

ESTRUTURA POPULACIONAL DE *Macrobrachium amazonicum* EM DOIS LAGOS DE VÁRZEA DA AMAZÔNIA

Tiago Viana da COSTA¹; Luciana Antunes de MATTOS²; Noedson de Jesus Beltrão MACHADO³

RESUMO

Macrobrachium amazonicum é uma espécie de camarão amplamente consumida pelas comunidades tradicionais da Bacia Amazônica, sendo capturada de forma artesanal ao longo de todo ano e especialmente no período de seca amazônica, quando se concentra no interior dos lagos de várzea. O objetivo deste trabalho foi avaliar a estrutura populacional deste crustáceo nos lagos do Macurany e do Catispera, ambos situados no município de Parintins/Amazonas, a partir dos seguintes aspectos: comprimento total, razão sexual, distribuição temporal, fecundidade e período reprodutivo. Espécimes de *M. amazonicum* foram coletados mensalmente, de setembro de 2009 a abril de 2010, utilizando-se artes de pesca regionais (camaroeiras). Considerando os dois lagos, os tamanhos médios de machos e de fêmeas e a fecundidade total foram significativamente maiores no lago do Catispera. A maior fêmea ovígera foi registrada no lago do Catispera (56,2 mm de CT) e a menor, no lago do Macurany (18,3 mm de CT). Indivíduos sexualmente indiferenciados foram capturados ao longo de todo o período de coletas nos dois lagos. Na população estudada, verificou-se maior proporção de fêmeas, sendo o maior desvio registrado no lago do Macurany (1:2,6). O período de enchente-cheia (dezembro-abril) foi identificado como o de ocorrência do pico reprodutivo desta espécie na região. Possivelmente, o momento de maior vazão do rio e transbordamento da água dos lagos favorece a dispersão das larvas.

Palavras-chave: Amazonas; camarão-da-amazônia; camaroeira; Catispera; Macurany

POPULATION STRUCTURE OF *Macrobrachium amazonicum* IN TWO FLOODPLAIN LAKES OF AMAZONIA

ABSTRACT

The freshwater prawn *M. amazonicum* is widely consumed by the traditional communities of the Amazon basin. This species is captured by traps throughout the year and particularly during the Amazon dry season, when animals are concentrated in floodplain lakes. The aim of this paper was to know the populational biology of *M. amazonicum* in the Macurany and Catispera lakes, both located in the city of Parintins, Amazonas, Brazil. Samples were collected monthly from September 2009 to April 2010, using regional fishing gear. Males, females and total fertility were significantly higher in Catispera lake. The largest ovigerous female was recorded for the Catispera lake (56.2 mm) and low to the Macurany lake (18.3 mm). Sexually undifferentiated individuals were captured throughout the collection period in both lakes. It was observed a higher proportion of females than males (1:2.6) in Macurany lake. The reproductive peak was in the full-flood period (December to April). It may be related to the greatest flow of river and overflowing the banks of lakes, which contribute to larvae dispersion.

Keywords: Amazon; Amazon river prawn; shrimp trap; Catispera; Macurany.

Artigo Científico: Recebido em 09/02/2015 – Aprovado em 25/04/2016

¹ Zootecnista, Prof. Assistente do Instituto de Ciências Sociais, Educação e Zootecnia, da Universidade Federal do Amazonas. Estrada Parintins/Macurany, 1805, Jacareacanga, Parintins/AM/Brasil. Cep.: 69.152-240. tvianadacosta@yahoo.com.br

² Bióloga, Estação de Biologia Marinha da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, lubiomattos@hotmail.com

³ Zootecnista, Mestrando do PPG Zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, noedson_jbm_02@hotmail.com

INTRODUÇÃO

Estudos sobre a estrutura populacional de uma espécie contribuem para o conhecimento de sua biologia e ecologia no ambiente natural, representando importante ferramenta no estudo de diferentes grupos, pois possibilitam o conhecimento da amplitude de tamanho alcançado pelos indivíduos de uma população (HARTNOLL e BRYANT, 1990; BEGON *et al.*, 1996). Aspectos como a razão sexual e a estrutura etária influenciam a dinâmica populacional devido às variações relacionadas ao sexo e à idade no nascimento e na morte, sendo importantes para a compreensão de mudanças populacionais ao longo do tempo (RICKLEFS, 1996).

Macrobrachium amazonicum é uma espécie nativa e vastamente distribuída no rio Amazonas, no Nordeste do Brasil e nos rios São Francisco e Paraguai (BIALETZKI *et al.*, 1997; MACIEL e VALENTI, 2009). A localidade típica é a bacia central do rio Amazonas, onde a espécie é muito abundante nas águas brancas, ricas em sedimentos e sais dissolvidos (ODINETZ-COLLART, 1991a; ODINETZ-COLLART e MOREIRA, 1993). Em várias regiões do Brasil, o referido camarão é conhecido popularmente como “camarão-sossego”, “camarão-canela” (COELHO *et al.*, 1982), camarão-regional e camarão-da-amazônia (MACIEL e VALENTI, 2009). Apresenta importância comercial nas regiões Amazônica e Nordeste, sendo explorado nos estados do Amazonas, Pará e Amapá pela pesca artesanal e populações indígenas (ODINETZ-COLLART, 1987; ODINETZ-COLLART e MOREIRA, 1993; MORAES-RIODADES e VALENTI, 2001; LIMA *et al.*, 2014), bem como para ser utilizado como isca viva (MACIEL e VALENTI, 2009) nessas regiões e no Pantanal (VALENTI *et al.*, 2011).

O objetivo deste trabalho foi caracterizar a estrutura da população de *M. amazonicum* em dois lagos de várzea da região de Parintins, Amazonas, Brasil, com base na composição de tamanho, proporção sexual, distribuição temporal e aspectos da biologia reprodutiva.

MATERIAL E MÉTODOS

As coletas foram realizadas mensalmente, de setembro de 2009 a abril de 2010, nos lagos do Catispera e do Macurany (Figura 1A), distantes

aproximadamente 9 km um do outro. Em virtude das fortes cheias ocorridas em 2010, não puderam ser realizadas coletas de maio a agosto desse ano. O lago do Macurany (2°38'29,99"S; 56°43'31,6"W) localiza-se ao sul da cidade de Parintins e é caracterizado por consequências de ações antrópicas oriundas da especulação imobiliária, além de servir como uma das principais vias fluviais para acesso à cidade, com atracadouros e postos de gasolina, recebendo destes locais e da população do entorno cargas de materiais tóxicos, tais como óleos e resíduos domésticos (SOUZA *et al.*, 2013). O lago do Catispera (2°34'33,86"S; 56°46'2,45"W) localiza-se ao norte da sede do município de Parintins, na ilha do Espírito Santo, limitada pela Área de Proteção Ambiental Nhamundá. Os dois lagos são formações de várzea e se comunicam com o rio Amazonas. Nos meses de verão amazônico (período de vazante-seca), estão com suas águas represadas e, nos meses de inverno (período de enchente-cheia), com grande volume de água, transbordando pelas margens e sem limite definido.

Para a captura dos animais foram utilizadas as camaroeiras (Figura 1B), petrechos de pesca confeccionados a partir de sacos de sarrapilha, formando um quadrado (1 m²), e de madeira que flutua presa em forma de X às pontas do quadrado de tecido. Como isca, utilizou-se um cozido à base de peixe, arroz e farinha de mandioca. As camaroeiras foram deixadas por 10 minutos, próximo à vegetação marginal (Figura 1C). Paralelamente, mediu-se a temperatura da água.

Ainda na embarcação, os animais foram acondicionados em sacos plásticos, dispostos em camadas intercaladas com gelo e armazenados em isopor. No laboratório, os animais foram colocados em solução de formaldeído a 10%, sendo posteriormente mantidos em frascos etiquetados contendo álcool 70%. Os camarões foram separados por sexo, identificado com auxílio de estereomicroscópio para verificação da presença do apêndice masculino no segundo par de pleópodes, sendo agrupados em quatro categorias: sexualmente indiferenciados (indivíduos que não apresentaram caráter sexual secundário e que tinham comprimento total menor que o da menor fêmea ovígera encontrada), machos, fêmeas não ovígeras e fêmeas ovígeras.

Posteriormente, foram mensurados quanto aos comprimentos total (CT) e do cefalotórax (CC), com auxílio de paquímetro digital (0,01 mm).

Os espécimes pertencentes a cada categoria foram distribuídos em 13 classes de comprimento total (CT) de 4,0 mm de amplitude. Desvios da proporção sexual em cada classe de CT, bem como na totalidade de indivíduos foram testados com o Qui-quadrado (ou Qui-Quadrado) ($\alpha = 0,05$). O mesmo teste foi utilizado para verificar a

diferença entre a proporção de fêmeas ovígeras e a de não ovígeras de cada classe de comprimento. O tamanho (CT) dos animais entre os locais de estudo e dentro de cada sistema lacustre foi comparado com o teste de Mann-Whitney ($\alpha = 0,05$). O período reprodutivo foi determinado com base na frequência relativa das fêmeas ovígeras capturadas ao longo dos meses de estudo, levando-se em consideração o total de animais capturados.

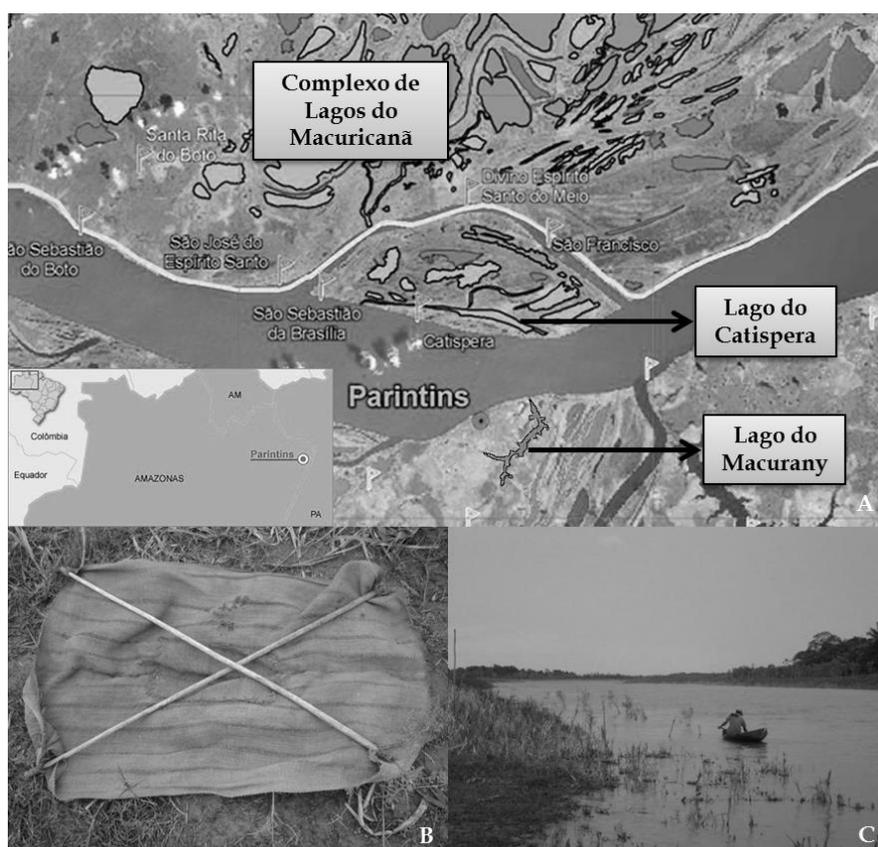


Figura 1. Localização dos lagos do Catispera e do Macurany (A), petrecho de pesca utilizado em Parintins pelos pescadores de camarão (B) e ambiente de pesca durante o período de vazante (C).

Utilizou-se o coeficiente de correlação de Spearman ($\alpha=0,05$) para verificar a existência de correlação entre a frequência mensal dos indivíduos sexualmente indiferenciados e a temperatura e o volume do rio. O tamanho médio atingido pelas fêmeas ovígeras de um lago foi comparado ao registrado no outro lago utilizando-se o teste de Mann-Whitney ($\alpha=0,05$), e o tamanho da primeira maturação sexual foi estimado por meio do comprimento do cefalotórax da menor fêmea ovígera. Os desvios

nas frequências de fêmeas ovígeras e de não ovígeras ao longo dos meses de estudo foram comparados pelo teste do Qui-quadrado (X^2).

Para o estudo da fecundidade, as fêmeas ovígeras foram separadas e acondicionadas individualmente. Seus ovos foram retirados da câmara incubadora com auxílio de pinças e estiletos e contados em sua totalidade utilizando-se contador manual. Foi testada a relação entre o número de ovos e o comprimento do cefalotórax das fêmeas. Todos os camarões capturados nos

lagos foram tratados como uma única população. Essa abordagem é adequada porque os lagos do Catispera e do Macurany comunicam-se com o rio Amazonas.

RESULTADOS

A temperatura média obtida para o lago do Macurany foi de $30,7 \pm 1,0$ °C, variando de 29,5 °C (dezembro) a 32,6 °C (março). No lago do Catispera, a temperatura média registrada foi de $31,2 \pm 0,9$ °C, variando de 30,5 °C (novembro) a 32,5 °C (fevereiro).

Foram coletados 1.924 indivíduos de *M. amazonicum* durante o período de 2009 a 2010, sendo 451 machos e 906 fêmeas (84 ovígeras), perfazendo, respectivamente, 23,4 e 47,1% da população. No lago do Macurany foram coletados 1.194 espécimes (179 machos, 466 fêmeas, sendo 25 ovígeras), enquanto no lago do Catispera, 730

espécimes (272 machos, 440 fêmeas, sendo 59 ovígeras).

Os espécimes apresentaram comprimento total variando de 6,8 mm, no lago do Macurany, a 57,6 mm, no lago do Catispera. Os dados relativos ao comprimento médio obtido para cada grupo estudado nos dois lagos de várzea são apresentados na Tabela 1. Machos e fêmeas do lago do Catispera apresentaram comprimentos maiores em relação aos dos indivíduos capturados no lago do Macurany ($p=0,0000$).

O dimorfismo sexual foi verificado em ambos os lagos, registrando-se no lago do Macurany machos maiores que fêmeas ($p=0,0000$), enquanto fêmeas do lago do Catispera apresentaram maior comprimento total que os machos ($p=0,0000$) (Tabela 1). A distribuição em classes de comprimento apresentou-se de forma unimodal para machos e fêmeas em ambos os lagos (Figura 2).

Tabela 1. Comprimento total (mm) das categorias dos indivíduos coletados nos dois lagos de várzea.

Comprimento Total	lago do Catispera	lago do Macurany
Média da população	$39,9 \pm 7,7^A$	$21,5 \pm 7,5^B$
Sexualmente indiferenciados	$10,0 \pm 8,6$	$15,4 \pm ,5$
Machos	$38,1 \pm 6,6^{Ab}$	$28,2 \pm 7,4^{Ba}$
Fêmeas não ovígeras	$41,7 \pm 6,6^{Aa}$	$26,1 \pm 7,5^{Ba}$
Fêmeas ovígeras	$44,5 \pm 8,0^{Ab}$	$24,9 \pm 6,6^{Ba}$

Médias seguidas de letras diferentes, maiúsculas na mesma linha e minúsculas na mesma coluna, diferem significativamente entre si (Mann Whitney, $p<0,05$).

Os indivíduos sexualmente indiferenciados estiveram representados nas classes iniciais de CT, chegando a ocupar o intervalo de 17,1 a 21,0 mm no lago do Macurany (Figura 2A), onde se registrou a maior frequência desses indivíduos. Ao contrário, no lago do Catispera, quase 70% dos sexualmente indiferenciados ocuparam a classe de 9,1 a 13,0 mm de CT (Figura 2B). Os machos do lago do Macurany apresentaram maior frequência na classe de 21,1 a 29,0 mm, enquanto no lago do Catispera os maiores percentuais foram observados de 33,1 a 41,0 mm. As fêmeas não ovígeras e as ovígeras do lago do Macurany foram representadas principalmente no intervalo de 21,1 a 25,0 mm de CT. No lago do Catispera, a maior

frequência de fêmeas não ovígeras e ovígeras ocorreu entre 41,1 e 45,0 mm.

A proporção sexual total apresentou desvios a favor das fêmeas em ambos os lagos ($p<0,05$). Com relação às classes de tamanho, no lago do Catispera a proporção sexual a favor das fêmeas foi observada principalmente nas classes finais de comprimento total (41,1 a 53,0 mm), enquanto no lago do Macurany tais desvios ocorreram nas classes intermediárias (17,1 a 29,0 mm de CT) (Figura 2 e Tabela 2). Desvios a favor das fêmeas também foram observados na população de *M. amazonicum*, quando analisadas as proporções sexuais mensais, sendo os mesmos detectados em outubro de 2009 e de janeiro a abril de 2010 (Tabela 3).

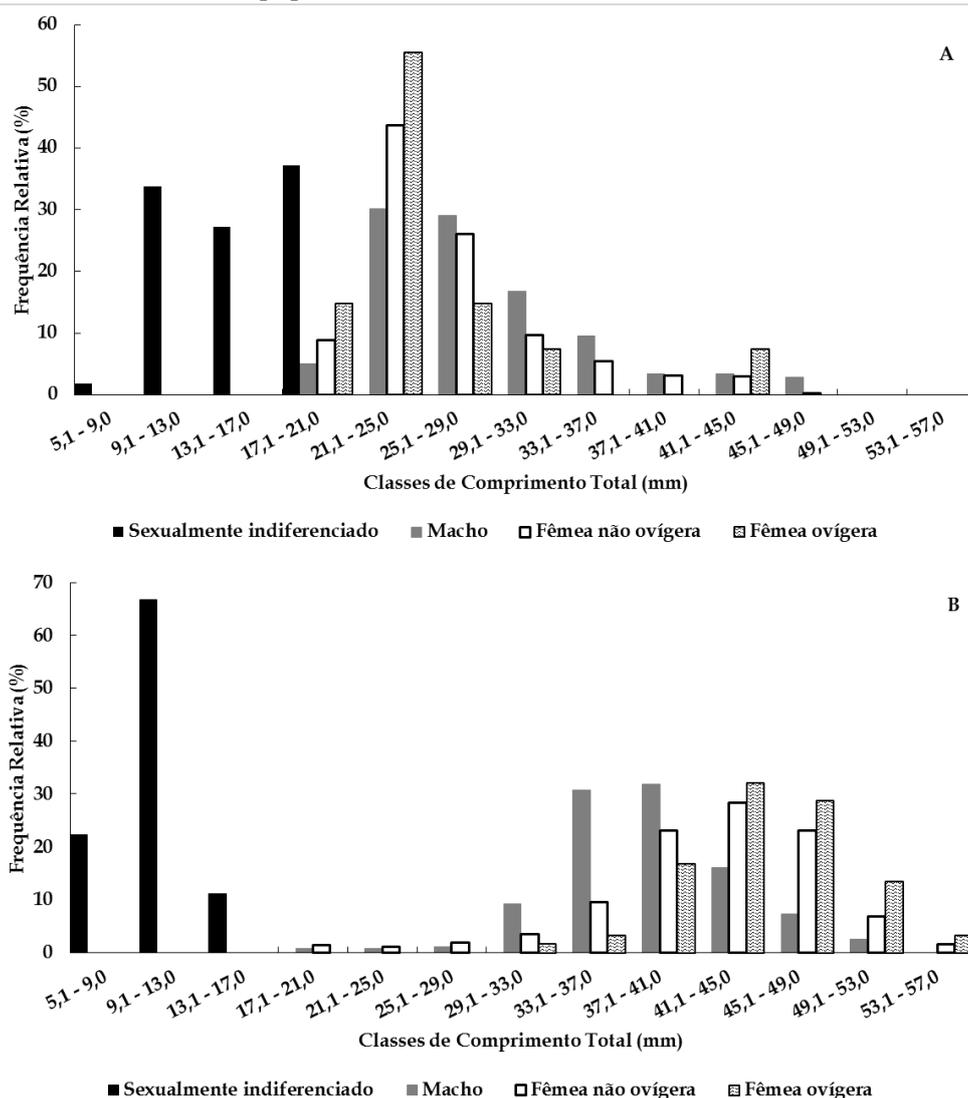


Figura 2. Distribuição da frequência relativa de comprimento total de *M. amazonicum* nos lagos do Macurany (A) e do Catispera (B).

Fêmeas ovígeras, num total de 84, foram capturadas durante o período de estudo, sendo 25 no lago do Macurany e 59 no lago do Catispera, as quais ocorreram apenas nas amostragens de dezembro, janeiro, fevereiro e abril, registrando-se pico reprodutivo em dezembro, que coincidiu com o início do período das cheias do rio Amazonas (Figura 3). Apesar disso, não foi constatada correlação positiva entre a frequência mensal dessas fêmeas e o volume de água do rio, bem como entre a ocorrência destas e a temperatura ($p > 0,05$). A proporção mensal de fêmeas não ovígeras foi superior à de ovígeras ao longo dos meses de amostragem, exceto em

dezembro ($p = 0,8551$). Indivíduos sexualmente indiferenciados foram verificados durante todo o estudo, sendo a maior frequência registrada em setembro (97,8%), quando se inicia o período de vazante, e a segunda maior frequência, em março (67,1%) (Figura 3). A temperatura mensal da água não apresentou correlação significativa com a frequência mensal desses espécimes ($p > 0,05$). Nem mesmo a grande flutuação registrada para o ciclo hidrológico do rio Amazonas estabeleceu correlação negativa significativa ($p > 0,05$) com a frequência desses novos indivíduos da população de *M. amazonicum*

Tabela 2. Proporção sexual (Machos: Fêmeas) e teste de Qui-quadrado nas classes de comprimento total (CT) de espécimes de *M. amazonicum* capturados nos dois ambientes de estudo. ($p < 0,05$ representa desvio significativo)

Classe de CT (mm)	Proporção Sexual (X^2)			
	lago do Catispera		Lago do Macurany	
17,1 - 21,0	1:2,5	$p = 0,3422$	1:4,8	$p = 0,0000$
21,1 - 25,0	1:2,0	$p = 0,3323$	1:3,9	$p = 0,0000$
25,1 - 29,0	1:2,3	$p = 0,3610$	1:2,3	$p = 0,0000$
29,1 - 33,0	1:0,6	$p = 0,1093$	1:1,5	$p = 0,1060$
33,1 - 37,0	1:0,5	$p = 0,0000$	1:1,4	$p = 0,3487$
37,1 - 41,0	1:1,1	$p = 0,4622$	1:2,3	$p = 0,1175$
41,1 - 45,0	1:2,9	$p = 0,0000$	1:2,5	$p = 0,0809$
45,1 - 49,0	1:5,3	$p = 0,0000$	1:0,2	$p = 0,7512$
49,1 - 53,0	1:4,9	$p = 0,0000$	-	-
Total	1:1,6	$p = 0,0000$	1:2,6	$p = 0,0000$

Tabela 3. Proporção sexual mensal de *M. amazonicum* e teste de Qui-quadrado. ($p < 0,05$ representa desvio significativo) obtidos no período de setembro de 2009 a abril de 2010.

Mês do Ano	Proporção Sexual	X^2	Mês do Ano	Proporção Sexual	X^2
setembro	1:1,5	$p = 0,3468$	janeiro	1:3,5	$p = 0,0000$
outubro	1:1,7	$p = 0,0393$	fevereiro	1:4,2	$p = 0,0000$
novembro	1:1,4	$p = 0,2070$	março	1:5,0	$p = 0,0022$
dezembro	1:1,3	$p = 0,4098$	abril	1:2,1	$p = 0,0134$

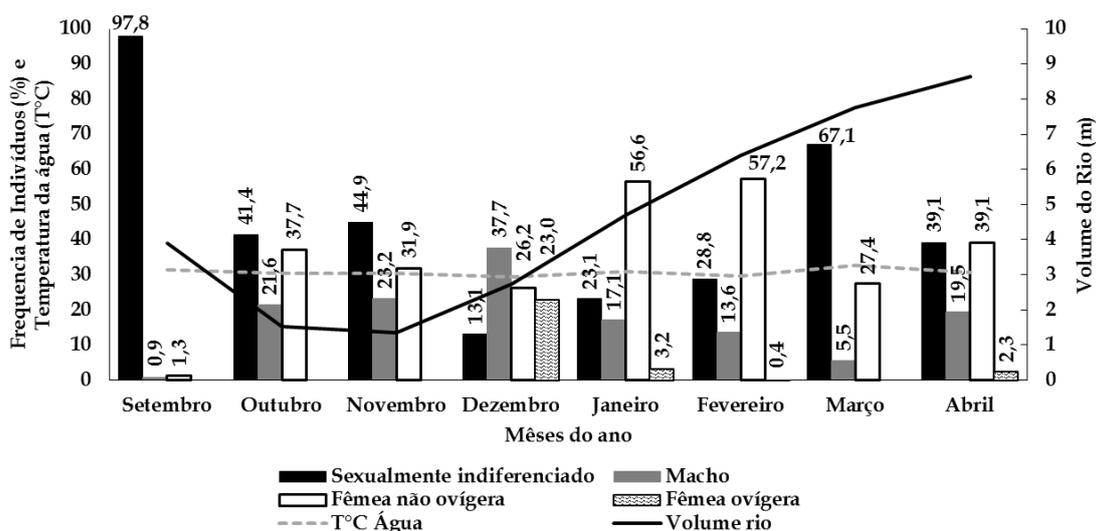


Figura 3. Variação mensal da população de *M. amazonicum* em função do ciclo hidrológico e da temperatura da água.

As fêmeas do lago do Macurany apresentaram CT médio de $26,0 \pm 7,5$ mm, sendo significativamente menores que as do lago do Catispera ($42,2 \pm 7,7$ mm de CT). Neste lago, a maior e a menor fêmea apresentaram 56,2 e 30,4 mm de CT, enquanto aquelas do lago do Macurany apresentaram 46,1 e 18,3 mm de CT, respectivamente. Os tamanhos estimados para primeira maturidade sexual foram de 3,4 mm de CC e 11,3 mm de CC, para fêmeas dos lagos do Macurany e do Catispera, respectivamente. O número de ovos carregados por fêmea variou de 12 a 325 ($111,6 \pm 96,6$) no lago do Macurany e de 105 a 1.107 ($466,5 \pm 152,0$) no lago do Catispera. A fecundidade média das fêmeas do lago do Catispera foi maior em relação à das fêmeas do lago do Macurany ($p=0,0000$). Não foi registrada relação significativa entre a fecundidade e o comprimento do cefalotórax das fêmeas ovígeras coletadas nos lagos do Macurany ($r^2= 0,05$, $F= 4,2$, $p = 0,06$) e do Catispera ($r^2= 0,13$, $F= 2,9$, $p = 0,09$).

DISCUSSÃO

Na Amazônia, todo lago sofre modificações em função do rio que o alimenta, e este, biologicamente, varia em função das várzeas, praias e igapós (SANTOS e RIBEIRO, 1988). Quando os rios sobem, os lagos da Amazônia recebem água, a qual é estocada e devolvida em parte para o rio quando o nível volta a baixar. Consequentemente, influenciam também os parâmetros hidroquímicos dos rios a que estão ligados (JUNK e FURCH, 1985). Assim, organismos aquáticos encontram-se em um meio no qual naturalmente estão diluídos diversos compostos químicos orgânicos e inorgânicos, os quais apresentam características que vão de nutritivas a poluentes. Dessa forma, esses processos certamente afetam as populações de *M. amazonicum*.

O lago do Catispera localiza-se em áreas próximas ao complexo de lagos do Macuricanã, pertencente à Área de Preservação Ambiental Nhamundá, recebendo maior aporte nutritivo em relação ao lago do Macurany, o que pode promover melhores condições de crescimento nesse ambiente, as quais se refletem no maior tamanho alcançado pelos camarões do lago do Catispera em relação aos capturados no lago do Macurany. ANGER e HAYD (2010) mencionam

existir diferenças entre animais de uma mesma população, seja por variabilidade genética ou por plasticidade fenotípica, induzidas por modificações ambientais.

Segundo HAYD e ANGER (2013), os animais das populações de *M. amazonicum* de águas costeiras apresentam tamanhos superiores aos das populações de ambientes continentais. Entretanto, mesmo entre aqueles de águas interiores pode haver diferenças, conforme reportado por ODINETZ-COLLART (1988) e ODINETZ-COLLART e MOREIRA (1993) para espécimes de *M. amazonicum* capturados, respectivamente, no baixo rio Tocantins e lago de Tucuruí, e no rio Amazonas e lago do Rei (ilha do Careiro/AM), ambos pertencentes à mesma região hidrográfica. O mesmo foi observado por HAYD e ANGER (2013) para populações de *M. amazonicum* de ambientes límnicos do Pantanal e por BERTINI e BAEZA (2014) para populações de *M. acanthurus* ao longo do rio Ribeira de Iguape/SP.

Crescimento diferenciado entre machos e fêmeas pode caracterizar a estratégia reprodutiva desenvolvida por ambos os sexos. A ocorrência de fêmeas com tamanhos reduzidos no lago do Macurany deve-se possivelmente a uma maior canalização de energia por parte delas para a produção de oócitos, no período de incubação dos ovos (ALUNNO-BRUSCIA e SAINTE-MARIE, 1998). Contrariamente, pode-se inferir que no lago do Catispera houve menor canalização de recursos energéticos para a reprodução, uma vez que as fêmeas apresentaram comprimentos totais superiores aos dos machos, e prova disso é a ocorrência de maturidade sexual mais tardia, isto é, a partir de 30,4 mm de comprimento total.

Proporções sexuais diferentes de 1:1, como registrado para *M. amazonicum* nos lagos de várzea estudados, podem refletir diferentes condições ambientais e de predação, as quais atuam de forma distinta na mortalidade de indivíduos de cada sexo (SOUZA e FONTOURA, 1996). Desvios dos valores observados no presente estudo podem ser reflexo de condições ambientais e bióticas (ecdises, predação, migração etc.) nos lagos do Macurany e do Catispera, com favorecimento de fêmeas. COELHO e SANTOS (1993) sugerem que o número de exemplares capturados e a proporção macho:fêmea em uma determinada área de ocorrência estão

relacionados às fases do processo reprodutivo; fêmeas se agregam em determinadas áreas de reprodução, estando, conseqüentemente, mais sujeitas a capturas quando a pesca é realizada. MONTOYA (2003) registrou proporção macho:fêmea de 1:2 em capturas no leito dos rios, sendo, portanto, menor que a observada no presente estudo, em que o valor foi 1:5 durante o período de enchente, correspondendo ao início do período reprodutivo. ODINETZ-COLLART (1988), SAMPAIO *et al.* (2007), FREIRE *et al.* (2012), HAYD e ANGER (2013) e LIMA *et al.* (2014) também relatam, em seus estudos, uma proporção sexual desviada para fêmeas de *M. amazonicum*. No entanto, MORAES-VALENTI *et al.* (2010) e PRETO *et al.* (2010) observaram o inverso para *M. amazonicum* em mesocosmos e viveiros de cultivo.

De acordo com VALENTI *et al.* (1986) e SAMPAIO *et al.* (2007), os camarões do gênero *Macrobrachium* têm reprodução contínua ou periódica, e uma estação reprodutiva longa também pode ser comum, com desova mais intensa em determinados meses. Segundo LIMA *et al.* (2006), um padrão contínuo de reprodução pode ser observado em regiões onde as temperaturas permanecem relativamente constantes ao longo do ano. Nesses ambientes, as larvas e juvenis destes camarões são considerados itens alimentares de grande importância para espécies de nível trófico mais alto na cadeia alimentar (BARROS-ALVES *et al.*, 2012). FREIRE *et al.* (2012) reportaram, para uma região estuarina do nordeste do Pará, maior abundância de fêmeas ovígeras no período chuvoso (janeiro e fevereiro), um pico de desova em abril e predominância de fêmeas em repouso durante outubro e novembro, indicando o fim de um período reprodutivo mais intenso. BENTES *et al.* (2011) relatam que, embora tenham registrado maior proporção de fêmeas no período chuvoso (março), grande quantidade também ocorreu no período de seca (setembro). Estes dados corroboram o do presente estudo, uma vez que a maior quantidade de fêmeas ovígeras da população foi observada a partir de dezembro, e uma grande quantidade de indivíduos sexualmente indiferenciados, em setembro, o que justificaria uma desova no início da vazante e outra na enchente, conforme constatado por ODINETZ-COLLART (1993), LUCENA-FRÉDOU *et al.* (2010) e LIMA *et al.* (2014).

Nas regiões amazônicas, a época reprodutiva dos crustáceos decápodes de água doce está intimamente associada ao regime das chuvas, às variações térmicas e ao fotoperíodo. Na Amazônia central são reportados picos de reprodução em três épocas: cheia, vazante e seca. Desta forma, acredita-se que, durante a vazante, os animais adultos recebem estímulo para que ocorra o amadurecimento das gônadas e se reproduzam. Neste caso, o estímulo pode ser o aumento da velocidade da água aliado à maior produção de fitoplâncton, utilizado como alimento pelas larvas, demonstrando uma íntima adaptação desses camarões ao ambiente lacustre (ODINETZ-COLLART, 1991b; 1993).

A intensidade luminosa no período, aliada à plasticidade trófica e à capacidade de tolerar baixas concentrações de oxigênio dissolvido e elevações de temperatura (ODINETZ-COLLART, 1991b, 1993), pode justificar a menor quantidade de fêmeas ovígeras encontradas no período de seca na região dos lagos do Catispera e do Macurany, pois é provável que estas já tivessem desovado, aproveitando um maior teor de sais nos lagos para o desenvolvimento larval. De acordo com QUEIROZ (2006), em rios de água branca, o Ca^{+2} e o Na^{+} são os íons mais abundantes, representando 63,9% da carga total de cátions.

ARAÚJO e VALENTI (2010) mencionam que larvas de *M. amazonicum* são capazes de hiposmorregular, o que representa uma vantagem para esta espécie, pois, mesmo que a desova ocorra em água doce, as larvas sobrevivem até atingir águas salobras, levadas pelas correntezas dos rios que habitam. Em seus estudos, ARAÚJO e VALENTI (2010) também observaram sobrevivência em salinidade 1,0 e que zoeas IX metamorfosearam em salinidades de 0,5, indicando maior grau de adaptação à água doce em relação a outras espécies de *Macrobrachium*, o que poderia explicar a maior frequência de fêmeas ovígeras em dezembro, período em que se iniciam as cheias, que, conseqüentemente, podem provocar redução da salinidade nos lagos de várzea.

O recrutamento parece ter início na vazante, quando se encontrou grande quantidade de indivíduos sexualmente indiferenciados próximo ao pico de seca (outubro-novembro). Neste período, o volume d'água dos lagos começou a

diminuir e estes ficaram mais rasos, reduzindo a lâmina d'água e aumentando a temperatura. Entretanto, no presente estudo não foram observadas correlações significativas entre os parâmetros testados (temperatura e volume do rio). Deste modo, é possível inferir que algum outro parâmetro ambiental, como, por exemplo, a intensidade de radiação solar na região amazônica, possa nortear a chegada de novos indivíduos na população. De acordo com HOREL *et al.* (1989), medidas efetuadas em Manaus/AM indicam que os maiores totais de radiação solar que chegam à superfície ocorrem nos meses de setembro e outubro, e os menores, nos meses de dezembro a fevereiro, sendo a distribuição controlada pela nebulosidade advinda da migração SE/NW da convecção amazônica. Estes fatores poderiam explicar a maior concentração de indivíduos sexualmente indiferenciados no mês de setembro e sua redução entre os meses de dezembro e fevereiro.

Outro fator que poderia explicar este decréscimo de indivíduos sexualmente indiferenciados entre os meses de enchente seria um aumento da dispersão desses animais. Durante as cheias, as áreas de campos e florestas passam a integrar o ecossistema do lago. Nessa época, os animais deslocam-se dos rios para o interior do lago, aproveitando os ambientes da floresta inundada e dos capins flutuantes, que servem de fonte de alimento e abrigo. COUTO (2005) menciona que essa fase é responsável pelo crescimento e desenvolvimento dos animais aquáticos, acumulando nutrientes para sobreviver à seca e se reproduzir no início da enchente, e também que outras mudanças observadas nos lagos de várzea, ocasionadas pelas enchentes, são o acúmulo de sedimentos e o apodrecimento de plantas terrestres, processos estes que enriquecem a água com os nutrientes necessários para o crescimento das plantas aquáticas e das algas. BENTES *et al.* (2011) comentam que material orgânico produzido pela floresta se deposita nas águas, oferecendo grande diversidade de *habitats* e constituindo importante fonte de alimentos para inúmeras espécies aquáticas.

SAMPAIO *et al.* (2007) reportaram que a maturidade sexual de fêmeas de *M. amazonicum* do rio Jaguaribe/CE ocorre com comprimento total variando entre 45,0 e 55,0 mm, que se

assemelha ao valor médio apresentado pelas fêmeas ovígeras do lago do Catispera. Para esta mesma espécie, FREIRE *et al.* (2012) reportaram a primeira maturidade sexual aos 59,4 mm de comprimento total para camarões capturados no Pará. Estes dados são próximos daqueles obtidos no presente estudo, estando as menores fêmeas ovígeras com 30,4 mm de CT no lago do Catispera e com 18,3 mm no lago do Macurany.

A precocidade das fêmeas do lago do Macurany pode estar relacionada ao fato de este ambiente límnic apresentar características de poluição, conforme reportado por SOUZA *et al.* (2013). MARTINS *et al.* (2006), estudando *M. olfersi*, relatam que o detergente influencia o funcionamento de órgãos como o hepatopâncreas e os ovários e que também afeta o desenvolvimento embrionário, evidenciando a ação de fatores exógenos na reprodução destes animais. A diminuição da performance reprodutiva, devido à exposição prolongada aos herbicidas gama-hexaclorocicloexano (lindano) e 3,4-Dicloroanilina, é relatada por BLOCKWELL *et al.* (1998) para o anfípode *Gammarus pulex*.

A fecundidade registrada no presente estudo é menor que a reportada para *M. amazonicum* por COELHO *et al.* (1982), com 6.000 ovos, por SCAICO *et al.* (1992), com 595 ovos, por DA SILVA *et al.* (2004), com 1.112 ovos, e por LIMA *et al.* (2014), com valores variando entre 1.099 e 7.417 ovos. Em comparação com os dados referidos por MEIRELES *et al.* (2013), que observaram fecundidade média de 270 ovos para camarões capturados no Mato Grosso do Sul, no presente estudo, as fêmeas do lago do Catispera apresentaram maiores quantidades de ovos, ao passo que para as fêmeas coletadas no lago do Macurany a fecundidade foi menor. De acordo com LOBÃO *et al.* (1986) e SCAICO *et al.* (1992), *M. amazonicum* apresenta desovas mensais, o que compensa a baixa fecundidade e fertilidade em relação às espécies de interesse econômico.

Segundo LOBÃO *et al.* (1986), GRAZIANI *et al.* (1993), ODINETZ-COLLART e MAGALHÃES (1994) e MARTINS *et al.* (2006), as variações observadas na fecundidade de *Macrobrachium* podem ser atribuídas a diferentes condições fisiológicas, idade da fêmea, estação do ano, formas de captura e oferta alimentar, sejam em águas ricas ou pobres em nutrientes. Esta

plasticidade é provavelmente ocasionada pela rápida adaptação destes animais aos ambientes de água doce (MEJÍA-ORTÍZ *et al.*, 2001).

De acordo com DA SILVA *et al.* (2004), existe uma direta correlação entre a fecundidade e o tamanho da fêmea de camarões do gênero *Macrobrachium*. Esta relação foi evidenciada por diversos autores para *M. amazonicum* (LOBÃO *et al.*, 1986; ODINETZ-COLLART, 1991b; ODINETZ-COLLART e MAGALHÃES, 1994; DA SILVA *et al.*, 2004; LUCENA-FRÉDOU *et al.*, 2010; LIMA *et al.*, 2014). Entretanto, no presente estudo, tal relação não foi observada, o que pode ser atribuído à reduzida quantidade de fêmeas ovígeras analisadas.

CONCLUSÕES

Os camarões capturados no lago do Macurany são significativamente menores que os do lago do Catispera, o que pode estar relacionado com o melhor estado de conservação deste último, por fazer parte de uma área de proteção ambiental. Em ambos os lagos, a proporção sexual apresentou desvios a favor das fêmeas, com pico reprodutivo em dezembro. Indivíduos sexualmente indiferenciados ocorreram ao longo de todo o período de estudo, com maior frequência em setembro. Desta forma, pode-se concluir que a desova ocorre nos períodos de enchente e cheia do rio Amazonas, facilitando a dispersão das larvas. No lago do Macurany, o tamanho estimado para a primeira maturidade sexual de *M. amazonicum* foi de 3,4 mm de CC e no lago do Catispera, de 11,3 mm de CC, com fecundidade média de $111,6 \pm 96,6$ e $466,5 \pm 152,0$ ovos, respectivamente.

AGRADECIMENTOS

Aos acadêmicos do Curso de Zootecnia da Universidade Federal do Amazonas que participaram das coletas mensais e triagem do material e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas/Fapeam, pelo financiamento.

REFERÊNCIAS

ALUNNO-BRUSCIA, M.B. e SAINTE-MARIE, B. 1998 Abdomen allometry, ovary development and growth of female snow crab, *Chionoecetes*

opilio (Brachyura, Majidae), in the northwestern Gulf of St. Lawrence. *Canadian Journal Fishery and Aquatic Science*, 55: 459 - 477.

ANGUER, K. e HAYD, L. 2010 Feeding and growth in early larval shrimp *Macrobrachium amazonicum* from the Pantanal, Southwestern Brazil. *Aquatic Biology*, 9: 251-261.

ARAÚJO, M.C. e VALENTI, W.C. 2010 Efeito de baixas salinidades sobre larvas de *Macrobrachium amazonicum* (Crustacea, Palaemonidae) submetidos à inanição. *Magistra*, 22: 191-197.

BARROS-ALVES, S.P.; ALMEIDA, A.C.; FRANSOZO, V.; ALVES, D.F.R.; SILVA, J.C.; COBO, V.J. 2012 Population biology of shrimp *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1778) (Decapoda, Palaemonidae) at the Grande River at northwest of the state of Minas Gerais, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 24: 266-275.

BEGON, M.; MORTIMER, M.; THOMPSON, D.J. 1996 *Population ecology. A unified study of animals and plants*. 3ª ed. London: Blackwell Science. 256p.

BENTES, B.S.; MARTINELLI, J.M.; SOUZA, L.S.; CAVALCANTE, D.V.; ALMEIDA, M.C.; ISAAC, V.J. 2011 Spatial distribution of the amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda, Caridae, Palaemonidae) in two perennial creeks of an estuary on the northern coast of Brazil (Guajará Bay, Belém, Pará). *Brazilian Journal of Biology*, 71: 925-935.

BERTINI, G. e BAEZA, J.A. 2014 Fecundity and fertility in a freshwater population of the neotropical amphidromous shrimp *Macrobrachium acanthurus* from the southeastern Atlantic. *Invertebrate reproduction & development*, 58: 207-217.

BIALETZKI, A.; NAKATANI, K.; BAUMGARTNER, G.; BOND-BUCKUP, G. 1997 Occurrence of *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Decapoda, Palaemonidae) in Leopoldo's inlet (Ressaco do Leopoldo), upper Paraná River, Porto Rico, Paraná, Brasil. *Revista brasileira de Zoologia*, 14: 379-390.

BLOCKWELL, S.J.; TAYLOR, E.J.; JONES, I.; PASCOE, D. 1998 The influence of fresh water pollutants and interaction with *Asellus aquaticus* (L.) on the feeding activity of *Gammarus pulex*

- (L.) *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 34: 41-47.
- COELHO, P.A.; RAMOS-PORTO, M.; BARRETO, A.V.; COSTA, V.E. 1982 Crescimento em viveiro de cultivo do camarão canela *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda, Palaemonidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 1: 45-49.
- COELHO, P.A. e SANTOS, M.C.F. 1993 Época da reprodução do camarão rosa, *Penaeus subtilis*, Pérez-Farfante, 1967 (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) na região de Tamandaré, PE. *Boletim Técnico-Científico do CEPENE*, 1: 57-72.
- COUTO, R. 2005 *Plano Municipal de Desenvolvimento Rural Sustentável: Parintins/AM, 2005-2012*. Manaus: ProVárzea/Ibama. 174p.
- DA SILVA, R.R.; SAMPAIO, C.M.S.; SANTOS, J.A. 2004 Fecundity and fertility of *Macrobrachium amazonicum* (Crustacea, Palaemonidae). *Brazilian Journal of Biology*, 64: 489-500.
- FREIRE, J.L.; MARQUES, C.B.; SILVA, B.B. 2012 Estrutura populacional e biologia reprodutiva do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda:Palaemonidae) em um estuário da região nordeste do Pará, Brasil. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, 16: 65-76.
- GRAZIANI, C.A.; CHUNG, K.S.; DONATO, M. 1993 Comportamiento reproductivo y fertilidad de *Macrobrachium carcinus* (Decapoda:Palaemonidae) en Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 41: 657-665.
- HAYD, L. e ANGER, K. 2013 Reproductive and morphometric traits of *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda:Palaemonidae) from the Pantanal, Brazil, suggests initial speciation. *Revista de Biología Tropical*, 61: 39-57.
- HARTNOLL, R.G. e BRYANT, A.D. 1990 Size-frequency distributions in Decapod Crustacea. The quick, the dead, and the cast-offs. *Journal of Crustacean Biology*, 10: 14 - 19.
- HOREL, J. D.; HAHMANN, A. N.; GEISLER, J. E. 1989 An investigation of the annual cycle of convective activity over the tropical Americas. *Journal of Climate*, 2: 1388 - 1403.
- JUNK, W.J. e FURCH, K. 1985 Química da água e macrófitas aquáticas de rios e igarapés na bacia Amazônica e nas áreas adjacentes. *Acta Amazonica*, 10: 611-633.
- LIMA, G.V.; SILVEIRA, C.M.; OSHIRO, L.M.Y. 2006 Estrutura populacional dos camarões simpátricos *Potimirim glabra* e *Potimirim potimirim* (Crustacea, Decapoda, Atyidae) no rio Sahy, Rio de Janeiro, Brasil. *Iheringia: Série Zoologia*, 96: 81-87.
- LIMA, J.F.; SILVA, L.M.A.; SILVA, T.C.; GARCIA, J.L.; PEREIRA, I.S.; AMARAL, K.D.S. 2014 Reproductive aspects of *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda:Palaemonidae) in the State of Amapá, Amazon River mouth. *Acta Amazonica*, 44: 245 - 254.
- LOBÃO, V.L.; ROJAS, N.E.; VALENTI, W.C. 1986 Fecundidade e fertilidade de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda) em laboratório. *Boletim do Instituto de Pesca*, 13: 15-20.
- LUCENA-FRÉDOU, F.; ROSA FILHO, J.S.; SILVA, M.C.N.; AZEVEDO, E.F. 2010 Population dynamics of the river prawn, *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Palaemonidae) on Combu Island (Amazon estuary). *Crustaceana*, 83: 277-290.
- MACIEL, C.R. e VALENTI, W.C. 2009 Biology, fisheries and aquaculture of the Amazon River Prawn *Macrobrachium amazonicum*: a review. *Nauplius*, 17: 61-79.
- MARTINS, L.C.; ROSA, R.D.; RIVERO, L.D.; NAZARI, E.M.; MÜLLER, Y.M.R. 2006 Ação de detergente doméstico na biologia reprodutiva do camarão de água doce *Macrobrachium olfersii*. *Journal of the Brazilian Society of Ecotoxicology*, 1: 79-82.
- MEIRELES, A.L.; VALENTI, V.C.; MANTELATTO, F.L. 2013 Reproductive variability of the Amazon River prawn, *Macrobrachium amazonicum* (Caridade, Palaemonidae): influence of life cycle on egg production. *Latin American Journal of Aquaculture Research*, 41: 718-731.
- MEJÍA-ORTÍZ, L.M.; ALVAREZ, F.; ROMÁN, R.; VICCON-PALE, J.A. 2001 Fecundity and distribution of freshwater prawns of the genus *Macrobrachium* in the Huitzilapan River, Veracruz, México. *Crustaceana*, 74: 69-77.

- MONTOYA, J.V. 2003 Freshwater shrimps of the genus *Macrobrachium* associated with roots of *Eichhornia crassipes* (Water Hyacinth) in the Orinoco Delta (Venezuela). *Caribbean Journal of Science*, 39: 155-159.
- MORAES-RIODADES, P.M.C. e VALENTI, W.C. 2001 Freshwater prawn farming in Brazilian Amazonia shows potential for economic and social development. *Global Aquaculture Advocate*, 4: 73-74.
- MORAES-VALENTI, P.; MORAIS, P.A.; PRETO, B.L.; VALENTI, W.C. 2010 Effect of density on population development in the Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum*. *Aquatic Biology*, 9: 291-301.
- ODINETZ-COLLART, O. 1987 La pêche crevettière de *Macrobrachium amazonicum* (Palaemonidae) dans le Bas-Tocantins, après la fermeture du barrage de Tucuruí (Brésil). *Revue d'Hydrobiologie Tropicale*, 20: 134-144.
- ODINETZ-COLLART, O. 1988 Aspectos ecológicos do camarão *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) no baixo Tocantins (PA-Brasil). *Memorias de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle*, 48: 341-353.
- ODINETZ-COLLART, O. 1993 Ecologia e potencial pesqueiro do camarão canela *Macrobrachium amazonicum*, na bacia amazônica. In: FERREIRA, E.J.G.; SANTOS, G.M.; LEÃO, E.L.M.; OLIVEIRA, L.A. (Eds.) *Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia: fatos e perspectivas*. Manaus: INPA, v. 2, p. 254-289.
- ODINETZ-COLLART, O. 1991a Tucuruí dam and the populations of the prawn *Macrobrachium amazonicum* in the lower Tocantins (PA/Brasil): a four year study. *Archiv fuer Hydrobiologie*, 122: 213-227.
- ODINETZ-COLLART, O. 1991b Stratégie de reproduction de *Macrobrachium amazonicum* en Amazonie Centrale. *Crustaceana*, 61: 253-270.
- ODINETZ-COLLART, O. e MAGALHÃES, C. 1994 Ecological constraints and life history strategies of palaemonid prawns in Amazonia. *Verhandlungen der Internationale Vereinigung Limnologie*, 25: 2460-2467.
- ODINETZ-COLLART, O. e MOREIRA, L.C. 1993 Potencial pesqueiro do camarão *M. amazonicum* na Amazônia Central (Ilha do Careiro). *Amazoniana*, 12: 399-413.
- PRETO, B.L.; KIMPARA, J.M.; MORAES-VALENTI, P.; VALENTI, W.C. 2010 Population structure of pond-raised *Macrobrachium amazonicum* with different stocking and harvesting strategies. *Aquaculture*, 307: 206-211.
- QUEIROZ, M.M.A. 2006. *Composição química e isótopos de estrôncio das águas ao longo do rio Solimões na região entre Manacapuru e Alvarães - Amazonas - Brasil*. Manaus. 88f. (Dissertação de mestrado. Instituto de Geociências da Universidade Federal do Amazonas). Disponível em: <<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp062880.pdf>> Acesso em: 10 jan. 2015.
- RICKLEFS, R. 1996 *A Economia da Natureza*. 3ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 470p.
- SAMPAIO, C.M.S.; SILVA, R.R.; SANTOS, J.A.; SALES, S.P. 2007. Reproductive cycle of *Macrobrachium amazonicum* females (Crustacea, Palaemonidae). *Brazilian Journal of Biology*, 67: 551-559.
- SANTOS, U.M. e RIBEIRO, M.N.G. 1988 A hidroquímica do rio Solimões/Amazonas. *Acta Amazônica*, 18: 145 - 172.
- SCAICO, M.A. 1992 Fecundidade e fertilidade de *Macrobrachium amazonicum* (Crustacea, Decapoda) de um açude do nordeste brasileiro. *Boletim do Instituto de Pesca*, 19: 89-96.
- SOUZA, C.G.; BARBOSA, T.R.; ANDRADE, F.A.V. 2013 Habitação, condições de moradia e modos de morar em áreas inundáveis na cidade de Parintins/AM/Brasil. *Contribuciones a las Ciencias Sociales*, Disponível em: <<http://www.eumed.net/rev/ccss/25/habitazoes.html>>. Acesso em: 25 abr. 2014.
- SOUZA, G.D. e FONTOURA, N.F. 1996 Reprodução, longevidade e razão sexual de *Macrobrachium potiuna* (Müller,1880) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) no Arroio Sapucaia, Município de Gravataí, Rio Grande do Sul. *Nauplius*, 4: 49 - 60.
- VALENTI, W.C.; HAYD, L.A.; VETORELLI, M.P.; MARTINS, M.I.E.G. 2011. Economic analysis of Amazon river prawn farming to the markets for

-
- live bait and juveniles in Pantanal, Brazil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 37: 165 - 176.
- VALENTI, W.C.; MELLO, J.T.C.; LOBÃO, V.L. 1986
Dinâmica da reprodução de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) e *Macrobrachium carcinus* (Linnaeus, 1758) do Rio Ribeira de Iguape (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *Ciência e Cultura*, 38: 1256 - 1262.