

ESTRATÉGIAS REPRODUTIVAS DE *SIMOCEPHALUS SERRULATUS* KOCH, 1841 (CRUSTACEA: ANOMOPODA: DAPHNIIDAE) EM UM LAGO DE ÁGUA PRETA NA AMAZÔNIA CENTRAL.

Camila de Araújo COUTO¹; Edinaldo Nelson dos SANTOS-SILVA²; André Ricardo GHIDINI³
¹Bolsista PIBIC/FAPEAM/INPA; ²Orientador CPBA /INPA; ³Colaborador Doutorando/INPA

1. Introdução

Diversos organismos aquáticos sobrevivem ao estresse ambiental em estado de diapausa que consiste na suspensão de vida temporariamente (Crowe, 1971). Dentre estes organismos, temos os cladóceros, pequenos microcrustáceos popularmente conhecidos como pulgas d'água (*water fleas*), tendo seu "estado de dormência" mais conhecido como processo de "diapausa" (Hutchinson, 1967). Os cladóceros geralmente reproduzem-se assexuadamente, pelo processo de partenogênese, onde fêmeas adultas produzem ovos diplóides, que dão origem a novas fêmeas, geneticamente iguais. Em face à condições desfavoráveis em seu hábitat, as fêmeas passam a se reproduzir sexuadamente (Wetzel, 1975). As fêmeas produzem machos que copulam com fêmeas que produziram ovos haplóides, sendo que os óvulos fecundados se desenvolvem mais resistentes. Estes ovos são diplóides e geralmente envolvidos por uma membrana, que forma uma espécie de cápsula protetora chamada efípio. Quando por fim eclodem, geram novas fêmeas partenogenéticas idênticas às mães e não possuem fase larval (Lampert e Sommer, 1997).

Em pesquisas preliminares Couto (2009), identificou *Simocephalus serrulatus* como uma das espécies mais comuns que vivem associada à macrófita aquática submersa livre *Utricularia foliosa* (Lentibulariaceae L.) encontrada em maior abundância no lago Tupé, no baixo rio Negro na Amazônia Central (Reiss, 1977). Esta macrófita lhes proporciona alimento (algas epifíticas e bactérias associadas) e também um meio físico onde podem depositar seus ovos (Orlova-Bienkowskaja, 2001). No entanto as utriculárias têm a sua presença regulada pelo ciclo hidrológico regional. Aparecem no lago no início da enchente e desaparecem no início da vazante (Reiss, 1977). Os *Simocephalus* não foram até agora encontrados no período em que as utriculárias não estão no lago, entretanto são novamente encontrados sempre que as macrófitas recolonizam o lago. Não se têm trabalhos relacionados à perda desse hábitat e sua influência na estratégia de reprodução destes organismos. Através disso ainda, os padrões de reprodução sexual no gênero *Simocephalus*, que também não têm sido amplamente analisados, pois grande parte da investigação sobre reprodução sexuada de cladóceros tem-se centrado sobre o gênero *Daphnia* (Stross e Hill, 1965).

Propusemos então descrever as estratégias reprodutivas de *S. serrulatus*, associada à *U. foliosa* no lago Tupé, considerando o desaparecimento e aparecimento da planta, face ao pulso de inundação do rio Negro e identificar onde os ovos de resistência são depositados, caso sejam produzidos.

2. Material e Métodos

Área de estudo- O estudo foi realizado no lago Tupé (3°2'36"S e 60°15'18"W), pertencente a uma Reserva de Desenvolvimento Sustentável, distante 25 km a oeste de Manaus. Foram feitos experimentos *in situ* no igarapé das Pedras (03° 01'41.3" S e 60° 16'36.5" W) que é de menor porte e deságua no lago.

Experimento 1: Simulação da perda do hábitat na vazante - verificar se ocorrem fêmeas com ovos de resistência e machos. Constituiu-se em uma simulação da época em que as utriculárias vão desaparecendo do lago, correspondendo ao final da cheia e início da vazante. Teve início em 05 de agosto no período de cheia e se estendeu até 18 de setembro de 2009, no início da vazante no lago. As simulações foram feitas em "enclosures" (Arcifa e Guagnoni, 2003) que consistiu de um saco plástico resistente de 60 litros, preso entre dois aros de alumínio, com ganchos externos, para o encaixe dos flutuadores. Por intermédio de uma corda presa em uma árvore, todos os "enclosures" foram amarrados um ao lado do outro até o galho de outra árvore, o que os manteve estacionados. Foram implantados no igarapé três experimentos com cinco (5) enclosures, totalizando 15 (quinze) amostras. Em cada experimento foi posto um ramo de *U. Foliosa* sendo os ramos amarrados por uma corda que se estendia acima de todos eles, também de uma árvore a outra. Conforme o nível da água do lago foi baixando, os "enclosures" foram descendo e as utriculárias que estavam suspensas pelas cordas, foram lentamente ficando totalmente fora d'água. A água de cada "enclosure" foi filtrada através de uma rede de plâncton de 55 µm e transferido para frascos apropriados e fixado no próprio local com formalina a 6%.

Experimento 2: Simulação da volta do habitat para recolonização- analisar a recolonização desses organismos. Teve início de 21 de novembro no período de seca do lago se estendendo até 05 de janeiro no início da enchente. Foram utilizados "utriculárias" artificiais (Nogueira *et al*, 2003). Vinte (20) conjuntos de substratos artificiais foram colocados no igarapé das Pedras, suspensos por uma corda presa a estacas de madeira nas extremidades. A cada cinco dias, de forma aleatória, dois conjuntos de substratos eram retirados com auxílio de um rapichê com abertura de malha de 55 µm. Uma vez em laboratório, o material foi filtrado e concentrado com o auxílio de uma peneira de 55 µm de tamanho de malha. Em seguida, cada amostra foi acondicionada em frasco de polietileno de 100 ml e fixada com formalina a 6%, neutralizada (pH 7,0) com tetraborato de sódio.

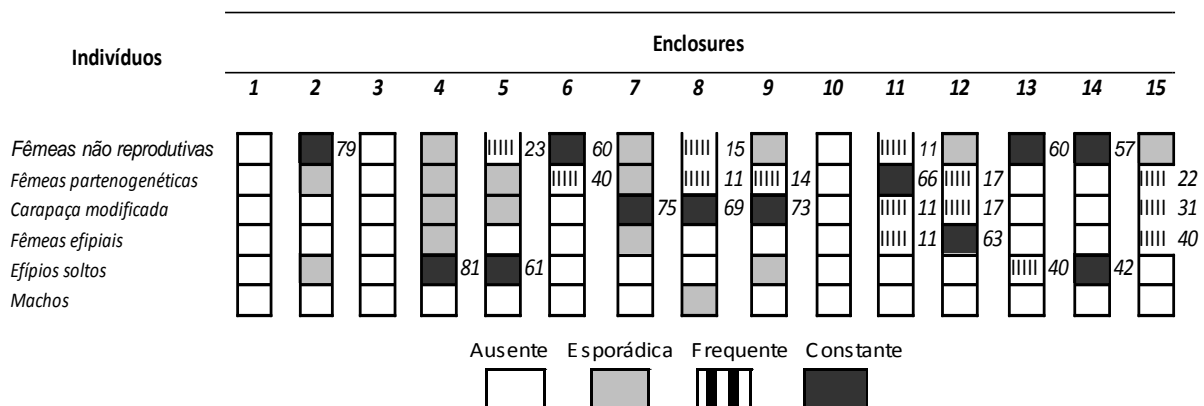
Análise das amostras - As amostras foram examinadas com o auxílio de um microscópio estereoscópico e óptico e com o auxílio de literatura especializada (Orlova-Bienkowskaja, 2001). Foram analisadas e contabilizadas todas as fêmeas carregando ou não ovos, assim como o tipo de ovo, efípios desprendidos das fêmeas e machos.

Análise Estatística - Para estimar a frequência da população quando a *U. foliosa* estava presente no ambiente foram calculadas a frequência de ocorrência para cada classe de indivíduos a partir do Índice de Constância modificada de Dajoz (1978). Para verificar se o número de fêmeas partenogenéticas com ovos é estatisticamente homogêneo com relação ao número de fêmeas efípias, não reprodutivas e em processo de modificação da carapaça considerando os 3 experimentos e se a proporção do número de ovos de resistência nos 3 experimentos também é igual, foi utilizada a distribuição de *qui-quadrado*. Diferenças significativas foram consideradas com 95% de confiabilidade ($p < 0,05$).

3. Resultados e Discussão

Experimento 1: Simulação da perda do hábitat na vazante - O Índice de Constância modificado de Dajoz (1978) calculado para cada classe de indivíduos em que foi dividida a população durante os experimentos, pode ser observado na tabela 1.

Tabela 1: Frequência das fêmeas em reprodução e machos de *S. serrulatus* nos enclosures, no período de 05 de agosto a 18 de setembro no lago.



Em estudos anteriores feito no mesmo lago, Couto (2009) realizou amostragens de bancos de *U. foliosa* na época de águas altas por esta ser uma época em que ocorre um maior desenvolvimento de macrófitas. Foi observado que, antecedente ao pico da cheia de 2008, houve um maior número de espécies realizando reprodução por partenogênese. Dessas espécies *S. serrulatus* era uma das mais constantes, com 75% de constância nas amostras, com fêmeas portando ovos partenogenéticos. Entretanto, nos "enclosures", conforme a retirada gradativa da planta, o número de fêmeas se reproduzindo assexuadamente por partenogênese foi menor do que as fêmeas em reprodução sexuada (Figura 1).

De forma que a abundância de fêmeas em reprodução por partenogênese no período em que as utriculárias estão no lago é maior. Porém, no período em que as utriculárias estão desaparecendo do lago, a abundância de fêmeas em reprodução sexuada passa a ser maior.

Fêmeas partenogenéticas com ovos e fêmeas não reprodutivas foram agrupadas como evidência de uma "reprodução assexuada por partenogênese". Fêmeas efípias, fêmeas em processo de modificação da carapaça e efípios soltos são evidências incontestáveis de que houve obrigatoriamente "reprodução sexuada".

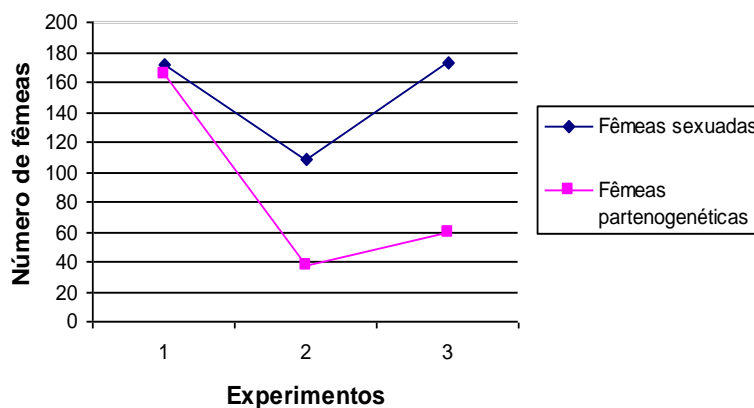


Figura 1. Tipos de reprodução observados em *S. serrulatus* conforme o desaparecimento de *U. foliosa*.

Uma vez que estas últimas superaram as fêmeas partenogenéticas considerando os três experimentos (Figura 1), podemos ter um indicativo que o tipo de reprodução que as fêmeas passam a adotar para sobreviver à perda de seu hábitat é sexuada. O estímulo que ativa a expressão da dormência age antes da adversidade ambiental, permitindo que o animal tenha tempo de produzir formas de resistência (Grice e Marcus, 1981). Esse tempo inclui a produção de machos que posteriormente fecundarão os ovos das fêmeas originando os ovos de resistência. Carvalho e Hughes (1983) em estudos com *Daphnia* verificaram que vários são os fatores que podem induzir a produção de machos, como a densidade da população e consequente falta de alimento. A observação de apenas um único macho pode ser explicado por estes possuírem uma vida efêmera. Mas sua presença nos enclosures é incontestável, por que em todos os experimentos foram observados fêmeas efípias, com carapaça modificada e efípios que são evidências de que ocorreu reprodução sexuada, conseqüentemente houveram machos na população.

Os ovos de resistência de *S. serrulatus* foram encontrados no fundo dos "enclosures". Pietrzak e Slusarczyko (2006) em um trabalho sobre a dispersão dos efípios em *Daphnia*, escreveram hipóteses de qual é o destino dos efípios. Os autores relatam que o mais provável é que os efípios afundem diretamente para o sedimento e formem bancos, possibilitando que haja uma dispersão no tempo. Porém, o fato de estes ovos terem sido encontrados no fundo dos enclosures nos dá um indicativo de que estes, uma vez produzidos, não flutuam na coluna d'água, mas afundam para o sedimento formando bancos de ovos.

Experimento 2: Simulação da recolonização do habitat – Não foram observados indivíduos nem efípios do gênero *Simocephalus* entre os substratos artificiais. Entretanto houve um acentuado crescimento de perifíton em todos os substratos, algas epifíticas e espécies de cladóceros de famílias tipicamente bentônicas, a saber: Família Ilyocryptidae, Macrothricidae e Chydoridae, além de um grande número de ovos de resistência de uma única espécie, *Alona oseani*. Essas famílias também colonizam as utriculárias no período em que estas se encontram no lago (Couto, 2009) e assim como *S. serrulatus* também não são encontradas no período em que a planta desaparece. De forma que futuros estudos poderiam ser feitos para compreender as relações existentes entre estas espécies e a *U. foliosa*, visto que foram encontradas em época de seca e sem a presença da planta no ambiente. Também, os efípios de *Alona oseani* que aderiram ao substrato artificial pode ser devido ao fato de que estes não caem para o sedimento, mas que flutuam na coluna d'água e isto também precisa ser melhor estudado. Por não terem sido encontrados aderidos aos substratos artificiais, reforça-se a idéia de que os efípios de *S. serrulatus* não flutuam, mas afundam em direção ao sedimento. No final de janeiro deste ano foram avistados os primeiros bancos de *U. foliosa* no lago. Por volta de uma semana depois, em 1 de fevereiro, foram coletados os primeiros bancos desta macrófita no igarapé das Pedras e foi encontrado *S. serrulatus* recolonizando a *U. foliosa*. Ghidini (2010, *no prelo*) também encontrou indivíduos jovens de *S. serrulatus* recolonizando as macrófitas quando estas voltaram a se restabelecer no lago em 15 de janeiro de 2009.

A relação existente entre a *U. foliosa* e *S. serrulatus* parece ser muito mais intrínseca do que o observado, como uma co-evolução adquirida devido a milhões de anos ocorrer a descida e subida do nível das águas dos rios da Amazônia, influenciando na vida dos organismos que vivem nessas áreas. Assim, por muitos desses organismos serem privados dos seus habitats por um período relativamente longo é necessário desenvolver estratégias para atravessar períodos desfavoráveis levando-os a permanecerem nesses ambientes.

4. Conclusão

A abundância de fêmeas sexuadas passa a ser maior à medida que a *U. Foliosa* vai desaparecendo do lago. A estratégia de sobrevivência utilizada pelos *S. serrulatus* para atravessar o período adverso com o desaparecimento da macrófita até seu restabelecimento consistiu em mudar a reprodução para sexuada e conseqüente produção de efípios. Os ovos de resistência dos *S. serrulatus* aparentemente afundam para o sedimento formando bancos. A recolonização na *U. foliosa* por parte de *S. serrulatus* ocorre assim que estas macrófitas voltam a se restabelecer no lago.

5. Referências

- Arcifa, M. S. e Guagnoni, W. 2003. A new model of enclosure for experiments in lentic water. *Acta Limnol. Bras.*, 15 (1):75-79.
- Carvalho, G. R. and Hughes, R. N. 1983. The effect of food availability, female culture-density and photoperiod on ehippia production in *Daphnia magna* Straus (Crustacea: Cladocera). *Freshwater Biol.*, 13, 37-46.
- Couto, C. A. 2009. Aspectos da reprodução de cladóceros associados aos bancos de *Utricularia foliosa* L. (*Lentibulariaceae*) no lago Tupé, Manaus-AM. Trabalho de Iniciação Científica, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas. 17 pp.
- Crowe JH. 1971. Anhydrobiosis: an unsolved problem. *Am Nat.* 105: 563-573.
- Dajoz, R. 1978. *Ecologia geral*. 3ed. Vozes, Petrópolis-RJ. 472pp.
- Ghidini, A.R., 2010. *Cladóceros associados a diferentes habitats no Lago Tupé, Amazonas, Brasil*. Tese (Doutorado), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Em prep.
- Grice, G. D.; Marcus, N. H. 1981. Dormant eggs on marine copepods. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, v. 19, p. 125-140.
- Hutchinson, G. E. 1967. A treatise on limnology. Vol. 2. Introduction to lake biology and the limnoplankton. In: *The Nature and Biology of the Zooplankton*. Cap. 24. John Willey e Sons, New York, Chichester, Brisbane and Toronto. p. 507 - 665.
- Lampert, W. e Sommer, U. 1997. *Limnoecology: The ecology of lakes and Streams*. Oxford University Press, New York, Oxford. 382pp.
- Nogueira, M.G.; George, D.G.; Jorcin, A. 2003. Estudo do Zooplâncton em Zonas Lacustres: Um Enfoque Metodológico. In: Henry, R. (Ed.). *Ecótonos nas interfaces dos Ecossistemas Aquáticos*. Rima, São Carlos, São Paulo. p. 83-127.
- Orlova-Bienkowskaja, M. J. 2001. *Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World - Cladocera: Anomopoda: Daphniidae genus Simocephalus*. State University of Gent, Belgium. 130pp.
- Pietrzak, B. and Slusarczyk, M. 2006. The fate of the ehippia - *Daphnia* dispersal in time and space. *Pol. J. Ecol.*, (54) 4, 709-714.
- Reiss, F. 1977. Qualitative and quantitative investigations on the macrobenthic fauna of central Amazon lakes, I. Lago Tupé, a black water lake on the lower rio Negro. *Amazoniana*, 6 (2): 203-235.
- Stross, R. G. e Hill, J. C. 1965. Diapause induction in *Daphnia* requires two stimuli. *Science*, 150, 1462.1464.
- Wetzel, R. G. 1975. *Limnology*. Michigan State University, New York. CBS College Publishing. 2 ed. 767 pp.