontando um alto número de espécies raras neste período. Mediante os resultados encontrados, as assembléias de peixes encontradas no rio Urucu, no trecho estudado em ambos os períodos do ciclo hidrológico, não foram modificadas em decorrência das atividades portuárias do local ou pela presença de petróleo e seus derivados em água. Contudo, o forte tráfego de balsas na área pode provocar alterações nas margens do rio, principalmente nos trechos mais estreitos, resultando em impactos de baixa intensidade, porém cumulativos, cujos efeitos só poderão ser detectados como estudos de médio e longo prazo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGERMEIER, P.L. & KARR, J.R. 1983. Fish communities along environmental gradients in a system of tropical streams. *Env. Biol. Fish.*, 9:117-135.
- BARRELLA, W.E. & PETRERE, M.JR. 2003. Fish community alterations due to pollution and damming in Tietê and Paranapanema Rivers. *Riv. Res. App.*, 19: 59-76.
- BERKMAN, H.E. & RABENI, C.F. 1987. Effect of siltation on stream fish communities. *Env. Biol. Fish.*, 18: 285-294.
- BISTONI, M.A. & HUED, A.C. 2002. Patterns of fish species richness in rivers of the central region of Argentina. *Bras. J. Biol.*, 62(4):753-764.
- CHU-KOO, F. 2000. Estudos das interações peixes/zooplâncton no lago Camaleão, um lago de várzea da Amazônia Central, Brasil. Dissertação (Mestrado em Biologia de água Doce e Pesca Interior) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.
- COSTA, O.T.F., PEDRAÇA, E.B., VAL, A.L. 1996. Efeito do petróleo sobre o consumo de oxigênio tissular e níveis de eletrólitos plasmáticos de *Colossoma macropomum* (Characiformes, Serrasalminidae). *Rev. UA. Ciên. Biol.*, 1(1): 85-95.
- COX FERNANDES, C. 1999. *Detrended canonical correspondence analysis (DCCA) of electric fish assemblages in the Amazon*. Manaus: Biology of Tropical Fishes, cap.5, p. 21-39.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. 1978. *Purus: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial de terra*. Projeto RADAMBRASIL., 5:1-566.
- DO VALE, J.D. 2003. Estudo da diversidade e estrutura da ictiofauna na área do Catalão, Amazônia Central. Dissertação (Mestrado em Biologia de água Doce e Pesca Interior) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.
- DORIA, C.R.C., VILARA, G.T., ZUANON, J.A.S., FAVARO, L.F., RUFFINO, M.L. & LEITE, R.G. 2005. *Estudo de viabilidade das AHE's Jirau e Santo Antônio, localizadas no Rio Madeira em Rondônia, no trecho entre Porto Velho e Abunã*. In Relatório Técnico Final. Componentes: ICTIOFAUNA e PESCA. Universidade Federal de Rondônia., 1:1-345.
- DUNCAN, W.L.P. 1998. Estresse metabólico e dano celular em *Colossoma macropomum* e *Hoplosternum litoralle* expostos a petróleo. Dissertação (Mestrado em Biologia de água Doce e Pesca Interior) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.
- EIRAS, J.F., WANDERLEY FILHO, J.R. 2002. *Simpósio sobre vulcanismo e ambientes associados*. Ocorrências de petróleo relacionadas a rochas magmáticas fanerozóicas. Resumo expandido: Sociedade Brasileira de Geologia. p. 54-54.
- FREITAS, C.E.C & GARCEZ, R.C.S. 2004. Fish communities of natural channels between floodplain lakes and Solimões-Amazonas river (Amazon-Brazil). *Acta. Limnol. Bras.*, 16(3): 273-280.
- GARUTTI, V. 1988. Distribuição longitudinal da ictiofauna em um córrego da região noroeste do Estado de São Paulo, Bacia do rio Paraná. *Rev. Bras. Biol.*, 48:747-759.
- GOULDING, M., CARVALHO, M.L. & FERREIRA, E.G. 1998. *Rio Negro - Rich life in poor water*. SPB Academic Publishing, The Hague., 1:1-200.
- INGERSOLL, C.G. 1995. Sediment tests. In: Rand, G.M. (ed) *Fundamentals of aquatic toxicology – Effects, environmental fate and risk assessment*. 2 ed, Washington, USA, p. 231-255.
- INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION. 2004. Disponível em: <<http://www.imo.org>>. Acesso em 18. mar.2008.
- JUNK, W.J., BAYLEY, P.B. & SPARKS, R.E. 1989. *The flood pulse concept in river floodplain systems*. Canada: cap. 4, p.110-127.
- KARR, J.R. 1981. Assesment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries*, 6(6):21-27.
- KREBS, C. J. 1989. *Ecology methodology*. Harper & Row Publishers, New York 220p.
- LIMA-JUNIOR, S.E.; CARDONE, I.B.; GOITEN, R. 2006. Fish assemblage structure and aquatic pollution in a Brazilian stream: some limitations of diversity indices and models for environmental impact studies. *Ecology of Freshwater Fish*, 15:248-290.
- LOWE-MCCONNEL. 1999. *Estudos ecológicos em comunidades de peixes tropicais*. Brasil: EDUSP. 321p.
- PETROBRAS. 1994. *Sistema Petrobras: diagnóstico e perspectivas*. Petrobras, Amazonas, Brasil. 165p.
- PETROBRAS. 2008. O petróleo de Urucu. Disponível em: <<http://www.petrobras.org>>. Acesso em 20. abr.2008.
- MACO, J.T. 1996. Influência da água de formação da extração de petróleo do rio Urucu sobre aspectos hematológicos e conteúdo iônico de *Colossoma macropomum* e *Glyptoperichthys joselimaianus*. Dissertação (Mestrado em Biologia de água Doce e Pesca Interior) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.
- MAGURRAN, A.E. 1988. *Ecological Diversity and its Measurements*. Chapman & Hall, London 320p.

- MAGURRAN, A.E. & PHILLIP, D.A.T. 2001. *Implications of species loss in freshwater fish assemblages*. *Ecology*, 24: 645-650.
- MALM, O., PFEIFFER, W.C., SOUZA, C.M.M. & REUTHER, R. 1990. Mercury pollution due to gold mining in the Madeira river basin, Brazil. *Ambio*, 19:11-15.
- MÉRONA, B. & GASCUEL, D. 1993. The effects of flood regime and fishing effort on the overall abundance of an exploited fish community in the Amazon floodplain. *Aqua. Liv. Res.*, 6:97-108.
- METCALFE-SMITH, J.L. 1994. *Biological water-quality assessment of rivers: use of macroinvertebrates communities*. Manaus: Blackwell Scientific Publications, cap. 4, p.1- 523.
- MOYER, N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., FONSECA, G.A.B. & KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation prioritization. *Nature*, 403: 853-858.
- NELSON, J.S. 2006. *Fishes of the world*. USA: Wiley Hoboken. 632p.
- ODUM, E. P. 2004. *Fundamentos de Ecologia*. Portugal: Fundação Caoluste Gulbenkian. 525p.
- RIBEIRO, M.C.L.B. & PETRERE JR, M. 1990. Fisheries ecology and management of the Jaraqui (*Semaprochilodus taeniurus* and *S. insignis*) in central Amazônia. *Res & Man.*, 5: 195-215.
- RIBEIRO, M.C.L.B. 2005. Expansão da pecuária de bovinos e desafios de sustentabilidade da atividade na Amazônia legal. In III Workshop Brasil - Japão em Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, p.1-25.
- RICKLEFS, R.E. 2001. *A Economia da natureza*. Rio de Janeiro: Guanabara. 280p.
- ROBERTSON, R. 1972. Social control of sex reversal in a coral-reef fish. *Science*, 177: 9-1007.
- SAINT-PAUL, U., ZUANON, J.A.S., CORREA, M.A.V., GARCIA, M., FABRÉ, N.N., BERGER, U. & JUNK, W.J. 2000. Fish communities in central Amazonian white and blackwater floodplains. *Env. Biol. Fish.*, 57: 235-250.
- SANTANA, A.W. & TACHIBANA, T. 2004. Caracterização dos elementos de um projeto hidroviário, vantagens, aspectos e impactos ambientais para a proposição de metodologias técnico-ambientais para o desenvolvimento do transporte comercial de cargas nas hidrovias brasileiras. *Engevista*, 6(3):75-85.
- SANTOS JR., U.M. 2003. *Ecofisiologia de espécies arbóreas plantadas sobre área degradada por atividade petrolífera na Amazônia Central*. Dissertação (Mestrado em Biologia de água Doce e Pesca Interior) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.
- SILVA, P.R. 2004. *Transporte Marítimo de petróleo e derivados na costa brasileira: Estrutura e implicações ambientais*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 148p.
- SIQUEIRA-SOUZA, F.K. & FREITAS, C.E.C. 2004. Fish diversity of floodplain lakes on the lower stretch of the Solimões river. *Braz. J. Biol.*, 64(3A):501-10.
- SÚAREZ, Y.R. & PETRERE JR.M. 2006. Gradientes de diversidade nas comunidades de peixes da bacia do rio Iguatemi, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Iher. Sér. Zool.*, 96(2):197-204.
- SÚAREZ, Y.R. 1998. *Ecologia de Comunidades de Peixes em lagoas do Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, Mato Grosso do Sul*. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande.
- VAL, A.L. & ALMEIDA-VAL, V.M.F. 1999. *Effects of crude oil on respiratory aspects of some fish species of the Amazon*. Manaus: INPA, cap. 6, p.1-260.
- VANNOTE, R.L., MINSHALL, G.W., CUMMINS, K.W., SEDELL, J.S. & CUSHING, C.E. 1980. The river continuum concept. *Can. J. Fish. and Aqua. Sci.*, 37: 130-137.
- VERÍSSIMO, S. 1994. *Variações na composição da ictiofauna em três lagoas sazonalmente isoladas, na planície de inundação do alto rio Paraná, ilha Porto Rico, Paraná, Brasil*. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- VIEIRA, L.S. & SANTOS, P.C.T.C. 1987. *Amazônia: Seus solos e outros recursos naturais*. São Paulo: Agronômica Ceres. 416p.
- WARD, J.V. & STANFORD, J.A. 1983. *The serial discontinuity concept in lotic ecosystems*. Michigan: Ann. Arbor. Scien., cap. 1, p. 347-356.
- YARZABAL, L. 1992. *Proceso de desarrollo y condiciones de la salud humana en la Amazonia*. Manaus: INPA, cap:3, p.1-23.

Recebido em: 07/10/2009

Aceito em: 14/04/2010