

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

MATHEUS ALMEIDA DUARTE

**Ciclo de vida e dinâmica populacional de espécies nativas de
Copepoda Cyclopoida em cultivos de laboratório.**

SÃO CARLOS, 2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

MATHEUS ALMEIDA DUARTE

**Ciclo de vida e dinâmica populacional de espécies nativas de
Copepoda Cyclopoida em cultivos de laboratório.**

**Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-graduação em Ecologia e
Recursos Naturais como parte dos
requisitos para obtenção do título de
Mestre em Ecologia e Recursos
Naturais.**

Orientadora: Odete Rocha

São Carlos, 2016



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais

Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Matheus Almeida Duarte, realizada em 06/02/2017:

Prof. Dra. Odete Rocha
UFSCar

Prof. Dr. José Roberto Verani
UFSCar

Prof. Dra. Maria José dos Santos Wisniewski
UNIFAL

Agradecimentos

À Prof. Dra. Odete Rocha pelo apoio, orientação, paciência e tanto conhecimento passado durante os dois anos de mestrado;

Aos docentes do PPGERN pelos ensinamentos durante esta etapa da minha formação acadêmica;

Aos Profs. Coordenadores e membros da Coordenação do PPG ERN, aos funcionários Roseli xx, João Affonso xx e Maria Elizabeth Guimarães pelas informações, colaboração e compreensão ao longo da minha trajetória no programa de Mestrado;

À MSc. Aline Andrade Godoy pelo auxílio no ajustamento das curvas logísticas.

Ao CNPq, pela bolsa de Mestrado que permitiu que este programa de Mestrado pudesse ser desenvolvido;

Aos técnicos Dr. José Valdecir de Lucca, Alcídio Culósio e Luís Aparecido Joaquim pelas amostragens em campo imprescindíveis para a obtenção dos organismos vivos, e pela amistosa convivência no laboratório;

Ao Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva e em especial à Secretária do DEBE pela infra-estrutura e suporte;

Aos meus pais Luiz Mauricio e Martha, ao meu irmão Arthur e demais membros da minha família, principalmente pela paciência nos momentos mais estressantes, pelas conversas e ajuda ao longo dessa caminhada;

À Profa. Dra. Dayse Lucy Medeiros Carneiro Resende, minha ex-orientadora e minha segunda mãe, que me incentivou de todas as formas possíveis para que eu conseguisse chegar aqui;

Aos amigos do DEBE Bárbara, Carol, Dani, Douglas, Erika, Karin, Larissa, Lidiane, Máira, Mari, Neto, Raquel e Tainá pela paciência, conversas, conselhos, risadas e apoio em tantos momentos;

Aos amigos Gisele, Laura, Layne, Léo, Mariana, Marina, Mateus e Rayssa que em tantos momentos me ouviram e apoiaram quando mais precisei, alguns mesmo com muitos quilômetros de distância;

Índice

Resumo Geral -----	i
Abstract-----	ii
1-Introdução Geral -----	1
Os Copepoda Cyclopoida -----	2
Referências -----	3
2- Ciclo de vida de <i>Ectocyclops herbsti</i> Dussart, 1984 (Copepoda: Cyclopoida) e sua dinâmica populacional em cultivo de laboratório-----	5
Resumo -----	5
Introdução -----	6
Materiais e Métodos -----	8
Coleta e identificação -----	8
Experimentos -----	9
Resultados -----	9
Discussão -----	16
Conclusão -----	18
Referências -----	18
3 - Ciclo de vida de <i>Eucyclops ensifer</i> Kiefer,1934 (Copepoda: Cyclopoida) e sua dinâmica populacional em cultivo de laboratório. -----	23
Resumo -----	23
Introdução -----	23
Materiais e Métodos -----	26
Coleta e identificação -----	26
Experimentos -----	26
Resultados -----	27
Discussão -----	32
Conclusão -----	35
Referências -----	35
4- Ciclo de vida de <i>Microcyclops anceps</i> (Copepoda: Cyclopoida) e sua dinâmica populacional em cultivo de laboratório. -----	40

Resumo -----	40
Introdução -----	40
Materiais e Métodos -----	42
Coleta e identificação -----	42
Experimentos -----	42
Resultados -----	44
Discussão -----	50
Conclusão -----	52
Referências -----	54
5- Discussão e Conclusões Gerais-----	57
Referências-----	59

Resumo

O conhecimento sobre as áreas de distribuição e a diversidade de espécies dos copépodos cyclopoides é ainda incompleto, especialmente nas regiões tropicais. Pouco se sabe também sobre o desenvolvimento dos indivíduos e o crescimento das populações para a maioria das espécies já descritas. Considerando-se as alterações ambientais resultantes da ação humana nos ambientes naturais, em particular a acelerada degradação dos ecossistemas aquáticos, e em face às alterações climáticas globais, uma das grandes preocupações atuais é a expectativa de que muitas espécies sejam extintas antes mesmo de serem identificadas pelo homem. Frente a estas condições e por se tratarem de espécies estritamente neotropicais, este trabalho teve como objetivo estudar o ciclo de vida e a dinâmica populacional das espécies *Ectocyclops herbsti*, *Eucyclops ensifer* e *Microcyclops anceps* para as quais estudos deste tipo inexistem. A coleta dos organismos foi realizada em três localidades diferentes: Lago temporário do Mayaca (São Carlos, SP), Corrego da Igualdade (São Manoel, SP) e Base Ecologica Passo do Lontra/UFMS (Corumbá, MS). Fêmeas ovadas de cada espécie foram selecionadas e mantidas em laboratório sob condições constantes, até a eclosão dos ovos. A partir do nascimento dos náuplios estes foram mantidos em experimento e avaliados diariamente até a maturidade e a partir daí a cada dois dias até o final da vida, para a estimativa dos parâmetros do ciclo de vida e avaliação da dinâmica populacional das espécies. A duração média do desenvolvimento embrionário e pós-embrionário de *Ectocyclops herbsti* foi respectivamente de $1,81 \pm 0,53$ dias, e de $18 \pm 0,7$ dias. A longevidade média de *E. herbsti* nas condições de cultivo foi de 50,43 dias, obtendo um máximo de 84 dias. *Eucyclops ensifer* teve duração média do desenvolvimento embrionário de $1,03 \pm 0,24$ dias e duração do desenvolvimento pós-embrionário de $13,5 \pm 2,5$ dias, apresentando uma longevidade média 48,5 atingindo um máximo de 75 dias. *Microcyclops anceps* apresentou duração média do desenvolvimento embrionário de $1,07 \pm 0,12$ dias e a duração do desenvolvimento pós-embrionário de $12 \pm 2,5$ dias. A longevidade média de *M. anceps* nas condições de cultivo foi de 30 dias, sendo o último indivíduo vivendo até os 45 dias. As curvas de sobrevivência das coortes da primeira geração foram do tipo côncavo com grande mortalidade no período inicial, tendendo à estabilidade da taxa de mortalidade após ultrapassarem a fase crítica de metamorfose da fase de náuplio para copepodito, elevada mortalidade incidindo próximo ao final do ciclo. A comparação dos parâmetros do ciclo de vida destas espécies entre si e com outras espécies de copépodos evidencia que as mesmas possuem curto tempo de geração e elevadas taxas de crescimento sugerindo que estas podem desempenhar relevantes papéis no metabolismo das comunidades e no funcionamento dos ecossistemas em que habitam.

The present knowledge on the distribution and diversity of small cyclopoid copepods is rather incomplete, especially in tropical regions. Also scarce is information regarding the individual development and population growth for most species already described. Taking into account the environmental changes caused by anthropogenic activities in natural environments, and in particular the accelerated degradation of aquatic ecosystems besides climatic global changes, one of the main concerns is the possibility that many species can be extinct even before being known by mankind. Considering this scenario and because some species at risk are endemic to the Neotropical region, the present study aimed to gather information regarding the life cycle and population dynamics of three small freshwater cyclopoids: *Ectocyclops herbsti*, *Eucyclops ensifer* and *Microcyclops anceps* whose life cycles were not studied before. Sampling of specimens were respectively carried out at three different localities: Mayaca Lake (São Carlos, SP), Corrego da Igualdade (São Manoel, SP) and a pond in Miranda River floodplain, Pantanal matogrossense (Corumba, MS). Ovigerous females of each species were sorted out and maintained in the laboratory at constant and controlled conditions: 25 °C temperature, 12/12 h photoperiod in a growth chamber until the egg eclosion. Newly born nauplii were used for life cycle experiments under the same controlled conditions just described and daily fed with algal suspension of *Pseudokirchneriella subcapitata* at approximately 10^5 cells mL⁻¹, in order to assess the main parameters of the three copepods life cycle and population dynamics. Mean embryonic development duration for *Ectocyclops herbsti* was 1.81 ± 0.53 days and 18 ± 0.7 days for the post embryonic development. Mean longevity of *E. herbsti* under the culture conditions was 50.43 ± 20.73 days. *Eucyclops ensifer* had mean duration of embryonic development of 1.03 ± 0.24 days, post-embryonic duration of 13.5 ± 2.5 days and mean longevity of 48.5 ± 26.5 days. For *Microcyclops anceps* the mean embryonic and post-embryonic development times were 1.07 ± 0.12 and 12 ± 2.5 days, respectively. The mean longevity of *M. anceps* was 30 ± 15 days. The survival curves of species laboratory first generations followed the concave type with great mortality in the beginning of life, relatively stable mortality rates after surpassing the critical transition of last nauplii instar into first copepodid stage, but with higher mortality rates close to the end of life. Comparisons of life cycle parameters from these species and also among these and other copepods show that the species studied have short generation times and high individual growth rates, thus suggesting they could play relevant roles in the community and in the functioning of the ecosystem they inhabit.

1- Introdução Geral

Ecosistemas Aquáticos de Água Doce e a Comunidade Zooplancônica

A conservação dos ambientes aquáticos é de extrema importância para a dinâmica e manutenção da diversidade das comunidades ecológicas. As águas doces continentais são, no entanto, os principais alvos da degradação ambiental em consequência principalmente da substituição de vegetação natural pelos campos agrícolas, com retirada das matas ciliares, da acelerada eutrofização das águas pela contaminação por fertilizantes agrícolas, pelo lançamento direto de esgotos sanitários e pelos efluentes industriais (FLORES et al., 2004; BELISARIO et al., 2015). O elevado crescimento populacional acoplado ao desenvolvimento tecnológico, sem a utilização das medidas necessárias à conservação ambiental, gerando diversos tipos de impactos que comprometem a qualidade das águas doces, o funcionamento dos ecossistemas, a conservação da biodiversidade aquática e a sustentabilidade em geral (BRODIN et al., 2013; CHISLOCK, et al., 2013; RARES & BRANDIMARTE, 2014)

Diversos impactos podem ser claramente percebidos e monitorados levando-se em consideração as comunidades ecológicas que estão inseridas nesses ambientes. Todas elas respondem de alguma maneira às perturbações ambientais, tendo sua composição e estrutura alteradas, espécies resistentes selecionadas, suas populações reduzidas ou aumentadas, modificações no ciclo de vida das espécies, ou outras alterações já observadas (BISPO & OLIVEIRA, 2007; MIRANDA, et al., 2013; DE SOUZA & FERREIRA, 2015)

A comunidade zooplancônica está presente tanto nos ecossistemas de água correntes como de águas paradas, contudo, é principalmente bem desenvolvida nos ecossistemas lênticos (lagoas, lagos e reservatórios). Ela é constituída por protozoários e diversos grupos de metazoários, destacando-se entre estes últimos os Rotifera, e os microcrustáceos das subordens Cladocera e Copepoda, os quais geralmente constituem a maior parte das espécies e geralmente também da biomassa (ESTEVES, 2011). Além de representantes destes grupos existem espécies com ocorrência mais rara e em menor abundância, pertencentes a variados grupos taxonômicos como: medusas de água doce (Cnidaria), turbelários (Plathyelminthes), larvas de Chaoboridae (Diptera, Arthropoda); ácaros de água doce (Arachnida, Hydracarina) e larvas, ninfas e juvenis de diversos outros grupos de Arthropoda (Odonada, Plecoptera, Trichoptera, Ephemeroptera) com ocorrência temporária no zooplâncton, coletivamente denominados meroplâncton (MARGALEF, 1983), sendo diversas espécies podendo ser utilizadas como bioindicadores ambientais (SANTOS et al., 2009)..

O zooplâncton compartilha com outras comunidades planctônicas (bacterioplâncton, protozooplâncton e fitoplâncton) o habitat em comum, que é a coluna d'água, apresentando limitações natatórias. A maioria não consegue vencer a movimentação da água impulsionada pelas correntes geradas pelo vento, sendo em sua maioria arrastados por estas, resultando assim em padrões de distribuição diferenciados.

Como relatado a algum tempo a comunidade zooplanctônica é composta por invertebrados que possuem estreita relação com a comunidade fitoplanctônica, razão pela qual alterações no fitoplâncton geralmente desencadeiam mudanças observáveis na comunidade zooplanctônica evidenciando também o papel essencial deste último nas teias tróficas (SILVA, et al., 2012).

Sua utilização apropriada como ferramenta bioindicadora em regiões tropicais, dependerá ainda do desenvolvimento de trabalhos aprofundados relacionados à taxonomia, aos padrões de distribuição geográfica, ao acesso às bases de dados informacionais e à descrição dos ciclos de vida da maior parte das espécies. Reconhece-se ainda a existência de áreas pouco estudadas no Brasil, principalmente em estados mais afastados dos grandes centros econômicos, como por exemplo, Amapá e Roraima (SILVA & PERBICHE-NEVES, 2016).

Copepoda Cyclopoida

Os microcrustáceos da Subclasse Copepoda são pequenos invertebrados facilmente reconhecidos pelo seu corpo alongado, possuindo poucos milímetros de comprimento. Estão presentes em variados ambientes aquáticos, sejam eles de água doce, salobra, salgada e até mesmo em terras úmidas (DEFAYE & BOXSHALL, 2008; ESTEVES, 2011). Comparativamente, suas antênulas (ou primeiras antenas) tem comprimento médio, sendo menores que as dos copépodos Calanoida e, na maioria das espécies, bem maiores que a dos Harpacticoida (WARD & WHIPPLE, 1959). O tórax é mais largo que o abdômen, ao qual se encontra articulado no quinto ou sexto segmento torácico. As patas são birremes e bi ou triarticuladas, exceto o quinto par de patas que são unirremes e uni ou biarticuladas (REID, 1985). Possuem mandíbulas e maxilípedes adaptados para o hábito raptorial, para morder e triturar. Podem ser de vida livre ou em alguns casos parasitas de peixes. As espécies de vida livre normalmente são onívoras, mas com diferenças quanto ao alimento principal, podendo ser predominantemente filtradoras se alimentando principalmente de fitoplâncton, ou podendo ser predominantemente raptorais e carnívoras preferencialmente planctônicas ou de hábito

bêntico, se alimentando preferencialmente de detritos com bactérias e protozoários associados (PERBICHE-NEVES et al., 2014).

Os copépodos carnívoros se alimentam normalmente de outros microcrustáceos e de larvas de dípteros (NEVES et al., 2003). Existem cerca de 2000 espécies descritas, entre marinhas e de água doce, com hábito alimentar parasítico, sendo intimamente relacionados às brânquias de peixes para a obtenção de alimento (ROSIM, et al., 2013). No plâncton das águas doces os copépodos de vida livre encontram-se representados por espécies das duas ordens; Calanoida e Cyclopoida e por espécies bênticas ou associadas à vegetação, pertencentes à Ordem Harpacticoida (TUNDISI, J.G. & MATSUMURA-TUNDISI, 2016).

Nas águas doces os Cyclopoida geralmente apresentam maior riqueza de espécies do que os Calanoida e Harpacticoida, e possuem variados hábitos alimentares e afinidades aos substratos, ocupando além da região limnética as regiões litorâneas e a superfície dos sedimentos (ESTEVEES, 2011; FRYER, 1957).

Referências

- BELISÁRIO, M., BORGES, P. S., GALAZZI, R. M., DEL PIERO, P. B., ZORZAL, P. B., RIBEIRO, A. V. F. N., & RIBEIRO, J. N., 2015. O emprego de resíduos naturais no tratamento de efluentes contaminados com fármacos poluentes. *InterSciencePlace*, 1(10).
- BISPO, P. C. & L. G. OLIVEIRA, 2007. Diversity and structure of Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera (Insecta) assemblages from riffles in mountain streams of Central Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 24: 283–293.
- BRODIN, T., FICK, J., JONSSON, M., & KLAMINDER, J., 2013. Dilute concentrations of a psychiatric drug alter behavior of fish from natural populations. *Science*, 339(6121), 814-815.
- CHISLOCK, M. F., DOSTER, E., ZITOMER, R. A., & WILSON, A. E., 2013. Eutrophication: causes, consequences, and controls in aquatic ecosystems. *Nature Education Knowledge*, 4(4), 10.
- DE SOUZA, M. C., & FERREIRA, J. S., 2015. Influência de fatores ambientais sobre as comunidades de macroinvertebrados aquáticos em lagoas oriundas de inundação do Rio Araguaia. In *Anais do Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão da UEG (CEPE) (ISSN 2447-8687) (Vol. 2)*.
- DEFAYE, D.; BOXSHALL G. A. 2008. Global diversity of copepods (Crustacea: Copepoda) in freshwater. *Hydrobiologia*. 597: 195-207
- ESTEVEES, F. A. 2011 *Fundamentos de Limnologia*. Editora Interciência. 1ª ed., Rio de Janeiro, 826p.

- FLORES, A. V., RIBEIRO, J. N., NEVES, A. A., & QUEIROZ, E. L. R., 2004. Organoclorados: um problema de saúde pública. *Ambiente & Sociedade*, 7(2), 111-24.
- FRYER, G, 1957. The food of some freshwater cyclopoid copepods and its ecological significance. *The Journal of Animal Ecology*, p. 263-286.
- MARGALEF, R. 1983. *Limnologia*: Ediciones Omega, Barcelona, 1010p.
- MIRANDA, F.S., PINTO-COELHO, R.M., GONZAGA, A.V. 2013, Redução da riqueza de organismos do zooplâncton (com ênfase em Copepoda e Cladocera) nas lagoas do médio Rio Doce/MG *Revista Brasileira de Zoociências*, 15: 69-90.
- NEVES, I.F. ROCHA O., ROCHE K.F. & PINTO A.A. 2003. Zooplankton community structure of two marginal lakes of the River Cuiabá (Mato Grosso, Brazil) with analysis of Rotifera and Cladocera diversity. *Brazilian Journal of Biology*, 63: 329-343.
- PERBICHE-NEVES, G., ROCHA, C.E.F., NOGUEIRA, M.G., 2014. Estimating cyclopoid copepod species richness and geographical distribution (Crustacea) across a large hydrographical basin: comparing between samples from water column (plankton) and macrophyte stands. *Zoologia* 31 (3).
- RARES, C. de S.; BRANDIMARTE, A. L. 2014. O desafio da conservação de ambientes aquáticos e manutenção de serviços ambientais em áreas verdes urbanas: o caso do parque estadual da cantareira. *Ambiente & Sociedade*, 17 (2): 111-128.
- REID, J. W., 1985. Chave de identificação e lista de referências bibliográficas para as espécies continentais sul americanas de vida livre da ordem Cyclopoida (Crustacea, Copepoda). *Bol. Zool. Univ. São Paulo*, 9: 17 – 143.
- REID, J.W. 1987. The cyclopoid copepods of a wet”campos” marsh in central Brazil. *Hydrobiologia*, 153 (2): 121-138.
- ROSIM, D. F., BOXSHALL, G. A., & CECCARELLI, P. S. 2013. A novel microhabitat for parasitic copepods: A new genus of *Ergasilidae* (Copepoda: Cyclopoida) from the urinary bladder of a freshwater fish. *Parasitology international*, 62(4), 347-354.
- SANTOS, T.G., GUSMÃO, L.M.O., NEUMANN-LEITÃO, S. & CUNHA, A.G. 2009. Zooplâncton como indicador biológico da qualidade ambiental nos estuários dos rios Carrapicho e Botafogo, Itamaracá – PE. *Rev. Bras. Enga. Pesca*, 4: 44-56.
- SILVA, L.C. NEGREIROS, N.F., & SANTOS, R. M. 2012. Zooplâncton de um lago urbano dominado pela Macrófita *Pistia stratiotes* L. (Araceae) VII Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 8, n. 3, p. 77-89.
- SILVA, W. M., & PERBICHE-NEVES, G. 2016. Trends in freshwater microcrustaceans studies in Brazil between 1990 and 2014. *Brazilian Journal of Biology*, (AHEAD), 0-0.
- TUNDISI, J.G. & MATSUMURA-TUNDISI, T. 2016. *Limnologia*. Ed. Oficina de Textos, São Paulo, 1st ed., 630p.
- WARD, H. B., & WHIPPLE, G. C., 1959. *Fresh-water Biology*. Edited by Edmondson W.T. 2nd. Ed. John Wiley & Sons, Incorporated, New York.

2 - Ciclo de vida do microcrustáceo *Ectocyclops herbsti* Dussart, 1984 (Copepoda: Cyclopoida) e sua dinâmica populacional em cultivo de laboratório.

Resumo

Para a realização deste estudo foram coletados exemplares de adultos de *Ectocyclops herbsti* no Lago temporario do Mayaca, município de São Carlos, São Paulo, Brasil, para cultivo desta espécie em laboratório, visando determinar as principais características do ciclo de vida da espécie, como: duração do desenvolvimento embrionário e pós-embrionário, fecundidade, longevidade e outros dados derivados destes, para a construção de uma tabela de vida. Os organismos foram alimentados com suspensão mista das algas *Pseudokirchneriella subcapitata* e *Chlorella sorokiniana* e mantidos sob condições controladas de temperatura ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) e fotoperíodo (12h luz e 12h escuro). Nessas condições *E. herbsti* apresentou um tempo de geração de $18 \pm 0,7$ dias de duração (desde o nascimento do náuplio até a maturidade sexual). Esta espécie apresentou cinco instares naupliares e seis instares de copepodito, sendo o último deles a forma adulta. A longevidade média foi de $50,43 \pm 20,73$ dias, tendo o indivíduo com menor tempo de vida sobrevivendo ate aproximadamente 30 e o mais longo atingido a idade máxima de 84 dias. A curva de sobrevivência da coorte analisada apresentou curva de sobrevivência do tipo côncavo, com a mortalidade mais elevada nos primeiros ínstaes. Pode-se concluir que *E. herbsti* é uma espécie de rápido desenvolvimento, elevada taxa de crescimento individual e populacional e longevidade comparativamente elevada sob as condições estudadas.

Palavras-chave: microcrustacea, duração de desenvolvimento, fecundidade, longevidade, lago temporário, curva de sobrevivência, tabela de vida.

Introdução

Estudos do ciclo de vida das espécies são importantes em vários aspectos biológicos, permitindo caracterizar as alterações morfológicas dos estágios de desenvolvimento, estimar as taxas de crescimento individual e populacional, além da longevidade, analisar comportamentos natatórios, comportamentos de forrageamento, de acasalamento e diversos outros aspectos relacionados à reprodução, sob condições pré-estabelecidas e controladas de temperatura e alimento (TUNDISI & MATSUMURA-TUNDISI, 2016; BOISSONNOT, et al., 2016).

As espécies pertencentes à subclasse Copepoda são altamente representativas e abundantes no zooplâncton de águas doces, sendo representadas por três Ordens: Cyclopoida, Calanoida e Harpacticoida. Todas as espécies de Calanoida e a maioria das espécies de Cyclopoida límnicos são planctônicas, ao passo que uma parte das espécies de Cyclopoida e todas dos Harpacticoida límnicos apresentam hábito bentônico. Algumas espécies de copépodos tem ocorrência em tipos variados de corpos de água evidenciando grande tolerância às condições ambientais e assim, apresentando ampla distribuição geográfica (DUSSART, 1969).

Os Cyclopoida de água doce parecem ter grande sucesso em corpos d'água com curto tempo de residência e em ambientes poluídos e ou eutrofizados, revelando maior capacidade adaptativa, por não requererem ambientes com qualidade muito elevada para a sua subsistência (HUYS & BOXSHALL, 1991; MATSUMURA-TUNDISI & TUNDISI, 2011; PERBICHE-NEVES et al. 2016). Por outro lado, as espécies da Ordem Calanoida são, na maioria, melhor adaptadas a ambientes menos impactados, sejam lóticos ou lênticos, apresentando também um alto grau de endemismo o que as tornam adequadas ao biomonitoramento do estado trófico e do grau de preservação dos ambientes aquáticos (MATSUMURA-TUNDISI, 2003; PERBICHE-NEVES et al., 2014).

Os copépodos cyclopóides geralmente apresentam área de distribuição ampla, caracterizam-se por hábitos alimentares variados sendo principalmente onívoros, mas os adultos podem ser preferencialmente herbívoros, consumindo algas e pequenas macrófitas, carnívoros, se alimentando de outros microcrustáceos, rotíferos, larvas de insetos e até larvas de peixes (FRYER, 1957; ESTEVES, 2011; ELMOOR-LOUREIRO, 2016) ou detritívoros, utilizando a matéria orgânica particulada presente no sedimento e perifíton para a obtenção de

energia (VILLABONA-GONZÁLEZ et al., 2015). Algumas espécies são parasitas de outros organismos, tendo sido relatada a ocorrência de espécies parasíticas em brânquias de peixes das espécies *Potamorhina latior* (MOREY et al., 2015) e *Xenomelaniris brasiliensis* (CARVALHO, 1955).

Algumas espécies de Cyclopoida são de distribuição cosmopolita sendo encontradas em todos os continentes, como por exemplo *Oithona similis* (REID, 1998; CEPEDA et al., 2016; SHAH et al., 2016), ou endêmicas, com distribuição bastante restrita como *Diacyclops walkeri*, *Diacyclops kaup* e *Diacyclops joycei*, que são espécies estritamente encontradas em lagos da Antártica continental (KARANOVIC et al., 2014)

Em um dado habitat existem espécies que se distribuem mais amplamente, ocupando a coluna d'água e também a zona litorânea, podendo ocorrer associadas às macrófitas ou sobre o substrato bentônico (COELHO et al., 2014).

Nas regiões tropicais, particularmente no Brasil o conhecimento sobre as áreas de distribuição e a diversidade de espécies dos Cyclopoida ainda é bastante incompleto. Pouco se sabe sobre a duração do desenvolvimento dos indivíduos e crescimento populacional para a maioria das espécies descritas. Considerando-se as alterações ambientais resultantes da ação humana nos ambientes naturais e em particular a acelerada degradação dos ecossistemas aquáticos, e em face às alterações climáticas globais, uma das preocupações atuais é que muitas espécies sejam extintas antes mesmo de terem sua bionomia/ecologia conhecidas (SILVA et al., 2015).

Ectocyclops herbsti, pertence ao gênero *Ectocyclops*, descrito por Brady em 1904. Existem até o presente cinco espécies deste gênero registradas no Brasil, dentre elas uma de distribuição cosmopolita, *Ectocyclops pharellatus*, e outras quatro com ocorrência na região Neotropical: *E. bromelicula*, *E. herbsti*, *E. rubescens* e *E. strenzkei* (DUSSART & DEFAYE, 1985; ROCHA & BOTELHO, 1998)

Possui ampla distribuição na região Neotropical, tendo sido registrada na Venezuela (DE ROA et al., 2002), Argentina (DUSSART & FRUTOS, 1985) e em diversos corpos de água da bacia do alto rio Paraná nos estados de São Paulo (SILVA & MATSUMURA-TUNDISI, 2011) e Paraná (PERBICHE-NEVES, et al., 2014), e também no estado de Minas Gerais (HELVÉCIO, 2008; MAIA-BARBOSA et al., 2014). Por se tratar de uma espécie estritamente neotropical e com bionomia ainda desconhecida, o presente trabalho teve como

objetivo estudar o ciclo de vida e a dinâmica populacional de *Ectocyclops herbsti* cultivada em laboratório.

Materiais e Métodos

Coleta e identificação taxonômica

A coleta de organismos foi realizada na região litorânea do lago temporário da Mayaca, no município de São Carlos, SP (21°58'02.1"S e 47°53'01.7"W), no dia 12 de abril de 2016, por meio de arrasto horizontal com rede de plâncton de 68 µm de abertura da malha. Destas foram selecionadas seis fêmeas ovígeras de *E. herbsti*, as quais apresentaram amplitude média de $800 \pm 54,01 \mu\text{m}$. A identificação taxonômica desta espécie foi inicialmente realizada com o auxílio de chave especializada para os copépodos ciclopóides da América do Sul (REID, 1985) e posteriormente confirmada com uso dos trabalhos em que a espécie foi primeiramente descrita (HERBST, 1959; DUSSART et al., 1984).

Foram realizadas medidas de comprimento total (da margem anterior do cefalotórax até o ápice do ramo furcal) para cada fêmea amostrada utilizando-se microscópio ótico (LEICA, modelo DMLS) no aumento de 100 X e ocular micrometrada. Cada fêmea foi mantida individualmente em um recipiente plástico, atóxico, de 50 ml. A água proveniente do próprio local de coleta foi utilizada como de cultivo ao longo do experimento para minimizar estresse osmótico, após ser filtrada em rede de plâncton de 68 µm de abertura de malha.

Experimentos

Estudo do Ciclo de Vida

As fêmeas ovadas foram observadas diariamente até a eclosão dos ovos. Imediatamente após a eclosão dos ovos, náuplios do ínstar I foram medidos e mantidos em recipiente plástico sem a presença das mesmas para se evitar o canibalismo que se observou ser comum nesta espécie. A análise do ciclo de vida iniciou-se com os náuplios recém eclodidos mantidos isoladamente (dez réplicas) em incubadora em condições controladas de temperatura ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) e fotoperíodo (12h luz e 12h escuro).

A manutenção foi feita diariamente, com troca do meio de cultivo que consistiu de uma suspensão algal mista das microalgas clorofíceas *Pseudokirchneriella subcapitata* e *Chlorella sorokiniana* na concentração aproximada de 10^5 cels. mL⁻¹.

Diariamente o número de náuplios e posteriormente os copepoditos foram contados e foram realizadas medidas de comprimento total a análise do crescimento, observando-se a presença ou não de exúvias. A duração de cada estágio de desenvolvimento foi determinada através do crescimento corporal e presença das exúvias (DUSSART, 1969). Após atingirem a fase adulta, machos e fêmeas da primeira geração foram acompanhados até o final do ciclo de vida para determinação de parâmetros reprodutivos (fecundidade e número de ninhadas) e da longevidade.

Para as gerações posteriores os indivíduos (náuplios, copepoditos e adultos) foram mantidos juntos em sistema de cultivo populacional, sendo o número de indivíduos de cada fase de desenvolvimento (náuplio, copepodito e adulto) contados a cada 3 dias, para se estimarem as taxas de natalidade e mortalidade. Cinco ou mais indivíduos de cada instar foram preservados em solução de formol 4% e mantidos em coleção (Coleção de Plâncton de Águas Doces Brasileiras – DEBE, UFSCar).

Foram realizadas fotografias para cada instar de desenvolvimento, com uma câmera fotográfica, e colocados as respectivas escalas calculadas e inseridas utilizando-se o *software* livre Fiji/Image J, que utiliza a quantidade de pixels da imagem para gerar a escala (<http://inct.florabrasil.net/calibracao-inclusao-de-escalas/>)

Os dados de tamanho e de idade dos indivíduos foram plotados para obtenção da curva de crescimento individual, a qual foi ajustada aplicando-se o modelo Logístico com 4 parâmetros, com o auxílio do programa estatístico Origin – Data Analysis and Graphing Software, versão 8.1.

Resultados

O valor médio da duração do desenvolvimento embrionário de *Ectocyclops herbsti* variou de 1,28 a 2,34 dias, com tempo médio de enquanto a duração média do desenvolvimento pós-embrionário, desde a eclosão do Náuplio I até o atingimento da fase adulta foi de $18 \pm 0,7$ dias para os machos e de $19 \pm 0,4$ para as fêmeas (até a produção do primeiro saco ovífero).

O menor tempo de desenvolvimento foi o do náuplio I variando de 5 a 6 horas com valor médio de $5,5 \pm 0,5$ horas. Para os demais instares o tempo de desenvolvimento praticamente não variou, tendo sido de aproximadamente $1 \pm 0,2$ dia, até atingirem a idade de copepodito onde foi notado uma variação de aproximadamente $1 \pm 0,7$ dia.

Com relação às alterações morfológicas observou-se que até o terceiro instar naupliar o formato do corpo foi aproximadamente circular, os dois últimos instares se tornaram mais alongados e com base reta na porção posterior (Figura 1).

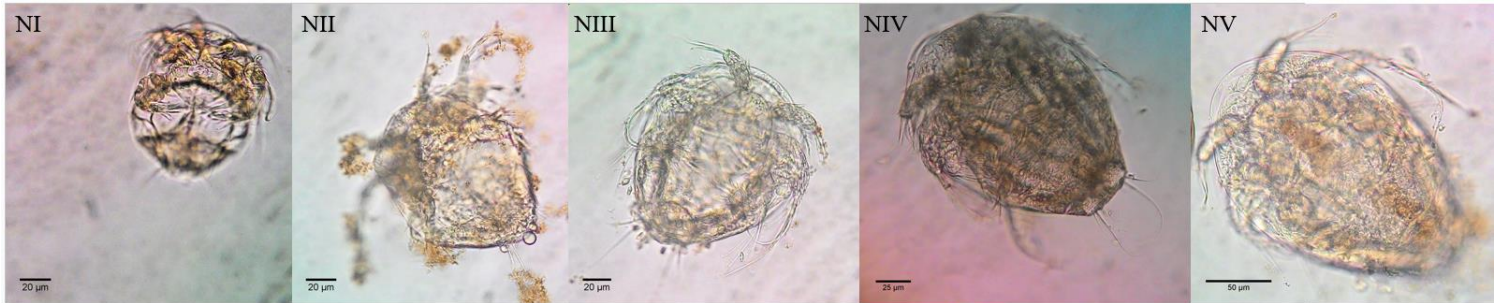


Figura 1 - Desenvolvimento naupliar do Copépodo Cyclopoida *Ectocyclops herbsti* coletado no lago Mayaca, São Carlos, SP, Brasil, em cultivo de laboratório. NI - Náuplio 1; NII - Náuplio 2; NIII - Náuplio 3; NIV - Náuplio 4 e NV - Náuplio 5

Ocorre uma completa modificação morfológica na metamorfose do náuplio V para copepodito I. No ciclo de vida de *E. herbsti* foi verificada a ocorrência de cinco instares de náuplio e seis instares de copepodito. No sexto e último estágio de copepodito o indivíduo atingiu a maturidade, cessando o processo de ecdise, uma característica da Subclasse Copepoda (Figura 2).

As mudanças morfológicas entre os instares do estágio de copepodito são principalmente relacionadas pela presença de um ocelo de cor avermelhada intensa, coloração acastanhada de maneira geral do corpo (Figura 2), por alterações no número de patas natatórias e graus de desenvolvimento das mesmas. O copepodito I apresenta apenas dois pares, o copepodito II três e o copepodito III quatro pares. Entretanto este último adquire um segmento corporal a mais, resultando assim num aumento do seu tamanho corporal. O quarto par de patas só é adquirido durante a transição do copepodito III para o copepodito IV. O último instar de copepodito é marcado pela presença de dois processos que formarão o quinto par de pata, e também pelo encurtamento do ângulo formado pelos ramos furcais, já que no copepodito I ele se apresenta bastante amplo, e nos demais vai sendo gradativamente reduzido o espaço entre os ramos (Figuras 2 e 3).

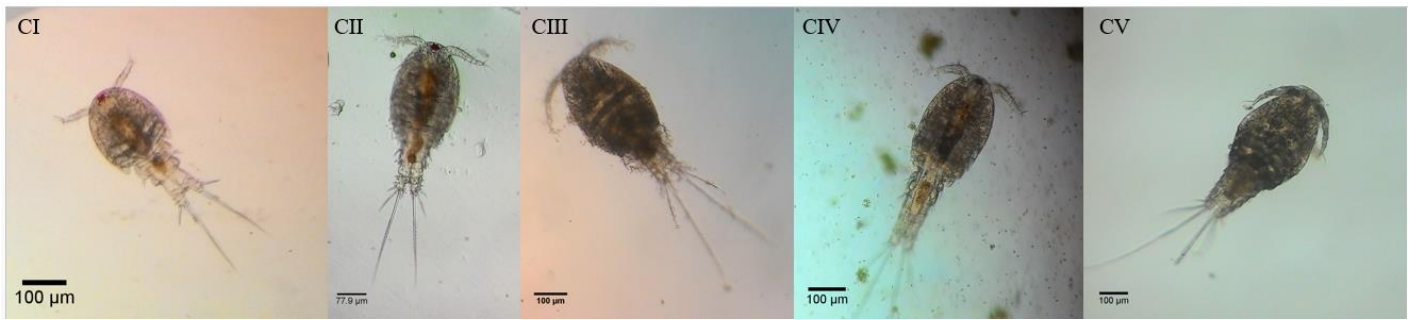


Figura 2 – Desenvolvimento dos instares de copépodo Cyclopoida *Ectocyclops herbsti*, cultivado em laboratório. CI - Copepodito 1; CII - copepodito 2; CIII - copepodito 3; CIV - copepodito 4 e CV - Copepodito 5.

Nos copépodos é um padrão existir diferenças no tamanho e na morfologia corporal entre os sexos (Figura 3). No caso do *E. herbsti* foi registrada em média, diferença de até 100 µm entre o tamanho do macho (650 µm) e da fêmea (750 µm) (Tabela 1). O macho por sua vez apresenta características de fácil distinção em microscópio estereoscópico, mesmo sob pouca magnificação. Estas se referem às antenas geniculadas e à presença de duas estruturas translúcidas no segundo segmento abdominal, correspondentes aos testículos, que produzem e armazenam as células reprodutivas do indivíduo. No momento da cópula este inocula uma quantidade de espermatozoides no receptáculo seminal da fêmea, permitindo que ela passe alguns ciclos de produção de ovos (2 a 3) sem a necessidade de nova fertilização pelo macho. Uma outra distinção é o fato da fêmea apresentar uma faixa mais escura, de coloração cinza, no quinto segmento cefalotorácico, enquanto essa faixa está ausente no macho.

Outra característica observada é que as fêmeas cultivadas em laboratório atingiram menor tamanho corporal ($748,3 \pm 3,73\mu\text{m}$) que aquelas coletadas do habitat natural ($800 \pm 54,01\mu\text{m}$).

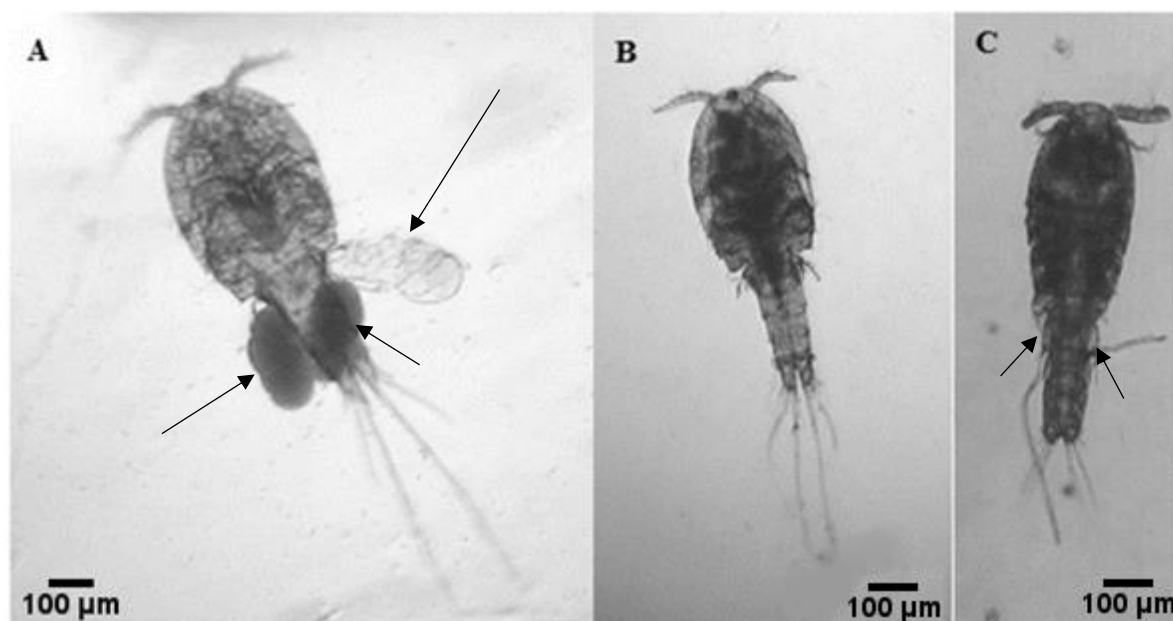


Figura 3 - Adultos de *Ectocyclops herbsti*. A – Fêmea adulta ovígera (As setas indicam um saco ovífero vazio após a eclosão dos ovos, e dois novos sacos ovíferos em formação); B - Fêmea Adulta sem ovos e C - Macho adulto (As setas indicam a posição dos testículos do macho)

Tabela 1 – Faixas de variação do comprimento corporal (em μm) para os estágios naupliar e de copepodito e respectivos ínstares de desenvolvimento (I a V/VI) para a espécie *Ectocyclops herbsti* (Copepoda Cyclopoida)

Estágio/Ínstares	Tamanho em μm	Média/Desvio Padrão
Náuplio I	100 – 110	104,0 \pm 4,90
Náuplio II	120 – 130	123,5 \pm 4,50
Náuplio III	140 – 150	144,0 \pm 4,36
Náuplio IV	175 – 200	189,5 \pm 8,50
Náuplio V	220 – 260	233,0 \pm 21,47
Copepodito I	300 – 330	314,5 \pm 12,34
Copepodito II	400 – 420	409,0 \pm 9,43
Copepodito III	450 – 500	484,0 \pm 18,5
Copepodito IV	510 – 550	537,0 \pm 13,4
Copepodito V	560 – 600	592,0 \pm 8,72
Copepodito VI (Macho)	650 – 670	660,0 \pm 10,00
Copepodito VI (Fêmea)	740 - 750	745,0 \pm 5,00

A fecundidade média da geração F1 foi de $222,75 \pm 8,55$ ovos por fêmea durante todo o ciclo de vida. Destes ovos eclodiram e sobreviveram inicialmente $89,25 \pm 16,60$ náuplios I, ou seja, cerca de apenas 40% dos ovos resultaram em náuplios vivos, o que provavelmente decorreu do canibalismo por parte das próprias fêmeas sobre os náuplios recém-eclodidos. Não houve relação significativa entre o número de ovos e o tamanho das fêmeas, pois estas apresentaram pouca variação de tamanho entre si.

As curvas de crescimento individual obtidas para machos e fêmeas de *E. herbsti* do nascimento até a maturidade está representada na Figura 4. O crescimento seguiu o modelo logístico uma vez que após crescimento exponencial até o quinto dia de vida houve redução gradativa na taxa de crescimento corporal, com tendência ao valor assintótico.

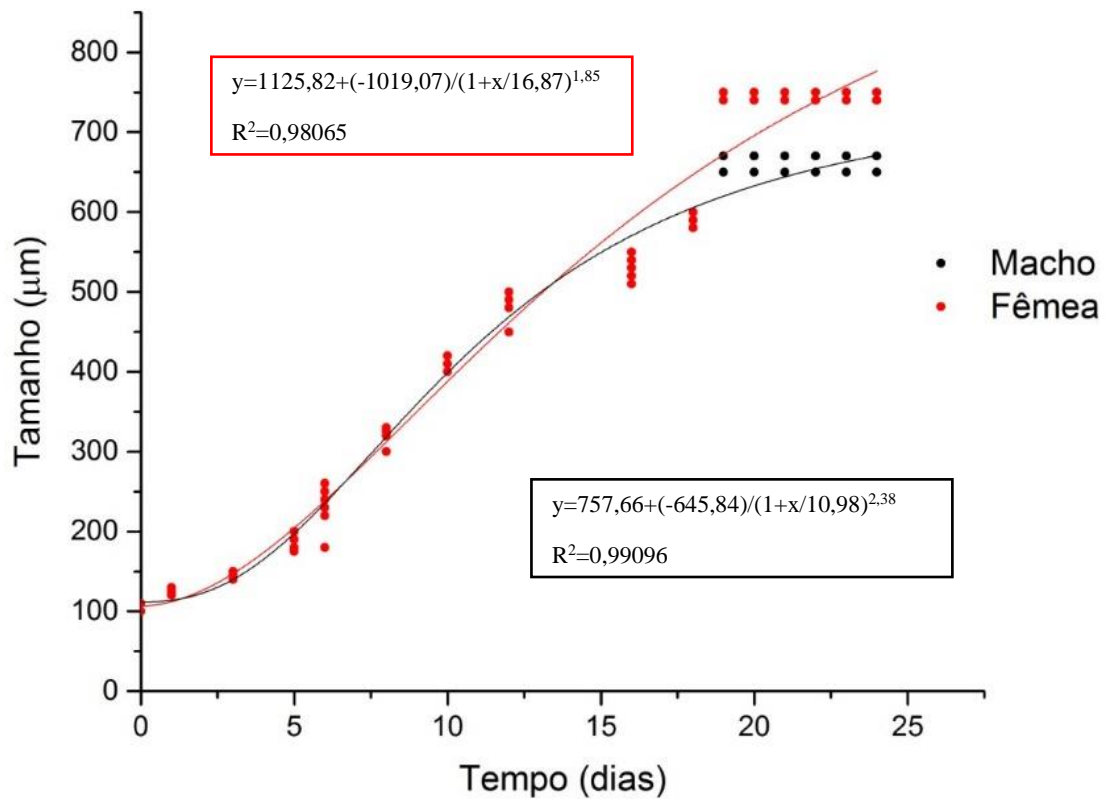


Figura 4– Curvas de crescimento individual de machos e fêmeas de *Ectocyclops herbsti* ($n = 10$) cultivado em condições controladas de temperatura ($25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$) e fotoperíodo (12h luz e 12h escuro) e alimentados com uma suspensão algal mista das microalgas clorofíceas *Pseudokirchneriella subcapitata* e *Chlorella sorokiniana* na concentração aproximada de 10^5 cels. mL^{-1} .

A curva de crescimento populacional de *E. herbsti* é apresentada na Figura 5. O período inicial com lento crescimento representa uma típica condição experimental iniciada com poucos indivíduos.

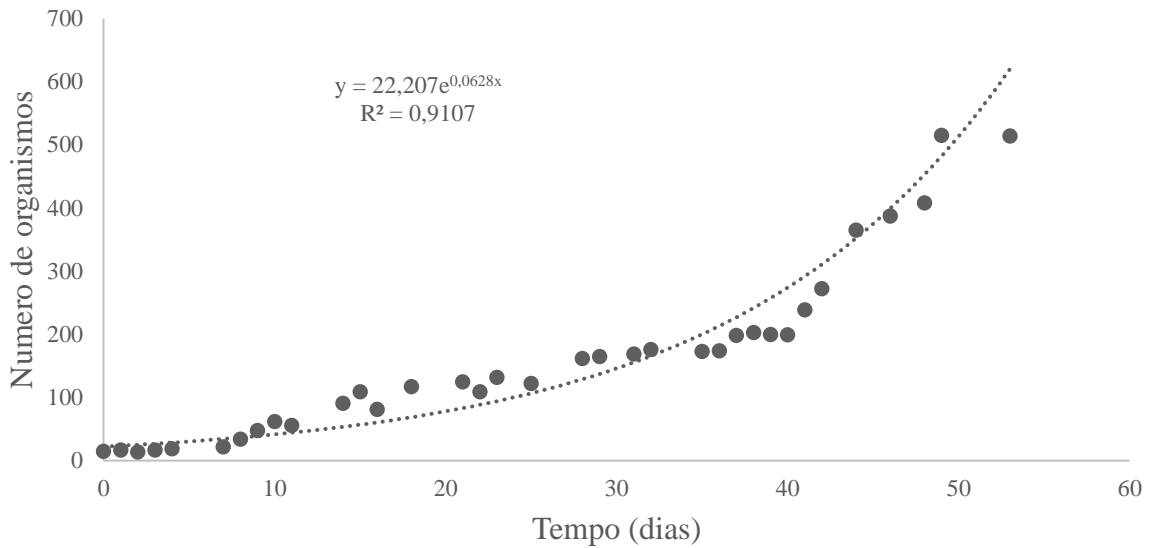


Figura 5 – Curva de crescimento populacional de *Ectocyclops herbsti* (Copepoda Cyclopoida a partir da maturidade dos organismos da primeira geração (F1).

A longevidade média de *E. herbsti* nas condições de cultivo foi de $50,43 \pm 20,73$ dias, onde o último indivíduo oriundo das primeiras desovas morreu após 84 dias de vida. Durante esse período foram mantidos também os náuplios e os copepoditos gerados a partir dos machos e fêmeas da primeira desova, no qual se observa o resultado da metamorfose entre os indivíduos, onde após o declínio de uma fase de desenvolvimento ocorre aumento dos organismos da outra fase. Assim, observa-se que ao diminuir o número de náuplios na população o número de copepoditos aumenta. Isto também é observado em relação aos copepoditos e os adultos da F2 (organismos resultantes dos casais da primeira desova), ou seja, decresce o número de copepoditos, entretanto o número de adultos aumenta de forma proporcional (Figura 6).

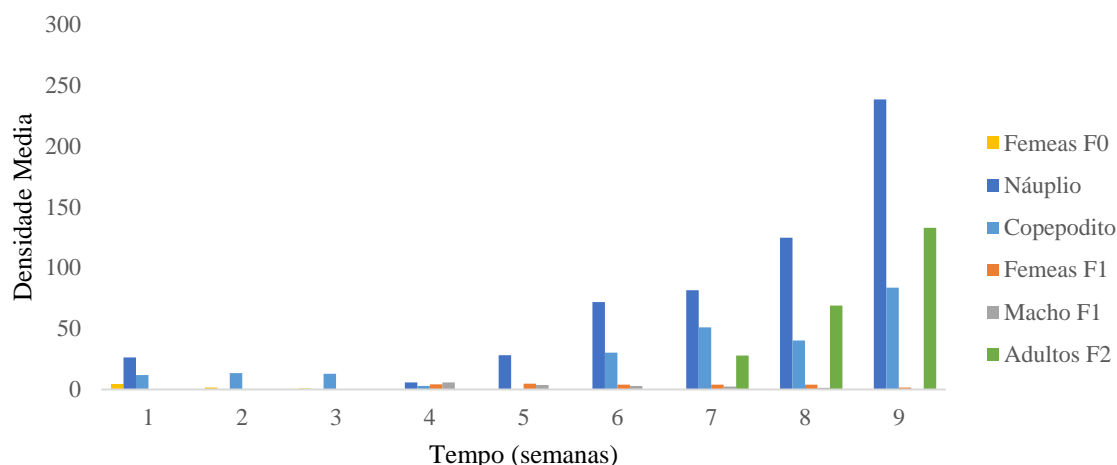


Figura 6 – Densidade média de indivíduos de *Ectocyclops herbsti* em diferentes fases de desenvolvimento e de cada um dos sexos no decorrer de 9 semanas de experimento sobre a dinâmica populacional da espécie em cultivo de laboratório.

A Tabela de vida de *E. herbsti* obtida em cultivo de laboratório nas mesmas condições anteriormente especificadas (Tabela 2) sumariza as principais variáveis demográficas e reprodutivas ao longo do ciclo de vida da espécie.

Tabela 2 –Tabela de vida do Copepoda Cyclopoida *Ectocyclops herbsti* sendo n_x (número de organismos), x^* (Idade como desvio percentual do tempo médio de vida), dx (taxa de mortalidade), lx (Proporção de organismos sobreviventes ao início do intervalo de idade x , qx (taxa de mortalidade entre o início do intervalo de idade x e o início do intervalo de idade $x + 1$).

x	n_x	x^*	dx	lx	Q_x
0 a 1	49	-100	13	1,00	0,27
5 a 6	17	-90,08	3	0,35	0,18
10 a 11	13	-80,16	0	0,27	0,00
15 a 16	13	-70,24	1	0,27	0,08
20 a 21	12	-60,32	0	0,24	0,00
25 a 26	11	-50,40	0	0,22	0,00
31 a 34	9	-38,49	0	0,18	0,00
39 a 40	8	-42,46	0	0,16	0,00
46 a 48	7	-8,73	0	0,14	0,00
54 a 57	7	7,14	0	0,14	0,00
64 a 65	6	26,98	0	0,12	0,00
71 a 72	5	40,87	0	0,10	0,00
80 a 83	1	58,73	1	0,02	1,00

A curva de sobrevivência de uma coorte de *E. herbsti* no decorrer da sua longevidade, foi plotada com base na proporção de organismos sobreviventes no início de cada intervalo de idade x (lx) em função do tempo de cultivo em dias (Figura 7).

Observa-se um decréscimo exponencial no número de organismos dos instares iniciais, até atingirem o estágio de copepodito (décimo dia), e a partir do primeiro ínstar uma diminuição gradual no número de sobreviventes até a morte dos últimos indivíduos desta coorte.

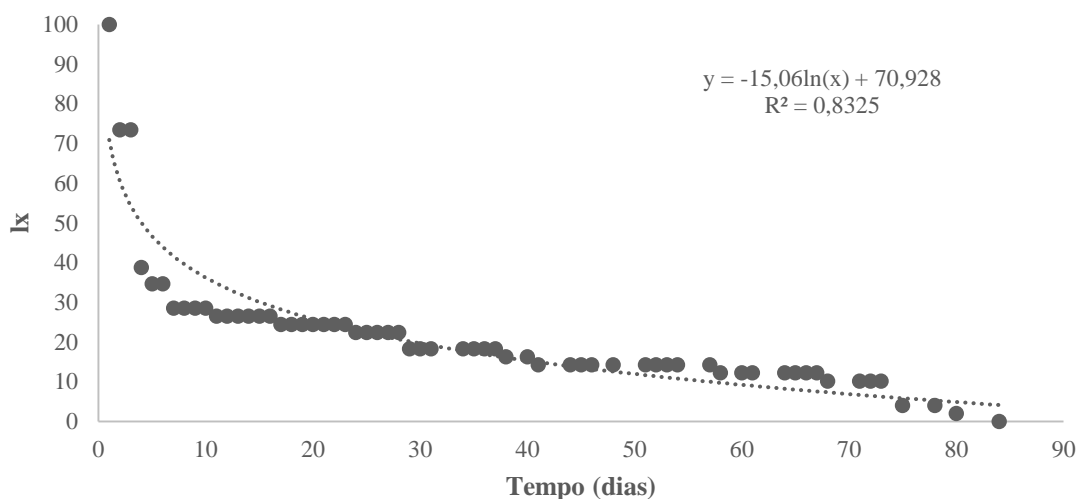


Figura 7. Curva de sobrevivência de uma coorte de *Ectocyclops herbsti*, no decorrer da sua longevidade.

Discussão

A espécie *E. herbsti* foi descrita na Amazônia por Dussart (1984) e posteriormente por Reid (1987) em campos úmidos do cerrado, na bacia do alto rio Paraná e em Cananeia, SP (Silva, 2003). Foi também recentemente registrada em lagos naturais do médio Rio Doce, MG (MAIA-BARBOSA et al., 2014). Trata-se, portanto, de uma espécie com ampla distribuição geográfica na América do Sul.

Neste estudo são descritos pela primeira vez os parâmetros do ciclo de vida desta espécie e a dinâmica populacional desta em cultivo de laboratório. O tempo médio de desenvolvimento embrionário de *E. herbsti* (1,8 dias) é semelhante ao de espécies de ciclopóides de tamanho similar, como *Paracyclops pilosus* (1,85 dias) reportado por Silva et al. (2015), e de *Mesocyclops longisetus* (1,84 dias) e *Tropocyclops prasinus* (1,61 dias) descritos por Melão & Rocha (2004). Por outro lado, esse valor superior ao de duas espécies de *Thermocyclops* descritas por Rietzler (1995), *Thermocyclops minutus* (1,12 dias) e *Thermocyclops decipiens* (1,33 dias).

A duração do desenvolvimento pós-embrionário de *E. herbsti* (19,5 dias) comparada à de outras espécies evidencia que *E. herbsti* tem duração de desenvolvimento superior à de *P. fimbriatus* que variou de 6 a 8 dias (MELÃO, 1997) e a de *Paracyclops pilosus* com 12,83 dias (SILVA et al., 2015). Aparentemente, a duração do desenvolvimento pós-embrionário tende a aumentar à medida que aumenta o tamanho corporal do adulto da espécie. Assim, *Eucyclops*

serrulatus tem a duração de 11,5 dias (MAIER, 1990) e *Mesocyclops longisetus*, uma das espécies de ciclopoídes de maior tamanho corporal em águas doces, tem duração de 26 dias (MELÃO, 1997).

A taxa metabólica absoluta dos organismos é diretamente relacionada com o tamanho corporal dos mesmos sendo maior nos organismos de maior porte, o que interfere diretamente na duração dos diferentes estágios de desenvolvimento (GRODZINSKI et al., 1975). Entretanto essa não é uma regra geral, apresentando exceções. Por exemplo, Vidal (1980) verificou um padrão oposto para copépodes Calanoida marinhos, onde das duas espécies cultivadas, a de menor tamanho (*Pseudocalanus sp.*) teve maior duração de desenvolvimento do que a espécie de maior tamanho (*Calanus pacificus*).

Em condições de cultivo de laboratório a longevidade de *E. herbsti*, variou entre 33 e 84 dias, com valor médio de 50,4 dias. Dentre os fatores que afetam a longevidade destacam-se o sexo dos organismos, a temperatura da água, e a qualidade e ou a quantidade de alimento fornecido. Melão & Rocha (2004) encontraram valores médios semelhantes para duas espécies de ciclopoídes cultivados sob a mesma temperatura (25°C): *T. prasinus* (57,6 dias) e *Mesocyclops longisetus* (50,75 dias). Entretanto são encontradas espécies como *Thermocyclops minutus* com longevidade média de 27,4 dias, inferior que a de diversas espécies estudadas.

Uma característica observada no ciclo de vida de *H. herbsti* foi a ocorrência de 5 instares naupliares e não os 6 usualmente observados para os Copepoda (DUSSART, 1969). Contudo, a ocorrência de 5 instares naupliares já foi anteriormente reportada para outras espécies de Cyclopoida (RYLOV, 1948; DUSSART, 1969; VIJVERBERG, 1980; ANNUNCIACÃO, 2016).

No presente estudo as fêmeas ovígeras coletadas no lago Mayaca não ultrapassaram 800 µm, e as cultivadas em laboratório foram menores, não ultrapassando 750µm. Assim o tamanho do corpo das fêmeas no presente estudo foi inferior aos reportados na literatura para esta mesma espécie, os quais variaram de 820 a 979 µm (HERBST, 1959; DUSSART, 1985; SILVA, 2003). Esta variação pode ser tanto devido a diferenças de temperatura como à disponibilidade e qualidade de alimento, como ressaltado por diversos autores Saiz et al. (2015), Hart (1981) e Melão (1999), especialmente para cladóceros e copépodos.

As fêmeas apresentaram, relativamente, baixa fecundidade. Este fato pode ser devido a características intrínsecas da espécie, às condições nutricionais às quais as fêmeas ovígeras

estiveram expostas tanto no corpo de água de onde foram coletadas, assim como pelas condições de cultivo (STØTTRUP & JENSEN, 1990; DRILLET et al., 2011; GUENTHER et al., 2015).

Ao longo do ciclo de vida observou-se que *E. herbsti* apresentou valores de fecundidade nas sucessivas reproduções ligeiramente inferiores à inicial, sugerindo que as condições de temperatura, fotoperíodo e nutricionais (suspensão das microclorófitas *P. subcapitata* e *C. sorokiniana* na concentração de aproximadamente 10^5 cels mL⁻¹) podem ter sido limitantes. Contudo, uma produção média de $16,0 \pm 2,04$ ovos /fêmea /ninhada parece ser normal para pequenos copépodos Cyclopoida. Para *Calanus helgolandicus* (Calanoida), a produção média de ovos foi de 9.3 ± 4.3 ovos /fêmea /ninhada (COLE et al., 2015), bem menor que o registrado para o ciclopóide aqui estudado. Por outro lado, Zamora-Terol & Saiz, 2013 encontraram valores variando entre 8 a 20 ovos para *Oithona davisae*, um Cyclopoida de menor tamanho (326 até 330µm).

A Tabela de vida é uma ferramenta importante quando se trata da dinâmica populacional de qualquer espécie, pois retrata os principais parâmetros demográficos da população (STILING, 1996; TOWNSEND et al., 2009). O fato da coorte de *E. herbsti* ter apresentado um padrão côncavo (TOWNSEND et al., 2009) resultante da maior mortalidade no início do desenvolvimento é um alerta para o fato da necessidade de preservação dos ambientes onde a espécie é encontrada, tendo em vista que as fases mais jovens são geralmente as mais suscetíveis aos fatores limitantes e distúrbios ambientais (PINTO, 2013)

Após passar pela fase crítica de metamorfose do estágio naupliar para o estágio de copepodito há marcante redução na taxa de mortalidade da coorte, provavelmente devido à maior resistência fisiológica e maior escape aos predadores devido à capacidade natatória mais desenvolvida. Este padrão é o mais frequente entre organismos aquáticos incluindo peixes (PEREIRA, 2016) e macroinvertebrados bentônicos como as larvas e ninfas de insetos e moluscos (STILING, 1996).

Conclusões

Os parâmetros do ciclo de vida de *E. herbsti* evidenciam que esta espécie possui maior duração de desenvolvimento embrionário e pós embrionário que outras espécies de pequenos ciclopóides com base na comparação com dados de literatura.

O número total de ovos produzidos ao longo do ciclo de vida é elevado e isto se reflete em elevado crescimento populacional no cultivo em laboratório. Estas características sugerem que *E. herbsti* tem elevado potencial biótico podendo atingir elevadas densidades populacionais sob condições favoráveis e assim desempenhar papel relevante nos corpos de água onde ocorre.

Agradecimentos

Agradecemos ao Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq) pela bolsa de mestrado concedida (processo 132452/2015-4), aos técnicos Alcídio Culósio e José Valdecir de Lucca pela coleta organismos vivos e à MSc Aline Andrade Godoy pelo ajustamento das curvas de crescimento.

Referências

- ANNUNCIACÃO, W. F., 2016. Influência de fatores abióticos na produção do copépode *Bestiolina similis* e do protozoário ciliado *Euplotes sp.* (Tese de Doutorado), Universidade Federal de Santa Catarina.
- BOISSONNOT, L., NIEHOFF, B., HAGEN, W., SØREIDE, J. E., & GRAEVE, M. 2016. Lipid turnover reflects life-cycle strategies of small-sized Arctic copepods. *Journal of Plankton Research*, 38 (6), 1420-1432.
- CARVALHO, J., 1955. *Bomolochus xenomelanirisi* n. sp. parasito de Peixe-Rei: *Xenomelaniris brasiliensis* (Quoy & Gaimard) (Copepoda-Cyclopoida; Pisces-Mugiloidei). *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 6 (1-2), 143-155.
- CEPEDA, G. D., SABATINI, M. E., SCIOSCIA, C. L., RAMÍREZ, F. C., & VIÑAS, M. D., 2016. On the uncertainty beneath the name *Oithona similis* Claus, 1866 (Copepoda, Cyclopoida). *ZooKeys*, (552), 1.
- COELHO, P. N., DE OLIVEIRA, E. B. B., & DOS SANTOS-WISNIEWSKI, M. J., 2014. Comunidade zooplancônica em um pequeno corpo d'água associado a um fragmento florestal e pastagem no município de Alfenas-MG. *Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista*, 10 (3), pp. 85-100.
- COLE, M., LINDEQUE, P., FILEMAN, E., HALSBAND, C., & GALLOWAY, T. S., 2015. The impact of polystyrene microplastics on feeding, function and fecundity in the marine copepod *Calanus helgolandicus*. *Environmental Science & Technology*, 49(2), 1130-1137.
- DE ROA, E. Z., GORDON, E., MONTIEL, E. D. I. E., DELGADO, L. A. U. R. A., BERTI, J., & RAMOS, S., 2002. Association of cyclopoid copepods with the habitat of the malaria

vector *Anopheles aquasalis* in the peninsula of Paria, Venezuela. *Journal of the American Mosquito Control Association-Mosquito News*, 18 (1), 47-51.

DRILLET, G., FROUËL, S., SICHLAU, M. H., JEPSEN, P. M., HØJGAARD, J. K., JOARDER, A. K., & HANSEN, B. W., 2011. Status and recommendations on marine copepod cultivation for use as live feed. *Aquaculture*, 315(3), 155-166.

DUSSART B., 1969. Bernard. Les copepodes des eaux continentales d' Europe Occidentale. Paris: N. Boube; 292 p.

DUSSART, B. H., FERNANDO, C. H., MATSUMURA-TUNDISI, T., & SHIEL, R. J., 1984. A review of systematics, distribution and ecology of tropical freshwater zooplankton. In *Tropical Zooplankton* (pp. 77-91). Springer Netherlands.

DUSSART B. & DEFAYE D., 1985. In: *Répertoire mondial des Copépodes Cyclopoïdes* B. Dussart et D. Defaye; [éds.] Centre Editeur: Ed. du CNRS. Paris, Vol. I.236 pp.

DUSSART, B. H., & FRUTOS, S. M. 1985. Sur quelques copépodes d'Argentine. *Rev. Hydrobiol. Trop*, 18, 305-314.

ELMOOR-LOUREIRO, L. M., DE MENDONÇA-GALVÃO, L., REID, J. W., & FERNANDES, L. F., 2016. Avaliação dos copépodos (Harpacticoida: Canthocamptidae, Parastenocarididae; Calanoida: Diaptomidae, Temoridae; Cyclopoida: Cyclopidae). *Livro Vermelho dos Crustáceos do Brasil: Avaliação 2010-2014* - ISBN 978-85-93003-00-4, 113-125p

ESTEVEES, F. A., 2011 *Fundamentos de Limnologia*. Rio de Janeiro: Editora Interciência. 1ª ed. 826p.

FRYER, G., 1957. The Food of Some Freshwater Cyclopoid Copepods and its Ecological Significance. *Journal of Animal Ecology*, 26(2), 263-286. Doi: 10.2307/1747

GUENTHER, M., DURST, R., FELISMINO, W. S., PESSOA, V. T., & NEUMANN-LEITÃO, S., 2015. Feeding ecology of *Apocyclops procerus* (Copepoda, Cyclopoida) under experimental conditions. *Crustaceana*, 88(3), 283-297.

GRODZINSKI, W., KLEKOWSKI, R. Z., & DUNCAN, A., 1975. *Methods for ecological bioenergetics*. Blackwell Scientific Publications.

HELVÉCIO, L. D., 2008. Seasonal fluctuations of the microcrustacean assemblages in the littoral zone of Lake Dom Helvécio (Parque Estadual do Rio Doce, MG). *Acta Limnol. Bras*, 20(3), 213-219.

HERBST, H. V., 1959, *Brasilianische Süßwassercyclopoiden* (Crustacea Copepoda). *Gewäss Abwäss*, 24: 49-73.

HUYS, R. & BOXSHALL, G., 1991. Evolutionary trends within the Copepoda. *Copepod Evolution*, the Royal Society of London (eds.), 169, London, 315-370.

- HART, R. C., 1981. Population dynamics and demography of an estuarine copepod (*Pseudodiaptomus hessei*) in Lake Sibaya, a subtropical freshwater coastal lake. *Journal of the Limnological Society of Southern Africa*, 7(1), 13-23.
- KARANOVIC, T., GIBSON, J. A., HAWES, I., ANDERSEN, D. T., & STEVENS, M. I., 2014. *Diacyclops* (Copepoda: Cyclopoida) in Continental Antarctica, including three new species. *Antarctic Science*, 26(3), 250.
- MAIA-BARBOSA, P. M., MENENDEZ, R. M., PUJONI, D. G. F., BRITO, S. L., AOKI, A., & BARBOSA, F. A. R. 2014. Zooplankton (Copepoda, Rotifera, Cladocera and Protozoa: Amoeba Testacea) from natural lakes of the middle Rio Doce basin, Minas Gerais, Brazil. *Biota Neotropica*, 14(1).
- MAIER G., 1990. The effect of temperature on the development, reproduction, and longevity of two common cyclopoid copepods – *Eucyclops serrulatus* (Fischer 1851) and *Cyclops strenuous* Fischer, 1851. *Hydrobiologia*. 203:165–175.
- MATSUMURA-TUNDISI, T., & TUNDISI, J. G., 2011. Checklist dos Copepoda Calanoida de água doce do Estado de São Paulo. *Biota neotrop.* (Online, Ed. Port.), 11 (supl. 1), 551-557.
- MATSUMURA-TUNDISI, T., & TUNDISI, J. G., 2003. Calanoida (Copepoda) species composition changes in the reservoirs of São Paulo State (Brazil) in the last twenty years. *Hydrobiologia*, 504 (1-3), 215-222.
- MELÃO M. G. G., 1997. A comunidade planctônica fitoplâncton e zooplâncton e produtividade secundária do zooplâncton de um reservatório oligotrófico. Tese de doutorado. São Carlos (SP): Universidade Federal de São Carlos; 152 p.
- MELÃO, M. G. G., 1999. Desenvolvimento e aspectos reprodutivos de cladóceros e copépodos de águas continentais brasileiras. *Perspectivas da Limnologia no Brasil* (MLM Pompêo, org.). Gráfica e Editora União, São Luís, 45-57.
- MELÃO, M. D. G. G., & ROCHA, O., 2004. Life history, biomass and production of two planktonic cyclopoid copepods in a shallow subtropical reservoir. *Journal of Plankton Research*, 26(8), 909-923p.
- MOREY, G. A. M.; MOREIRA, A. da C.; MALTA, J. C. de O., 2015. As espécies de Copepoda (Crustacea: Ergasilidae) parasitas dos filamentos branquiais de *Potamorhina latior* (Spix & Aassiz, 1829) (Characiformes: Curimatidae) de lagos de várzea da Amazônia Central, Brasil. *Folia Amazônica*, 24(2), 103-108.
- PERBICHE-NEVES, G.; DA ROCHA, C. E. F.; NOGUEIRA, M. G., 2014. Estimating cyclopoid copepod species richness and geographical distribution (Crustacea) across a large hydrographical basin: comparing between samples from water column (plankton) and macrophyte stands. *Zoologia (Curitiba)*, 31(3), 239-244.
- PERBICHE-NEVES, G., BOXSHALL, G. A., NOGUEIRA, M. G., & DA ROCHA, C. E., 2014. Trends in planktonic copepod diversity in reservoirs and lotic stretches in a large river basin in South America. *Marine and Freshwater Research*, 65 (8), 727-737.

PERBICHE-NEVES, G., SAITO, V. S., PREVIATTELLI, D., DA ROCHA, C. E., & NOGUEIRA, M. G., 2016. Cyclopoid copepods as bioindicators of eutrophication in reservoirs: Do patterns hold for large spatial extents? *Ecological Indicators*, 70, 340-347.

PEREIRA, G. M. D. C., 2016. Avaliação da concordância dos principais testes utilizados para comparação de curvas de sobrevivência por meio de simulações. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa.

PINTO, E. D. C. P., 2013. Toxicidade de petróleo bruto sobre microcrustáceo *Daphnia similis* em água de rio e água de produção de petróleo.

REID J.W., 1985. Chave de identificação para as espécies continentais sul-americanas de vida livre da Ordem Cyclopoida (Crustacea, Copepoda). *Boletim Zoologia*. 9, 17–143.

REID, J. W., 1987 The cyclopoid copepods of a wet campo marsh in central Brazil. *Hydrobiologia*, v. 153 (2), 121-138.

REID, J. W., 1998. How "cosmopolitan" are the continental cyclopoid copepods? Comparison of the North American and Eurasian faunas, with description of *Acanthocyclops parasensitivus* sp. n. (Copepoda: Cyclopoida) from the USA. *Zoologischer Anzeiger*, 236(2-3), 109-118.

ROCHA, C. E. F. & M. J. C. BOTELHO., 1998. Maxillopoda-Copepoda-Cyclopoida. 129-166. In: Young, P.S. (Ed.). *Catalogue of Crustacea of Brazil*. Series book 6, National Museum, Rio de Janeiro. 717 p.

RYLOV V.M., 1948. Fauna of VSSR. Vol. 3 (3): Freshwater Cyclopoida. Israel Program for Scientific Translations. Jerusalem 1963. pp. 314.

SAIZ, E., CALBET, A., GRIFFELL e K., BERSANO, J. G. F., ISARI, S., SOLÉ, M., & ALCARAZ, M., 2015. Ageing and caloric restriction in a marine planktonic copepod. *Scientific reports*, 5.

SHAH, J. A.; PANDIT, A. K. e SHAH, G. M., 2016. Copepoda community of freshwaters: A review. *American Advances Journal of Biological Sciences*, 2 (5), 168-174.

SILVA, W. M. D., 2003. *Diversidade dos Cyclopoida (Copepoda, Crustacea) de água doce do Estado de São Paulo: taxonomia, ecologia e genética* (Doctoral dissertation, Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR). Centro de Ciências Biológicas e da Saúde).

SILVA, L. C., NUNES, M. V., DE LUCCA, J. V., & ROCHA, O., 2015. Life cycle of *Paracyclops pilosus* Dussart, 1983 (Crustacea: Copepoda: Cyclopoida) and first record in Brazil. *Tropical Zoology*, 28(3), 126-135.

SILVA, W. M. da; MATSUMURA-TUNDISI, T., 2011. Checklist dos Copepoda Cyclopoida de vida livre de água doce do Estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotrop.* Campinas, 11 (supl. 1), 559-569.

STILING, P. D., 1996. *Ecology: theories and applications*. 539p.

STØTTRUP, J. G., & JENSEN, J., 1990. Influence of algal diet on feeding and egg-production of the calanoid copepod *Acartia tonsa* Dana. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 141(2-3), 87-105.

TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L., 2009 Fundamentos em Ecologia. Editora Artmed,

TUNDISI, J.G. & MATSUMURA-TUNDISI, T. 2016. Limnologia. Ed. Oficina de Textos, São Paulo, 1st ed., 632pp.

VIDAL, J., 1980. Physioecology of zooplankton. II. Effects of phytoplankton concentration, temperature, and body size on the development and moulting rates of *Calanus pacificus* and *Pseudocalanus* sp. *Mar. Biol.* 56: 135–146.

VIJVERBERG, J., 1980. Effect of temperature in laboratory studies on development and growth of Cladocera and Copepoda from Tjeukemeer, The Netherlands. *Freshwater Biology*, 10(4), 317-340.

VILLABONA-GONZÁLEZ, S. L., RAMÍREZ-RESTREPO, J. J., PALACIO-BAENA, J. A., & BONECKER, C. C. 2015. Response of the zooplankton biomass to the gradient of trophic status, and rainfall of a tropical reservoir. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, físicas y Naturales*, 39(152), 374-388.

ZAMORA-TEROL, S., & SAIZ, E., 2013. Effects of food concentration on egg production and feeding rates of the cyclopoid copepod *Oithona davisae*. *Limnol. Oceanogr*, 58(1), 376-387.

3 - Ciclo de vida do microcrustáceo *Eucyclops ensifer* Kiefer, 1934 (Copepoda: Cyclopoida) e sua dinâmica populacional em cultivo de laboratório.

Resumo

Eucyclops ensifer foi coletado em uma nascente do córrego Igualdade, município de São Manuel, SP, Brasil em junho de 2016, para a determinação das principais características do ciclo de vida desta espécie. Foram avaliadas a duração do desenvolvimento, a fecundidade, a longevidade e outras variáveis e parâmetros derivados destas para a construção da tabela de vida de uma coorte. A duração média do desenvolvimento embrionário foi de $1,03 \pm 0,24$ dias e a duração do desenvolvimento pós-embrionário foi de $13,5 \pm 2,5$ dias. A longevidade média de *E. ensifer* nas condições de cultivo foi de $48,5 \pm 26,5$ dias. Esta espécie apresentou seis estágios naupliares e seis estágios de copepodito, correspondendo o último deles ao adulto. A espécie apresentou um padrão de sobrevivência da coorte do tipo côncavo. Pode-se concluir que *E. ensifer* é uma espécie de curto tempo de geração, com cultivo um pouco dificultado devido a difícil reprodução das condições ambientais encontradas no ambiente onde foi coletado por este apresentar elevada qualidade ambiental.

Palavras-chave: desenvolvimento, fecundidade, longevidade, nascente, taxa de sobrevivência, tabela de vida.

Introdução

A manutenção da biodiversidade encontrada no planeta, se tornou e continua sendo uma das atividades mais importantes e fundamentais para a perpetuação da vida na Terra. Com o desenvolvimento tecnológico, o crescimento da população humana e a expansão desordenada das cidades e conseqüentemente maior demanda por matéria prima e alimento os ambientes naturais são alvos de acelerada degradação (AGOSTINHO et al., 2007; ZENI et al., 2015)

Ambientes aquáticos por sua vez são particularmente mais vulneráveis aos impactos antrópicos, de forma direta ou indireta. Diversos impactos são responsáveis pela drástica redução da biodiversidade no ambiente, como por exemplo: eutrofização excessiva, introdução de espécies exóticas, construção de barragens, retirada da vegetação ripária dos corpos d'água, poluição e contaminações em geral, com qualquer substância, ou produto que altere a composição e características do ambiente (TUNDISI, 2008; FONSECA et al., 2014).

Nos ambientes aquáticos a comunidade zooplanctônica tem grande representatividade na diversidade de espécies e relevância funcional por participar na transferência da matéria orgânica indisponível em matéria orgânica disponível para organismos de níveis tróficos superiores (ESTEVES, 2011; MATSUMURA-TUNDISI & TUNDISI, 2005). Ela é composta por organismos que apresentam tamanho corporal diminuto e ciclo de vida rápido, o que lhes permite refletirem de maneira significativa as alterações no ambiente em que estão inseridos. Os principais grupos componentes do zooplâncton das águas doces são os representantes do Filo Rotifera, e das subordens de microcrustáceos Cladocera e Copepoda, do filo Arthropoda (ROCHA et al., 1995; PINESE, 2012).

Os copépodos de água doce pertencem a três ordens: Calanoida, Cyclopoida e Harpacticoida (SUTHERS & RISSIK, 2009). Os copépodos da ordem Calanoida, são especificadamente herbívoros se alimentando de algas em suspensão e pequenos fragmentos de macrófitas, enquanto que por sua vez os organismos das ordens Cyclopoida apresentam hábitos mais variados, sendo em grande maioria onívoros, mas algumas espécies apresentam hábito alimentar predador, se alimentando de rotíferos, bactérias, outros copépodos, larvas de invertebrados e também larvas de peixes. Com isso, existem diversos trabalhos explorando as possibilidades de utilização de espécies de copépodos ciclopidas para controle de mosquitos (MARTEN et al., 1994). Por exemplo a espécie *Mesocyclops aspericornis* foi testada para o controle biológico das larvas de insetos transmissores de doenças como o *Aedes albopictus* (MARTEN 1989a, 1989b), *Aedes aegypti* (VASUGI et al., 2013; KALIMUTHU et al., 2014), *Aedes polynesiensis* (BROWN et al., 1991; LARDEUX 1992; LARDEUX et al., 1992) e *Anopheles albimanus* (MARTEN et al., 1989).

O gênero *Eucyclops* pertence à subfamília Eucyclopinae, que abrange organismos com ampla distribuição geográfica no continente americano. Nas Américas ocorrem 28 espécies deste gênero e mais de 800 registros para a ocorrência das espécies a maioria das quais está distribuída no leste dos Estados Unidos, no México, Argentina e Brasil (SUAREZ-MORALES et al., 2004; MERCADO-SALAS & SUAREZ-MORALES, 2014).

A região Neotropical tem a maior riqueza (18 espécies) e a região Neártica um pouco menor (14 espécies). Um total de 22 espécies ocorre na América do Sul, com quatro espécies endêmicas deste continente (SUAREZ-MORALES et al., 2004; PERBICHE-NEVES et al., 2014). No Brasil são registradas 8 espécies, de acordo com Rocha et al. (1998), sendo elas: *Eucyclops ensifer* Kiefer, 1936; *E. leptacanthus* Kiefer, 1956; *E. neotropicus* Kiefer, 1956, *E.*

neumani neumani Pesta, 1927, *E. serrulatus* Fisher, 1851, *E. siolii*, Herbst, 1962, *E. solitarius* Herbsti, 1959, e *E. subciliatus* Dussart, 1984.

As espécies deste gênero caracterizam-se por apresentarem 12 segmentos na antênula, receptáculo seminal da fêmea sem projeções corniformes e ramo caudal da fêmea com espínulos na margem externa (REID, 1985; SILVA, 2003).

A espécie *Eucyclops ensifer* é endêmica da América do Sul. No Brasil tem ocorrências registradas no Distrito Federal (REID, 1993) no estado de São Paulo, (ROCHA & MATSUMURA-TUNDISI, 1976); no Rio Grande do Sul (FALLAVENA, 1985) na bacia do alto rio Paraná (LIMA et al., 1998; VELHO et al., 2001; BRAGHIN, 2015), em Minas Gerais (PINESE et al., 2009) e em países da América do Sul como Argentina e Chile (SILVA, 2003; DE LOS RÍOS ESCALANTE et al., 2014; MERCADO-SALAS et al., 2012; DE LOS RÍOS ESCALANTE & ROBLES, 2013).

E. ensifer é uma espécie encontrada na zona limnética de corpos de água lênticos (PERBICHE-NEVES, 2011) e lóticos (presente estudo), mas ocorre principalmente nas regiões litorânea e bentônica de lagos, lagoas e reservatórios. É uma espécie de hábito alimentar onívoro, alimentando-se de protozoários, bactérias, algas e em alguns casos de larvas e/ou ovos de insetos (SANTOS & ANDRADE, 1997). Normalmente apresenta coloração acinzentada, com ocelo de cor preta ou marrom escura (presente estudo).

Conhecer o comportamento, a distribuição e a história de vida desses organismos constitui uma ferramenta importante para compreender e em muitos casos solucionar questões como as alterações ambientais podem interferir ou comprometer a biodiversidade das espécies encontradas na natureza. Para tanto informações básicas sobre a dinâmica populacional, características do ciclo de vida, e projeções realizadas na construção das tabelas de vida podem auxiliar a compreensão das exigências básicas quanto às qualidades do ambiente, que são necessárias para a defesa da preservação dos ecossistemas aquáticos e a diversidade de sua biota (COSTA, 2016; TUNDISI & MATSUMURA-TUNDISI, 2005).

Este trabalho teve como objetivo estudar o ciclo de vida e a dinâmica populacional da espécie *Ectocyclops ensifer* em laboratório.

Materiais e Métodos

Coleta de espécimes e identificação taxonômica da espécie

As fêmeas ovígeras utilizadas para a obtenção dos náuplios a serem cultivados foram coletadas na nascente do Riacho da Igualdade situada nos limites municipais de São Manuel/SP 22° 43' 52" S e 48° 34' 14" W, em junho de 2016, por meio de arrasto horizontal com rede de plâncton de 68 µm de abertura da malha, na região litorânea. O material coletado foi triado e quatro fêmeas ovígeras de *E. ensifer* foram selecionadas. A identificação taxonômica foi realizada com o auxílio de uma chave especializada para espécies de copépodos ciclopoides sul americanos (REID, 1985) e posterior confirmação junto à literatura em que a espécie foi primeiramente descrita (KIEFER, 1936).

O comprimento total das fêmeas a partir do topo do cefalotórax até a extremidade final do ramo furcal, foi medido com o auxílio de ocular micrometrada em microscópio ótico da marca LEICA, modelo DMLS, em aumentos de até 100x. Cada fêmea foi mantida individualmente em um recipiente plástico, não tóxico, de 50 mL de meio de cultivo, que consistiu de uma mistura da água proveniente do próprio local de coleta da espécie, filtrada em rede de 68 µm e de água reconstituída com dureza de 40 a 48 mg CaCO₃/L e pH neutro, ao redor de 7,0, diminuindo assim a possibilidade de desequilíbrio osmótico.

Todos os frascos de cultivo foram mantidos em incubadora (marca FANEM) sob condições controladas, na temperatura de 25°C ± 2°C e fotoperíodo de 12h luz e 12h escuro. Como alimento foi utilizada uma suspensão algal mista das microclorofíceas *Pseudokirchneriella subcapitata* e *Chlorella sorokiniana* na concentração aproximada de 10⁵ cels. mL⁻¹.

Experimentos

Diariamente as fêmeas ovadas foram observadas até a eclosão dos náuplios, os quais foram medidos e mantidos em recipiente sem a presença das mesmas para evitar o canibalismo. Os náuplios e posteriormente os copepoditos foram contados diariamente e tiveram o comprimento corporal medido para avaliação do crescimento individual e troca de instares.

As trocas do meio de cultivo e o fornecimento de nova suspensão alimentar foram feitos diariamente até a fase adulta e posteriormente a cada dois dias até o final do ciclo. O tempo de duração para cada estágio de desenvolvimento foi determinado por meio das medidas de crescimento corporal e pela presença das exúvias (DUSSART, 1969). Ao chegarem à fase adulta, machos e fêmeas da primeira geração foram observados até o final do ciclo de vida para

determinação da fecundidade, número de ninhadas produzidas e longevidade. As gerações subsequentes foram mantidas juntas em cultivo, realizando-se um experimento de crescimento populacional e determinação das taxas de natalidade e mortalidade.

As fotografias dos indivíduos dos diferentes estágios e instares foram feitas com câmera fotográfica, e as respectivas escalas foram calculadas e inseridas nas fotos utilizando-se o software livre Fiji/Image J, que utiliza a quantidade de pixels da imagem para gerar a escala (<http://inct.florabrasil.net/calibracao-inclusao-de-escalas/>)

Os valores de comprimento total em função do tempo foram plotados em gráfico para obtenção da curva de crescimento individual, a qual foi ajustada pelo modelo Logístico com estimativa de 4 parâmetros, com o programa computacional Origin – Data Analysis and Graphing Software, versão 8.1.

Resultados

A duração média do desenvolvimento embrionário foi de $1,03 \pm 0,24$ dias e a duração do desenvolvimento pós-embrionário (eclosão do náuplio I até a fase adulta) foi de $13,5 \pm 2,5$ dias. A longevidade média de *E. ensifer* nas condições de cultivo foi de $48,5 \pm 26,5$ dias.

O menor tempo de desenvolvimento foi registrado para o náuplio I variando de 4 a 6 horas. Para os demais instares o tempo de desenvolvimento praticamente não variou, tendo sido de aproximadamente 1 dia ($1,04 \pm 0,6$).

Com relação às alterações morfológicas observou-se que existe uma alteração no formato do corpo a partir do náuplio 1, onde ocorre o aparecimento de dois processos que se assemelham ao ramo furcal, com uma pequena cerda na base de cada extremidade (balancins). (Figura 1).

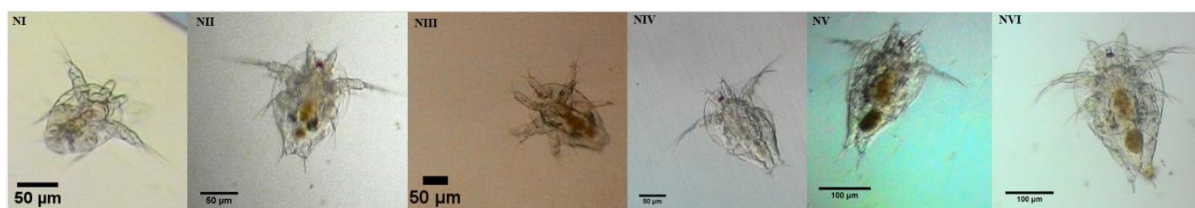


Figura 1 - Desenvolvimento naupliar do Copépodo Cyclopoida *Eucyclops ensifer* coletado na nascente do córrego da Igualdade, município de São Manuel, SP. NI - Náuplio 1; NII - Náuplio 2; NIII - Náuplio 3; NIV - Náuplio 4, NV - Náuplio 5 e NVI – Náuplio 6.

O náuplio VI sofre completa modificação morfológica ao passar para o estágio de copepodito. Foram verificados seis instares de náuplio e seis instares de copepodito, sendo que

no quinto estágio o indivíduo sofre a última ecdise atingindo o estágio adulto, uma característica da Subclasse Copepoda (Figura 2).

As metamorfoses entre os seis estágios de copepodito puderam ser facilmente observadas por meio da determinação do número de patas existente em cada instar de desenvolvimento até o 4º. instar e por meio de outros caracteres como o número de segmentos do abdômen, presença de testículos no caso dos machos, e tamanho do corpo para os dois últimos ínstars. Os ramos furcais sempre se apresentaram bem próximos sem ângulo muito acentuado entre eles, sendo praticamente retos (Figura 2 e 3). Outro ponto importante a destacar nesta espécie é a presença de ramos e setas furcais bem longas desde o primeiro instar de copepodito.

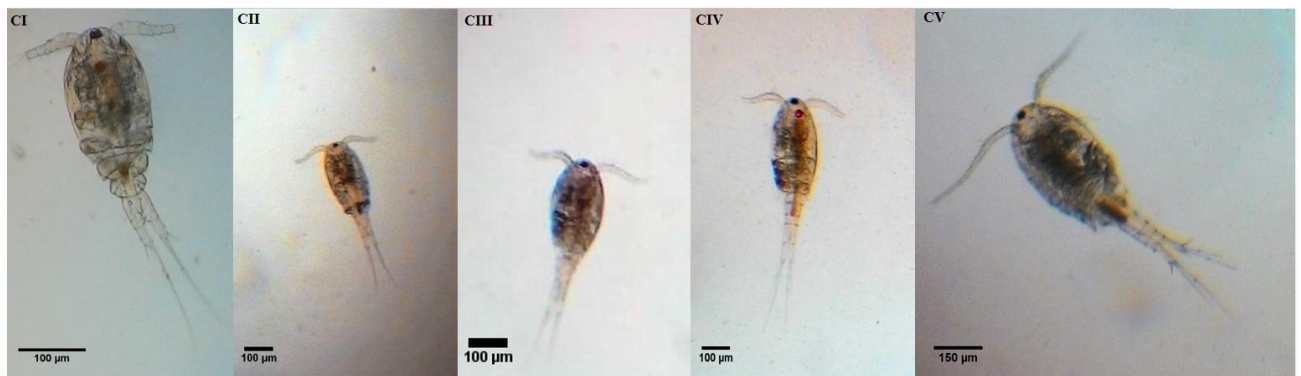


Figura 2 – Desenvolvimento dos ínstars de Copépedo Cyclopoida *Eucyclops ensifer*, nascente do córrego da Igualdade São Manuel/SP. CI - Copepodito 1; CII - copepodito 2; CIII - copepodito 3; CIV - copepodito 4 e CV - Copepodito 5.

Os copéodos apresentam de maneira geral diferenças morfológicas entre o macho e a fêmea, indicando a ocorrência de dimorfismo sexual (Figura 3). No caso do *E. ensifer* foi registrada em média, uma diferença de até 100μm entre o macho (600μm) e a fêmea (700 μm) (Tabela 1). Além disso os machos dos copéodos apresentam duas características que facilitam sua distinção: a presença dos testículos, duas estruturas translúcidas no primeiro segmento abdominal, onde são produzidos e armazenados os espermatozóides e também uma dobra na antena, que é usada no momento de cópula (antena geniculada).



Figura 3 - Organismos adultos de *Eucyclops ensifer*. A – Fêmea adulta ovada (A seta indica dois novos sacos ovíferos em formação); B - Fêmea Adulta sem ovos e C - Macho adulto (As setas indicam a posição dos testículos do macho e a antena geniculada)

Tabela 1 – Faixas de variação do comprimento corporal (em μm) para os estágios naupliar e de copepodito e respectivos instares de desenvolvimento (I a VI/V) do Copepoda Cyclopoida *Eucyclops ensifer*

Estágio/Instares	Tamanho em μm	Média/Desvio Padrão
Náuplio I	100 - 110	103 \pm 4,58
Náuplio II	120 - 140	134 \pm 6,63
Náuplio III	170 - 180	175 \pm 5
Náuplio IV	200 - 220	206 \pm 8
Náuplio V	240 - 260	249 \pm 9,43
Náuplio VI	270 - 280	277 \pm 4,58
Copepodito I	300 - 320	306 \pm 9,16
Copepodito II	340 - 360	348 \pm 9,79
Copepodito III	380 - 400	392 \pm 9,80
Copepodito IV	460 - 480	472 \pm 9,76
Copepodito V	550 - 570	558 \pm 7,78
Copepodito VI (Macho)	600 - 620	605 \pm 8,66
Copepodito VI (Fêmea)	700 - 710	701,6 \pm 3,7

A fecundidade média das fêmeas da geração F1 foi de aproximadamente $87 \pm 34,59$ ovos por fêmea durante toda a sua longevidade. Destes ovos uma média de $42,8 \pm 18,71$ náuplios foram encontrados no dia seguinte após a eclosão, ou seja, cerca de apenas 49% dos ovos gerados resultaram no registro de náuplios.

O tamanho das fêmeas obtidas a partir do cultivo em laboratório foi muito similar ao das fêmeas coletadas no campo, tendo sido o valor médio do tamanho das fêmeas do campo de $702,5 \pm 4,33 \mu\text{m}$, e o das fêmeas descendentes destas (F1) e cultivadas em laboratório de $701 \pm 3,7 \mu\text{m}$.

O amplitude total do tamanho corporal dos indivíduos de cada instar foi plotado versus o tempo de desenvolvimento dos mesmos (idade em dias) para a determinação da curva de crescimento individual, com base em medidas de 10 ou mais indivíduos para cada instar (Figura 4).

Na Figura 4 é apresentada a curva de crescimento de *E. ensifer* para parte de seu ciclo de vida, desde a eclosão do náuplio até a primeira reprodução.

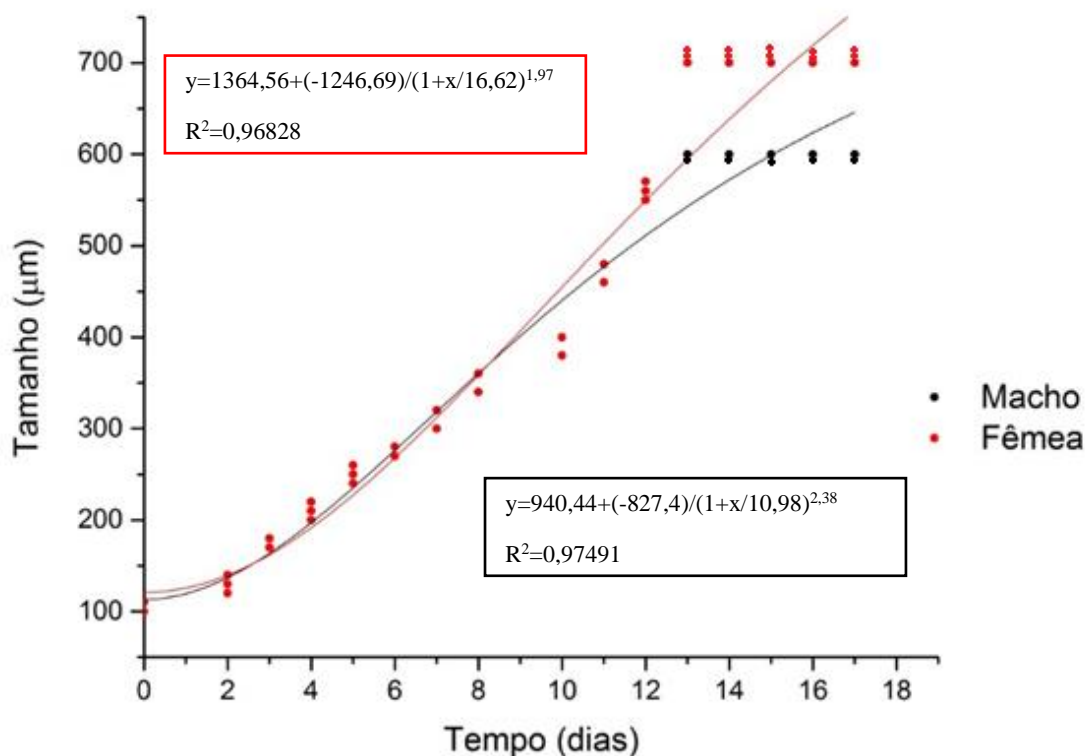


Figura 4– Curva de crescimento individual de machos e fêmeas *Eucyclops ensifer* (n = 10) cultivado a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, fotoperíodo de 12 h luz, 12h escuro e alimentados com suspensão das microalgas clorofíceas *Pseudokirchneriella subcapitata* e *Chlorella sorokiniana* em concentração ao redor de 10^5 cels/mL.

A curva de crescimento individual foi ajustada pela função logística, uma vez que após um crescimento exponencial até o quinto dia de vida houve posterior redução na taxa de crescimento, tendendo a partir daí ao valor assintótico, o qual foi atingido por volta do décimo segundo dia, quando os indivíduos atingem a maturidade no estágio de copepodito VI (adulto) quando o crescimento é estabilizado e cessam as ecdises.

A longevidade média de *E. ensifer* para as condições do experimento, foi de $48,5 \pm 26,5$ dias, sendo a longevidade máxima de 75 dias e a mínima de 22 dias.

Durante esse período foram também mantidos em cultivo os náuplios e copepoditos que foram gerados a partir dos machos e fêmeas da primeira ninhada (Figura 5). Não se observou padrão regular de crescimento populacional durante o experimento.

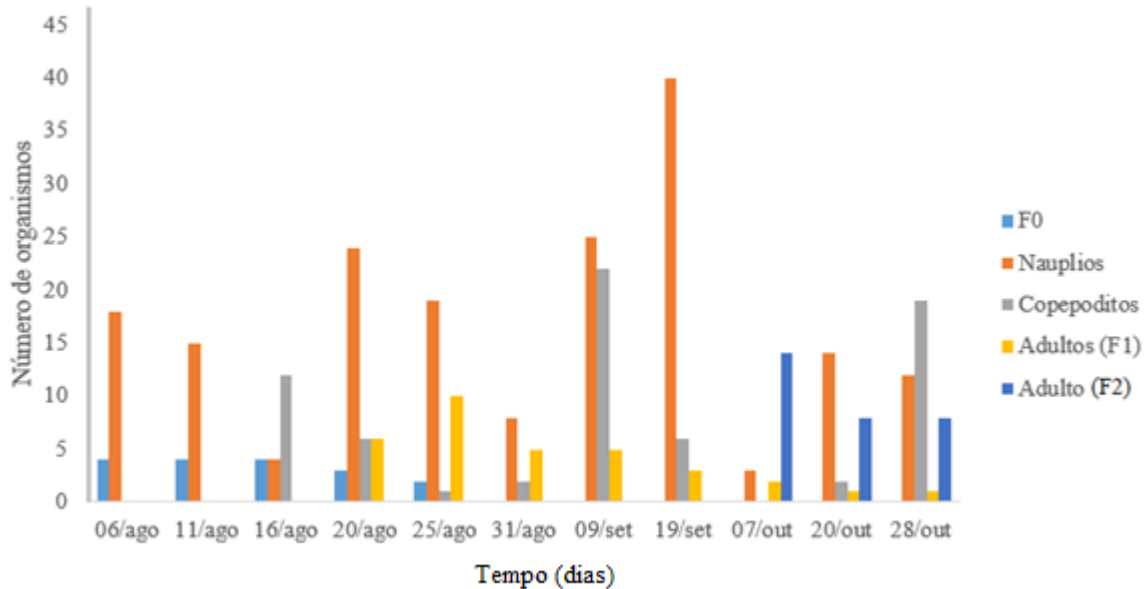


Figura 5 –Número total de indivíduos dos diferentes estágios de desenvolvimento de *Eucyclops ensifer* (Copepoda Cyclopoida ao longo do experimento de crescimento populacional mantidos em cultivo de laboratório em condições controladas de temperatura de $25,5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e fotoperíodo de 12h luz e 12h escuro, e alimentados com suspensão mista das algas *Pseudokirchneriella subcapitata* e *Chlorella sorokiniana*.

A curva de sobrevivência de uma coorte de *E. ensifer* no decorrer da sua longevidade foi plotada com base na proporção de organismos sobreviventes no início de cada intervalo de idade x (l_x) em função do tempo de cultivo em dias (Figura 6).

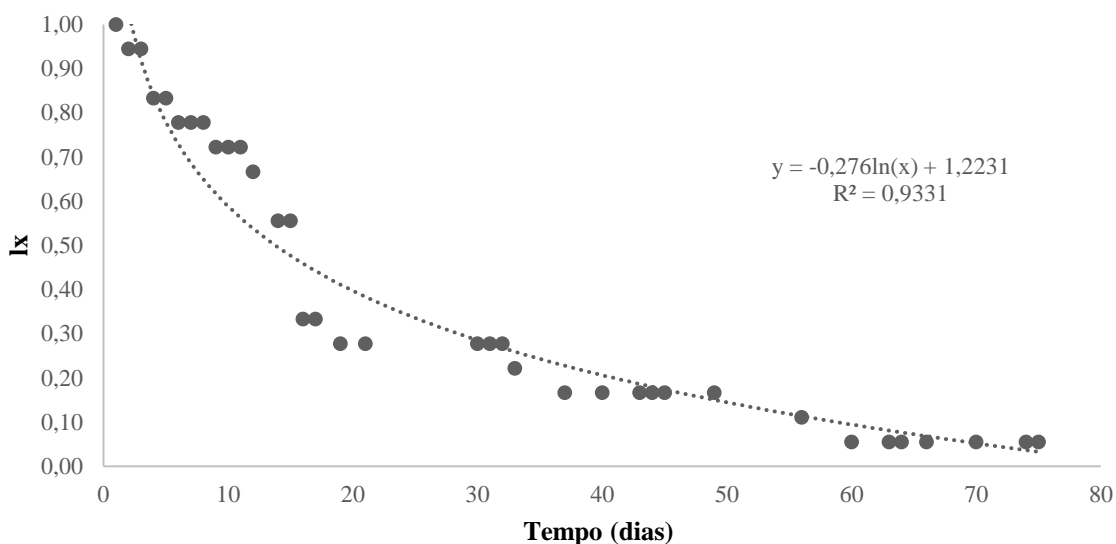


Figura 6. Curva de sobrevivência do *Eucyclops ensifer* no decorrer da sua longevidade.

Observa-se mortalidade acentuada nos ínstares iniciais, até atingirem a idade de copepodito (ao redor de 8 dias), e a partir deste estágio a mortalidade diminui notadamente durante todo o período de vida.

A Tabela de vida de *E. ensifer* derivada dos dados obtidos da curva de sobrevivência da primeira coorte em cultivo de laboratório sumariza as principais variáveis demográficas e reprodutivas ao longo do ciclo de vida da espécie (Tabela 2).

Tabela 2 –Tabela de vida do Copepoda Cyclopoida *Eucyclops ensifer* sendo n_x (número de organismos), x' (Idade como desvio percentual do tempo médio de vida), dx (taxa de mortalidade), lx (Proporção de organismos sobreviventes ao início do intervalo de idade x , qx (taxa de mortalidade entre o início do intervalo de idade x e o início do intervalo de idade $x + 1$).

x	n_x	x'	dx	lx	qx
0 a 1	18	-100	1	0,37	0,06
5 a 6	14	-89,69	0	0,29	0,00
11 a 12	13	-77,32	1	0,27	0,08
17 a 18	6	-64,95	1	0,12	0,17
24 a 25	5	-50,52	1	0,10	0,20
36 a 37	3	-25,77	0	0,06	0,00
54 a 58	1	11,34	0	0,02	0,00
69 a 71	1	42,27	0	0,02	0,00
77 a 78	1	58,76	1	0,02	1,00

Discussão

Neste estudo foram descritas pela primeira vez as principais características do ciclo de vida e a dinâmica populacional de *E. ensifer* cultivado em laboratório. O tempo médio de desenvolvimento embrionário desta espécie (1,03 dias) foi bastante inferior ao reportado para espécies de copépodos ciclopóides com tamanho similar, como *Paracyclops pilosus* com 1,85 dias (SILVA et al., 2015). Por outro lado, essa espécie se assemelhou bastante com outras espécies como por exemplo *Thermocyclops minutus* que apresentou um valor de aproximadamente 1,12 dias e de *Thermocyclops decipiens* com desenvolvimento embrionário de 1,33 dias (RIETZLER, 1995) (Tabela 3).

Tabela 3- Dados comparativos entre as espécies estudadas durante seus ciclos de vida. (DE – Desenvolvimento embrionário; DPE – desenvolvimento pós embrionário; T. ger. – Tempo geração; %Ecl - % de eclosão; N°ovos/nin/♀ - Numero de ovos por ninhada por fêmea; Long - Longevidade)

	<i>E. ensifer</i>	<i>T. prasinus</i>	<i>M. longisetus</i>	<i>M. brasilianus</i>	<i>T. minutus</i>	<i>T. decipiens</i>	<i>P. pilosus</i>
DE	1,03±0,24	1.61 ± 0.59	1.84 ± 0.47	2,00±0,24	1.12	1.33	1.85
DPE	13,5±2,5	12.1±2.7	22.4 ± 2.7	23,82	9.60	15.0	12.83
T. ger.	14,5±2,5	14.9±2,6	35,83	23,82	9,68	15,2	
Tamanho ♂	605 ± 8,66	407 ± 27	917 ± 25	680±60	515 ± 25	620	630±30
Tamanho ♀	701,6 ± 3,7	520 ± 16	1560 ± 72	1000±150	575 ± 75	870	640±40
% Ecl	49%	93.55%	96.23%				
Fec. Total	87±34,58						
N° ovos/nin/ ♀	7,25	10,68	11,24				10
Long	48,5 ± 26,5	57,6 ± 3,5	50,75 ± 6,65	44,68 ± 21,82	27,40±6,88	43,16±22,83	
Tamanho ♀ F0	702,5±4,33						
Autores	Presente Estudo	Melão & Rocha, 2004	Melão& Rocha, 2004	Rietzler, 1995	Rietzler, 1995	Rietzler, 1995	Silva et al., 2015

O tempo de desenvolvimento pós-embrionário de *E. ensifer* foi de aproximadamente 13,5 dias, incluindo os seis instares do estágio naupliar, cinco instares de copepodito e o estágio adulto, que atingiu maturidade sexual ao final deste período. Comparando-se com os dados de outras espécies reportados na literatura, o tempo de desenvolvimento de *E. ensifer* foi semelhante ao da espécie *Paracyclops pilosus* que teve duração de 12,83 dias (SILVA et al., 2015), porém maior que o de *Thermocyclops minutus*, o qual apresentou tempo de desenvolvimento pós-embrionário de 9,6 dias quando cultivado a 25°C (RIETZLER, 1995). Neste mesmo estudo de Rietzler, *Thermocyclops decipiens* uma espécie de tamanho um pouco maior, teve desenvolvimento pós-embrionário de 15 dias, uma duração de desenvolvimento maior, se comparada à das espécies de pequenos ciclopóides em questão.

Aparentemente, a duração do desenvolvimento pós-embrionário tende a aumentar, à medida que aumenta o tamanho corporal do adulto da espécie, o que não foi observado no

presente estudo. Organismos maiores geralmente apresentam velocidade metabólica menor que organismos menores, o que interfere diretamente no tempo de desenvolvimento de todos os estágios de desenvolvimento (GRODZINSKI, et al., 1975). Entretanto essa não é uma regra geral, Vidal (1980) relatou um padrão oposto para copépodes Calanoida marinhos, onde para duas espécies estudadas, a menor, *Pseudocalanus sp.* teve tempo de desenvolvimento geracional (embrionário mais pós-embrionário) mais longo do que o da espécie de maior tamanho, *Calanus pacificus*.

A longevidade de *E. ensifer* nas condições de cultivo variou entre 22 a 75 dias, apresentando um valor médio de 48 dias, um valor semelhante ao de outras espécies descritas na literatura. Uma das espécies de ciclopóide estudadas no presente trabalho, *Ectocyclops herbsti*, apresentou uma longevidade similar à de *E. ensifer* atingindo a longevidade máxima de 84 dias com valor médio de aproximadamente 50 dias. Ianora (1998) descreveu para alguns copépodos marinhos tempos de longevidade media variando entre 70 dias para o *Calanus sinicus*, 71 diass para *Acartia omorii*, 73 diass para *Calanus marshallae*, 77 e 78 dias para *Acartia clausii*, valores bem semelhantes aos encontrados para a espécie estudada. Dentre os fatores que afetam a longevidade destacam-se o sexo dos organismos, a temperatura da água e a qualidade e/ou quantidade de alimento fornecido e, mais recentemente, Fereidouni et al. (2015) encontraram também um efeito no fotoperíodo sobre o desenvolvimento, sobrevivência e produção para uma espécie de *Mesocyclops*.

A fecundidade média da F1 foi de aproximadamente $87 \pm 34,59$ ovos por fêmea durante toda a sua longevidade, destes ovos ocorreram uma média de $42,8 \pm 18,71$ eclosões, ou seja, cerca de apenas 49% dos ovos gerados resultaram no nascimento de novos náuplios. Esta baixa proporção provavelmente esteja relacionada ao canibalismo que esses organismos apresentam no ato do nascimento dos náuplios (GUENTHER et al., 2015). As fêmeas apresentaram, relativamente, baixa fecundidade, provavelmente devido às características da espécie e das condições nutricionais às quais as fêmeas ovígeras estiveram expostas (STØTTRUP & JENSEN, 1990; DRILLET et al., 2011).

A espécie *E. ensifer* não apresentou um crescimento estável em cultivo de laboratório, é possível que um conjunto de fatores tenha prejudicado o cultivo desta espécie em laboratório. As condições do laboratório são provavelmente muito distantes das condições de uma nascente, como por exemplo a temperatura elevada, o alimento fornecido pode ter sido inadequado para esta espécie, ou outros fatores ainda não determinados.

A população analisada no presente estudo apresentou uma curva de desenvolvimento no padrão côncavo, descrito por Townsend et al. (2009), onde é esperado uma grande mortalidade da população no início do desenvolvimento. Entretanto ao atingirem a metamorfose de náuplio para copepodito e notado uma redução na taxa de mortalidade, isso se dá pela presença de estruturas de defesa, capacidade natatória mais desenvolvida e também por conseguirem explorar melhor o ambiente em busca de alimento. A taxa de mortalidade volta a aumentar novamente apenas no final do ciclo de vida, devido à senescência dos organismos. Isso é comum para outros organismos aquáticos como peixes (PEREIRA, 2016) insetos, invertebrados bentônicos e moluscos (STILING, 1996), principalmente aqueles que possuem algum tipo de metamorfose em seu ciclo de vida.

Conclusão

E. ensifer apresentou um curto tempo de desenvolvimento tanto pre quanto pós embrionário, entretanto sua dinâmica instável na manutenção da população foi o fator que o diferenciou das demais espécies cultivadas neste estudo. É possível que as condições experimentais tenham sido desfavoráveis (temperatura elevada e alimento parcialmente inadequado) indicando que esse organismo necessita de condições muito específicas para sua manutenção em laboratório.

Agradecimentos

Agradecemos ao Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq) pela bolsa de mestrado concedida (processo 132452/2015-4), ao técnico Luis Aparecido Joaquim pela coleta organismos vivos e à MSc Aline Andrade Godoy pelo ajustamento das curvas de crescimento.

Referências

AGOSTINHO, A. A., GOMES, L. C., & PELICICE, F. M., 2007. Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil.

BRAGHIN, L. S., FIGUEIREDO, B. R., MEURER, T., MICHELAN, T. S., SIMÕES, N. R., & BONECKER, C. C., 2015. Zooplankton diversity in a dammed river basin is maintained by preserved tributaries in a tropical floodplain. *Aquatic Ecology*, 49(2), 175-187.

COSTA, M. B., SOUZA, B., PRADO, E., & SANTA-CECÍLIA, L. V. C., 2016. Tabela de vida de *Planococcus citri* (Risso) e *Planococcus minor* (Maskell) (Hemiptera: Pseudococcidae) em cafeeiros. *Coffee Science*, 11(2), 204-210.

DE LOS RÍOS ESCALANTE, P., & ROBLES, C., 2013. Revisión: diapausa en crustáceos y sus implicancias ecológicas y biogeográficas: un ejemplo en las pozas patagónicas. In Anales del Instituto de la Patagonia (Vol. 41, No. 2, pp. 43-50).

DE LOS RÍOS ESCALANTE, P., MERUANE, J., MORALES, M. C., RUDOLPH, E., FUENTEALBA, C., & BOXSHALL, G., 2014. Zoogeography of Chilean inland water crustaceans. Universidad Católica de Temuco. <http://repositoriodigital.uct.cl/handle/10925/1547>.

DRILLET, G., FROUËL, S., SICHLAU, M. H., JEPSEN, P. M., HØJGAARD, J. K., JOARDER, A. K., & HANSEN, B. W., 2011. Status and recommendations on marine copepod cultivation for use as live feed. *Aquaculture*, 315(3), 155-166.

DUSSART B., 1969. Bernard. Les copepodes des eaux continentales d' Europe Occidentale. Paris: N. Boube; 292 p.

ESTEVEZ, F. A. 2011 Fundamentos de Limnologia. Editora Interciência. 1ª ed., Rio de Janeiro, 826p.

FALLAVENA, M. A. B., 1985. Composição e variações sazonal e espacial dos copépodos planctônicos (Crustacea, Copepoda) na lagoa Negra, Município de Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Sér. Zool*, 65, 3-30.

FEDEROUNI, A. E., MESKAR, S., & ASIL, S. M., 2015. Effects of photoperiod on offspring production, development and generation time, survival, adult sex ratio and total life span of freshwater cyclopoid copepod, *Mesocyclops* sp.: comments on individual variations. *Aquaculture Research*, 46(1), 163-172.

FONSECA, B. M., DE MENDONÇA-GALVÃO, L., PADOVESI-FONSECA, C., DE ABREU, L. M., & FERNANDES, A. C. M., 2014. Nutrient baselines of Cerrado low-order streams: comparing natural and impacted sites in Central Brazil. *Environmental monitoring and assessment*, 186(1), 19-33.

GUENTHER, M., DURST, R., FELISMINO, W. S., PESSOA, V. T., & NEUMANN-LEITÃO, S., 2015. Feeding ecology of *Apocyclops procerus* (Copepoda, Cyclopoida) under experimental conditions. *Crustaceana*, 88(3), 283-297.

GRODZINSKI, W., KLEKOWSKI, R. Z., & DUNCAN, A. (1975). *Methods for ecological bioenergetics*. Blackwell Scientific Publications.

IANORA, A., 1998. Copepod life history traits in subtemperate regions. *J. mar. Sys.* 15: 337–349.

KALOMUTHU, K., LIN, S. M., TSENG, L. C., MURUGAN, K., & HWANG, J. S., 2014. Bio-efficacy potential of seaweed *Gracilaria firma* with copepod, *Megacyclops formosanus* for the control larvae of dengue vector *Aedes aegypti*. *Hydrobiologia*, 741(1), 113-123.

LARDEUX, F.J.R., 1992. Biological control of the Culicidae with the copepod *Mesocyclops aspericornis* and larvivorous fish (Poecilidae) in a village of French Polynesia. *Med. Vet. Entomol.* 6: 9-15.

LARDEUX, F.J.R., RIVIÈRE, F., SÉCHAN, Y. & KAY, B. H. 1992. Release of *Mesocyclops aspericornis* (Copepoda) for the control of larval *Aedes polynesiensis* (Diptera: Culicidae) in land crab burrows in an atoll of French Polynesia. *J. med. entomol.* 29:571, 576.

LIMA, A. F., LIMA, F. A. L. T., VELHO, L. F., & BINI, L. M., 1998. Environmental influence on planktonic cladocerans and copepods in the floodplain of the Upper River Paraná, Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 33(2), 188-196.

MARTEN, G.G. 1989a. A survey of cyclopoid copepoda for control of *Aedes albopictus* larvae. *Bol. Soc. Vector ecol.* 14: 232 – 236.

MARTEN, G.G., ASTAIZA, R., SUAREZ, M.F., MONJE, C. & REID, J.W., 1989b. Natural control of larval *Anopheles albimanus* (Diptera: Culicidae) by the predator *Mesocyclops* (Cop., Cycl.) *J. med. Entomol.* 26:624 – 627.

MARTEN, G.G., BORDES, E. S. & NGUYEN, N. 1994. Use of cyclopoid copepods for mosquito control. *Hydrobiologia*, 292/293: 491 – 496.

MATSUMURA-TUNDISI, T.; TUNDISI, J.G. 2005. Plankton richness in a eutrophic reservoir (Barra Bonita Reservoir, SP, Brazil). *Hydrobiologia*, 542 (1): 367-378.

MELÃO M. G. G., 1997. A comunidade planctônica fitoplâncton e zooplâncton e produtividade secundária do zooplâncton de um reservatório oligotrófico. Tese de doutorado. São Carlos (SP): Universidade Federal de São Carlos; 152 p.

MELÃO, M. G. G., 1999. Desenvolvimento e aspectos reprodutivos de cladóceros e copépodos de águas continentais brasileiras. *Perspectivas da Limnologia no Brasil* (MLM Pompêo, org.). Gráfica e Editora União, São Luís, 45-57.

MELÃO, M. D. G. G., & ROCHA, O., 2004. Life history, biomass and production of two planktonic cyclopoid copepods in a shallow subtropical reservoir. *Journal of Plankton Research*, 26(8), 909-923p.

MERCADO-SALAS, N. F., POZO, C., MORRONE, J. J., & SUÁREZ-MORALES, E., 2012. Distribution patterns of the American species of the freshwater genus *Eucyclops* (Copepoda: Cyclopoida). *Journal of Crustacean Biology*, 32(3), 457-464.

MERCADO-SALAS, N., & SUAREZ-MORALES, E., 2014. On Kiefer's American *Eucyclops* (Copepoda, Eucyclopinae): redescrptions and comments on the historical records of *E. delachauxi*, *E. prionophorus*, *E. bondi* and *E. leptacanthus*. *ZooKeys*, 402, 1.

NEVES, G. P., 2011. Copépodes planctônicos (Crustacea, Calanoida e Cyclopoida) em reservatórios e trechos lóticos da bacia do Rio da Prata (Brasil, Paraguai, Argentina e Uruguai): taxonomia, distribuição geográfica e alguns atributos ecológicos.

PERBICHE-NEVES, G., BOXSHALL, G. A., NOGUEIRA, M. G., & DA ROCHA, C. E., 2014. Trends in planktonic copepod diversity in reservoirs and lotic stretches in a large river basin in South America. *Marine and Freshwater Research*, 65 (8), 727-737.

PEREIRA, G. M. D. C., 2016. Avaliação da concordância dos principais testes utilizados para comparação de curvas de sobrevivência por meio de simulações. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa.

PINESE, O. P., ALMEIDA, C. G., REGO, A. C. L., & PINESE, J. F., 2009. Ecology of a zooplanktonic community in an urban lake in southeastern Brazil (Uberlândia, MG). *Revista Brasileira de Zoociências*, 10 (2) 105-114p

PINESE, O. P., 2012. Macroecologia do zooplâncton continental: padrões latitudinais e componentes locais e regionais na determinação da diversidade global. Tese para a obtenção do título de doutor em Ecologia e Evolucao - UFG

REID, J. W., 1993. The harpacticoid and cyclopoid copepod fauna in the cerrado region of central Brazil. 1. Species composition, habitats, and zoogeography. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 6, 56-68.

RIETZLER A. C. 1995. Alimentação, ciclo de vida e análise da coexistência de espécies de na represa de Barra Bonita, São Paulo. Tese de doutorado. São Carlos (SP): Escola de Engenharia de São Carlos/Universidade de São Paulo; 385 p.

ROCHA, O., & MATSUMURA-TUNDISI, T., 1976. Atlas do zooplâncton (Represa do Broa, São Carlos) Vol. 1-Copepoda. São Carlos, SP, Universidade Federal de São Carlos.

ROCHA, O.; SENDACZ, S.; MATSUMURA-TUNDISI, T., 1995. Composition, biomass and productivity of zooplankton in natural lakes and reservoirs of Brazil. In: Tundisi, J. G.; Bicudo, C. E.; Matsumura-Tundisi, T. (Eds.). *Limnology in Brazil*. Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciência, Sociedade Brasileira deLimnologia.

ROCHA, C. E. F., BOTELHO, M. J. C., 1998. In: & Young, P. S. (Ed.) *Catalogue of Crustacea of Brazil*. Catalogue of Crustacea of Brazil, Museu Nacional- Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 717 p.

SANTOS, L. U., & DE ANDRADE, C. F. S., 1997. Levantamento de ciclopídeos (Crustacea, Copepoda) no Brasil e avaliação preliminar de seu potencial como predadores dos vetores da dengue. *Revista de Saúde Pública*, 31(3), 221-226.

SILVA, W. M. D., 2003. Diversidade dos Cyclopoida (Copepoda, Crustacea) de água doce do Estado de São Paulo: taxonomia, ecologia e genética (Doctoral dissertation, Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR). Centro de Ciências Biológicas e da Saúde).

SILVA, L.C., NUNES, M. V., DE LUCCA, J. V. & ROCHA, O. 2015. Life cycle of *Paracyclops pilosus* Dussart, 1983 (Crustacea: Copepoda: Cyclopoida) and first record in Brazil. *Tropical Zoology*, 28 (3): 126-135.

SUÁREZ-MORALES, E., REID, J. W., FIERS, F., & ILIFFE, T. M. 2004. Historical biogeography and distribution of the freshwater cyclopine copepods (Copepoda, Cyclopoida, Cyclopinae) of the Yucatan Peninsula, Mexico. *Journal of Biogeography*, 31(7), 1051-1063.

STØTTRUP, J. G., & JENSEN, J., 1990. Influence of algal diet on feeding and egg-production of the calanoid copepod *Acartia tonsa* Dana. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 141(2-3), 87-105.

SUTHERS, I. M.; RISSIK, D. Plankton, 2009. A guide to theirs ecololgy and monitoring for water quality. CSIRO Publishing. Australia.

TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L., 2009 Fundamentos em Ecologia. Editora Artmed,

TUNDISI, J. G., 2008. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. *Estudos avançados*, 22(63), 7-16.

TUNDISI, J.G. & MATSUMURA-TUNDISI, T. 2016. Limnologia. Ed. Oficina de Textos, São Paulo, 1st ed., 632pp.

VASUGI, C., KAMALAKANNAN, S., & MURUGAN, K., 2013. Toxicity effect of Delonix elata (Yellow Gulmohr) and predatory efficiency of Copepod, *Mesocyclops aspericornis* for the control of dengue vector, *Aedes aegypti*. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 3(2), 119-126.

VELHO, L. F. M., LANSAC-TÔHA, F. A., TAKEDA, A. M., HIGUTI, J., & FRANCO, G. M. S., 2001. Structure and dynamics of the cyclopoid copepod (Crustacea) assemblage associated with aquatic macrophytes in two lotic environments of the Upper Paraná River basin, Brazil. *Acta Scientiarum*, 23(2), 349-356.

VIDAL, J., 1980. Physioecology of zooplankton. II. Effects of phytoplankton concentration, temperature, and body size on the development and moulting rates of *Calanus pacificus* and *Pseudocalanus sp.* *Mar. Biol.* 56: 135–146.

STILING, P. D., 1996. Ecology: theories and applications. 539p.

ZENI, J. O., SANTOS, A. C., & CARVALHO, F. R. 2015. Contribuição de diferentes meso-habitats para a manutenção da riqueza e diversidade de peixes no baixo rio Preto. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 37(3), 301-308.

4 - Ciclo de vida do microcrustáceo *Microcyclops anceps* Richard, 1897 e sua dinâmica populacional em cultivo de laboratório.

Resumo

Microcyclops anceps Richard, 1897 foi coletado em uma lagoa no pantanal em Passo do Lontra – Base de Campo da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, localizada no município de Corumbá/MS (19°34'37"S e 57°00'42" W), associado a macrófitas, em uma lagoa de inundação do rio Miranda. Esta espécie foi cultivada em laboratório para estudo das principais características do seu ciclo de vida: duração do desenvolvimento, fecundidade, longevidade e construção da tabela de vida. A duração média do desenvolvimento embrionário foi de $1,07 \pm 0,12$ dias e a duração do desenvolvimento pós-embrionário (eclosão do náuplio I até a fase adulta) foi de $12 \pm 2,5$ dias. A longevidade média de *Microcyclops anceps* nas condições de cultivo foi de 15 a 45 dias. Esse organismo apresentou curtos tempos de desenvolvimento pre e pós embrionário, e uma forte relação com a temperatura do ambiente onde foi cultivado, mostrando ser sensível a alterações nesse fator. Isso provavelmente decorre do tamanho diminuto que essa espécie possui em relação às demais espécies estudadas no presente trabalho.

Palavras-chave: desenvolvimento, fecundidade, longevidade, pantanal, taxa de sobrevivência, tabela de vida.

Introdução

A água é um recurso indispensável para a vida e apesar da grande abundância de água no planeta Terra, a maior parte é de água salgada e salobra, sendo as águas doces um recurso relativamente escasso. Os ecossistemas aquáticos de água doce pertencem na maioria a dois tipos principais, os ambientes lóticos, onde existe uma velocidade maior de correnteza, e os ambientes lênticos onde a velocidade de correnteza é baixa ou nula (ESTEVEZ, 2011).

Apesar do volume muito menor de água doce do que salgada e salobra, no planeta, a biodiversidade por unidade de volume é em média muito maior nas águas doces do que nos oceanos. Contudo, os ambientes aquáticos são mais vulneráveis em sua composição e estrutura, e apresentam grandes alterações, seja pela contaminação por poluentes, retirada da mata ciliar,

introdução de espécies exóticas e até mesmo mudanças de tipo de ecossistema, como no caso da construção das barragens, onde ocorre a mudança completa de ambientes lóticos em lênticos ou semi-lênticos devido ao represamento do curso d'água (SWITKENS & BONILHA, 2008; MACHADO, 2011).

Tais impactos podem ser claramente percebidos levando-se em consideração as comunidades ecológicas que estão inseridas nesses ambientes. Todas elas respondem de alguma maneira às perturbações ambientais, reduzindo ou aumentando suas populações, alterando seus ciclos de vida, ou tendo sua composição taxonômica alterada pela seleção de espécies resistentes, dentre outras modificações (MIRANDA et al., 2013).

Os ambientes aquáticos abrigam as mais diversas comunidades de organismos, desde os organismos menos complexos como, bactérias e protozoários, até aqueles de organismos de maior grau de complexidade, como aves e mamíferos (TUNDISI, 2016). Uma das comunidades com grande representatividade nos sistemas aquáticos é a zooplânctônica, que apesar de constituída em sua maioria por pequenos invertebrados, tem grande importância ecológica, participando ativamente na ciclagem de nutrientes e na transformação de matéria orgânica, tornando-a desta forma disponível para níveis superiores (ESTEVES, 2011; MATSUMURA-TUNDISI & TUNDISI, 2005).

Essa comunidade é constituída por organismos que não conseguem romper a correnteza, e apresentam como ambiente a coluna d'água, sendo composta principalmente por protozoários, bactérias e organismos do filo Rotifera, e das subordens Cladocera e Copepoda (ESTEVES, 2011). Os microcrustáceos da subclasse Copepoda são pequenos invertebrados facilmente reconhecidos pelo seu corpo alongado e antênulas de tamanhos variados, possuindo poucos milímetros de comprimento. Estão presentes nos mais variados ambientes aquáticos, sejam eles de água doce, salobra, salgada e até mesmo em terras úmidas (DUSSART & DEFAYE, 2001; BOXSHALL & DEFAYE, 2008). Podem ser de vida livre ou em alguns casos parasitas de peixes. Muitas das espécies de vida livre normalmente são filtradoras, se alimentando principalmente de fitoplâncton, mas podendo se alimentar também de detritos. Os copépodos carnívoros se alimentam normalmente de outros microcrustáceos e de larvas de dípteros (NEVES et al. 2003). No plâncton das águas doces os copépodos de vida livre encontram-se representados por espécies pertencentes às ordens Calanoida, Cyclopoida e Harpacticoida (TUNDISI, 2005).

Os Cyclopoida geralmente apresentam maior riqueza de espécies do que os Calanoida e Harpacticoida, e possuem hábitos alimentares variados e afinidade a diferentes tipos de substrato, ocupando além da região limnética, as regiões litorâneas e a superfície dos sedimentos (FRYER, 1957; ESTEVES, 2011). As espécies de Cyclopoida variam grandemente em tamanho, desde espécies menores que um milímetro, como algumas espécies do gênero *Microcyclops*, *Allocyclops*, *Eucyclops* e *Ectocyclops* até maiores que 3,0 mm, como algumas espécies dos gêneros *Megacyclops*, *Macrocyclops*, *Acanthocyclops* e *Mesocyclops* (REID, 1985)

O gênero *Microcyclops* pertence à subfamília Cyclopinae, que são organismos que apresentam quinta pata biarticulada, o articulo proximal fundido no segmento torácico, restando dele apenas uma cerda situada antero-lateralmente e um minúsculo espinho interno inserido na metade do segmento, apresentam antênula com variação de 10 a 12 segmentos (DUSSART & DEFAYE, 2001).

No Brasil, de acordo com Rocha & Botelho (1998) são registradas seis espécies deste gênero: *Microcyclops alius* Kiefer, 1935; *Microcyclops anceps* Richard, 1987; *Microcyclops ceibaensis* Marsh, 1919; *Microcyclops finitimus* Dussart, 1984; *Microcyclops elongatus* Lowndes, 1934 e *Microcyclops varicans* Sars, 1863. A espécie *Microcyclops anceps* é encontrada na bacia do rio Rio Paraná nos estados de São Paulo (SILVA, 2011), do Paraná (LIMA, et al., 1998; LANSAC-TÔHA et al., 2002; PERBICHE-NEVES et al., 2007; SERAFIM-JÚNIOR et al., 2016), do Espírito Santo (STERZA & FERNANDES, 2006), do Mato Grosso e Rondônia (PERBICHE-NEVES, 2015; SILVA, 2015), do Mato Grosso do Sul (REID & MORENO, 1990; SILVA et al., 2009; DA ROSA, 2014) e em Minas Gerais (MAIA-BARBOSA et al., 2010).

O presente trabalho teve como objetivo estudar o ciclo de vida e a dinâmica populacional da espécie *Microcyclops anceps* por meio de cultivo de laboratório.

Materiais e Métodos

Coleta de espécimes para cultivo estoque

Microcyclops anceps foi coletado em Passo do Lontra – Base da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, localizada no município de Corumbá/MS (19°34'37"S e 57°00'42" W) associado a um banco da macrófita *Eichhornia crassipes* com grande presença de bactérias ferruginosas na água, em lagoa marginal ao Rio Miranda, em julho de 2016. A coleta com rede de malha de 68 µm por meio de arrasto horizontal, na região litorânea, sendo coletadas também as macrófitas do próprio ambiente. Um total de 10 fêmeas ovígeras foram separadas a partir do material coletado pela rede. A identificação taxonômica feita utilizando-se chave especializada para copépodos ciclopoídes (REID, 1985) e posterior confirmação utilizando-se o trabalho em que a espécie foi descrita (KIEFER, 1934)

Medidas do comprimento total das fêmeas selecionadas foram obtidas medindo-se do topo do cefalotórax até o final do ramo furcal, utilizando-se microscópio ótico (LEICA, modelo DMLS) no aumento de 100 X e ocular micrometrada. Cada fêmea foi mantida separadamente em um recipiente plástico e atóxico, com conteúdo máximo de 50 ml, sendo que água proveniente do próprio local de coleta da espécie filtrada em rede de 68 µm juntamente com água reconstituída com dureza de 40 a 48 mg CaCO₃/L e pH neutro, ao redor de 7,0 foi empregada como meio de cultivo do experimento. Este procedimento foi adotado para diminuir a possibilidade de estresses osmóticos. Ao finalizarmos essa etapa todos os organismos foram mantidos em incubadora (FANEM) em condições controladas, na temperatura de 25°C ± 2°C e fotoperíodo de 12h luz e 12h escuro, lhes era oferecido todos os dias uma suspensão das microalgas *Pseudokirchneriella subcapitata* e *Chlorella sorokiniana* foi fornecida como alimento, com concentração de aproximadamente 10⁵ cels ml⁻¹.

As fêmeas ovadas foram observadas diariamente até que ocorresse a eclosão dos náuplios, os quais foram medidos e mantidos em recipiente sem a presença das mesmas para evitar o canibalismo. Diariamente os náuplios e posteriormente os copepoditos foram contados e tiveram o comprimento corporal medido para avaliação do crescimento individual e troca de instares. As trocas do meio de cultivo e o fornecimento de nova suspensão alimentar foram feitos diariamente até a fase adulta.

A duração de cada estágio de desenvolvimento foi determinada por meio das medidas de crescimento corporal (do topo do cefalotórax até a extremidade distal do ramo furcal) e pela

presença das exúvias (DUSSART, 1969). Após atingirem a fase adulta, machos e fêmeas da primeira geração foram acompanhados até o final do ciclo de vida para determinação da fecundidade, número de ninhadas produzidas e longevidade. As gerações posteriores foram mantidas juntas em cultivo, realizando-se um experimento de crescimento populacional incluindo a determinação das taxas de natalidade e mortalidade.

A curva de crescimento foi ajustada utilizando-se o modelo Sigmoidal-Logístico com a estimativa de 4 parâmetros utilizando o programa estatístico Origin – Data Analysis and Graphing Software, versão 8.1, onde foi plotado o tamanho comprimento total dos organismos versus o tempo de desenvolvimento.

Resultados

As fêmeas ovígeras provenientes da lagoa tiveram valor médio de comprimento de $597 \pm 6,4 \mu\text{m}$. A duração média do desenvolvimento embrionário foi de $1,07 \pm 0,12$ dias e a duração do desenvolvimento pós-embrionário (eclosão do náuplio I até a fase adulta) foi de $12 \pm 2,5$ dias. A longevidade média de *M. anceps* nas condições de cultivo foi de 30 ± 15 dias.

O menor tempo de desenvolvimento foi registrado de náuplio I para náuplio II variando de 5 a 7 horas. Para os demais instares naupliares o tempo de desenvolvimento variou menos, tendo sido de aproximadamente $1,04 \pm 0,4$, durante os estágios naupliares. Ao atingirem o estágio de copepodito os valores durante as mudanças de instares foram entre $1,5 \pm 0,5$ dias.

Com relação às alterações morfológicas observou-se que existe uma alteração na forma geral a partir do náuplio 1, com o alongamento do corpo, a presença de cerdas nas antênulas, além disso a extremidade posterior do corpo do náuplio tende a ficar mais reta, formando uma base com o início de duas reentrâncias que posteriormente formaram os ramos caudais do copepodito. (Figura 1).



Figura 1 - Desenvolvimento naupliar do Copépodo Cyclopoida *Microcyclops anceps* coletado no Pantanal, MS. NI - Náuplio 1; NII - Náuplio 2; NIII - Náuplio 3; NIV - Náuplio 4 e NV - Náuplio 5

Os instares de copepodito são usualmente identificados pelas alterações nos números de pares de patas. Para essa espécie o número de setas nos ramos caudais sofre alterações durante o desenvolvimento. Os copepoditos I, II e III apresentam apenas 1 ou 2 setas furcais, mas ao atingirem os instares de copepodito IV e V esse número aumenta para cerca de 3 setas nos ramos furcais (Figuras 2 e 3).



Figura 2 – Desenvolvimento dos instares de Copépedo Cyclopoida *Microcyclops. anceps* no pantanal, MS. CI - Copepodito 1; CII - copepodito 2; CIII - copepodito 3; CIV - copepodito 4 e CV - Copepodito 5.

Como observado para as duas outras espécies cultivadas (*Ectocyclops herbsti* e *Eucyclops ensifer*, *Microcyclops anceps* tem evidente dimorfismo sexual (Figura 3) com diferenças de cerca de 50 a 60 µm entre o tamanho corporal do macho ($545\pm 5\mu\text{m}$) e da fêmea ($601,67\pm 3,73\mu\text{m}$) (Tabela 1). O macho além do menor tamanho apresenta outras diferenças de fácil visualização como as antenas geniculadas e a presença dos testículos no segundo segmento abdominal. Estes armazenam as células reprodutivas do macho que no ato da cópula as inocula no receptáculo seminal da fêmea, que além da fertilização dos óvulos já formados, mantêm espermatozoides excedentes guardados no receptáculo, o que lhe permite a produção de ovos para mais uma ou duas novas ninhadas, sem necessidade imediata de nova fertilização pelos machos.

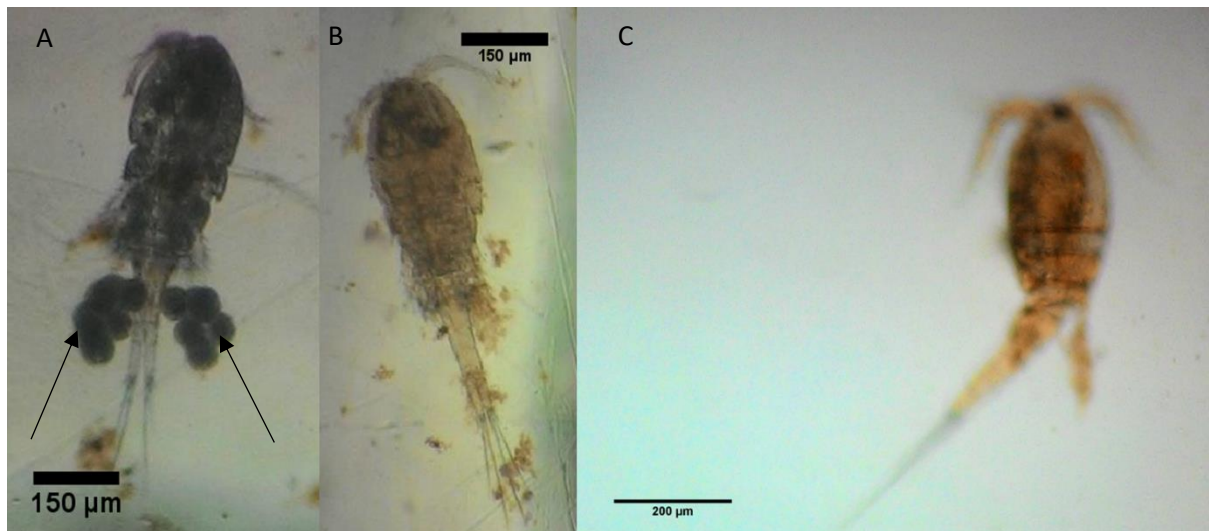


Figura 3 - Organismos adultos de *Microcyclops anceps*. A – Fêmea adulta ovada (A seta indica um saco ovigero vazio após a eclosão dos ovos, e dois novos sacos ovígeros em formação); B - Fêmea Adulta sem ovos e C - Macho adulto

Tabela 1 – Faixas de variação do comprimento corporal (em μm) para os estágios naupliar e de copepodito e respectivos ínstaes de desenvolvimento (I a V/V) para o Copepoda Cyclopoida *Microcyclops anceps*.

Estágio/Instares	Tamanho em μm	Medias/ Desvio Padrão
Náuplio I	90 - 100	99 ± 3
Náuplio II	130 - 150	$140 \pm 7,75$
Náuplio III	160 - 165	$162 \pm 2,44$
Náuplio IV	170 - 180	$178,5 \pm 3,20$
Náuplio V	200 - 210	$203 \pm 4,58$
Copepodito I	260 - 280	267 ± 9
Copepodito II	300 - 310	302 ± 4
Copepodito III	400 - 420	$408 \pm 9,80$
Copepodito IV	470 - 480	$474 \pm 4,90$
Copepodito V	500 - 580	$536 \pm 30,72$
Adulto (Macho)	540 - 550	545 ± 5
Adulto (Fêmea)	600 - 610	$601,67 \pm 3,73$

A fecundidade média da primeira geração (F1) foi de $58,17 \pm 17,29$ ovos por fêmea considerando-se todo o ciclo de vida. Destes ovos resultaram em média $23,17 \pm 8,17$ eclosões, ou seja, cerca de apenas 39% dos ovos resultaram no nascimento de novos náuplios. Observou-se um pequeno aumento no tamanho de adultos *M. anceps* oriundos dos cultivos em laboratório ($601,67 \pm 3,73$) (Tabela 1) comparados aos adultos oriundos do ambiente natural ($597 \pm 6,40 \mu\text{m}$).

A curva de crescimento individual de macho e fêmea de *M. anceps* obtida do cultivo em laboratório da primeira reprodução das fêmeas coletadas no campo é apresentada na Figura 3. Houve variação no incremento entre os instares tanto no estágio de náuplio quanto de copepodito. Maiores incrementos foram observados na metamorfose de náuplio I para náuplio II e de copepodito II para copepodito III. Para os demais instares os incrementos foram menores e estáveis, como pode ser observado na Figura 4.

Na Figura 4 deve-se considerar que essa curva é representativa de indivíduos cultivados com alimento abundante (*Pseudokirchneriella subcapitata* e *Chlorella sorokiniana*) e temperatura favorável e controlada, de $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

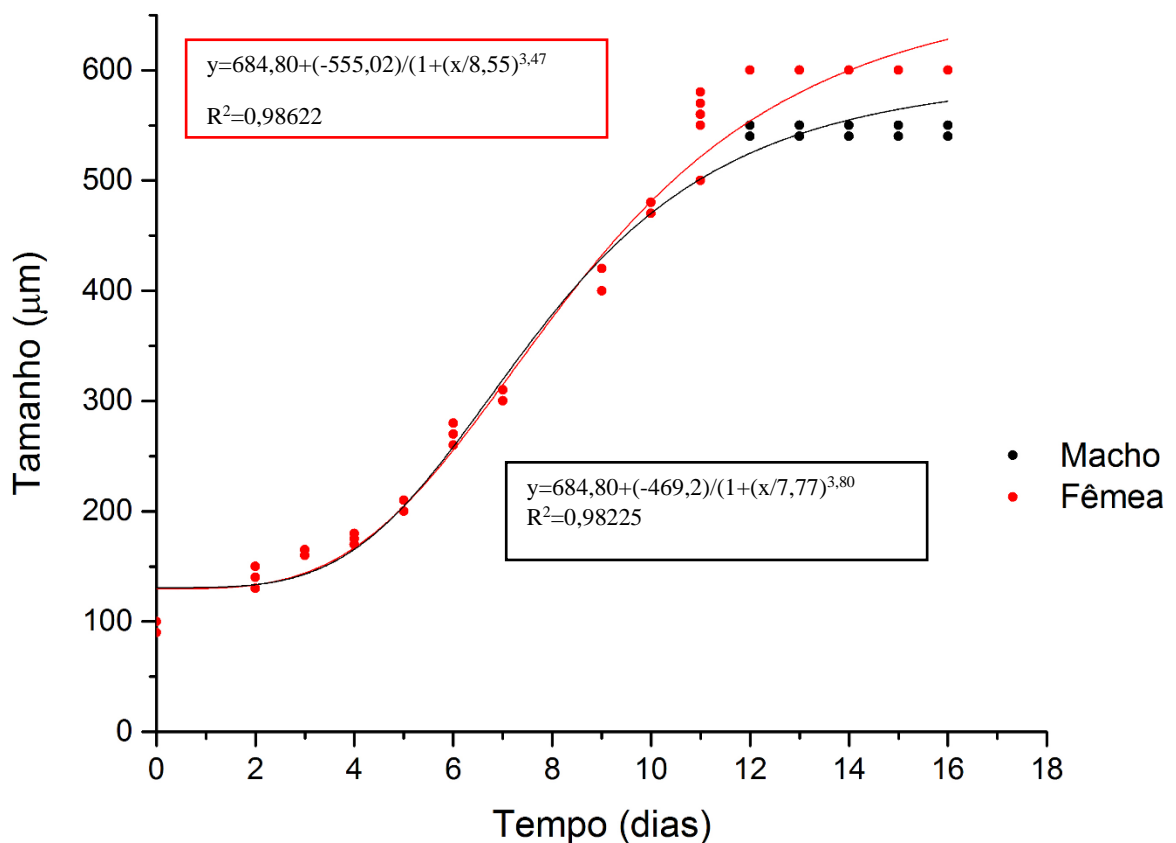


Figura 4— Curva de crescimento individual de macho e fêmea de *Microcyclops anceps*. (n = 10) cultivado a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, fotoperíodo de 12 h luz, 12h escuro e alimentados com suspensão das microalgas clorofíceas *Pseudokirchneriella subcapitata* e *Chlorella sorokiniana* em concentração ao redor de 10^5 cels/mL.

A longevidade média da espécie em laboratório foi de 30 ± 15 dias. A longevidade mínima foi de 15 dias e a longevidade máxima foi de 45 dias.

A geração F1 de *M. anceps* foi avaliada quanto à dinâmica populacional para obtenção da curva de crescimento populacional e cálculo da taxa de crescimento. Não foi possível obter uma curva por não haver crescimento regular da população (Figura 6).

Na Figura 5 são plotados os números de indivíduos de diferentes estágios para intervalos de tempo selecionados.

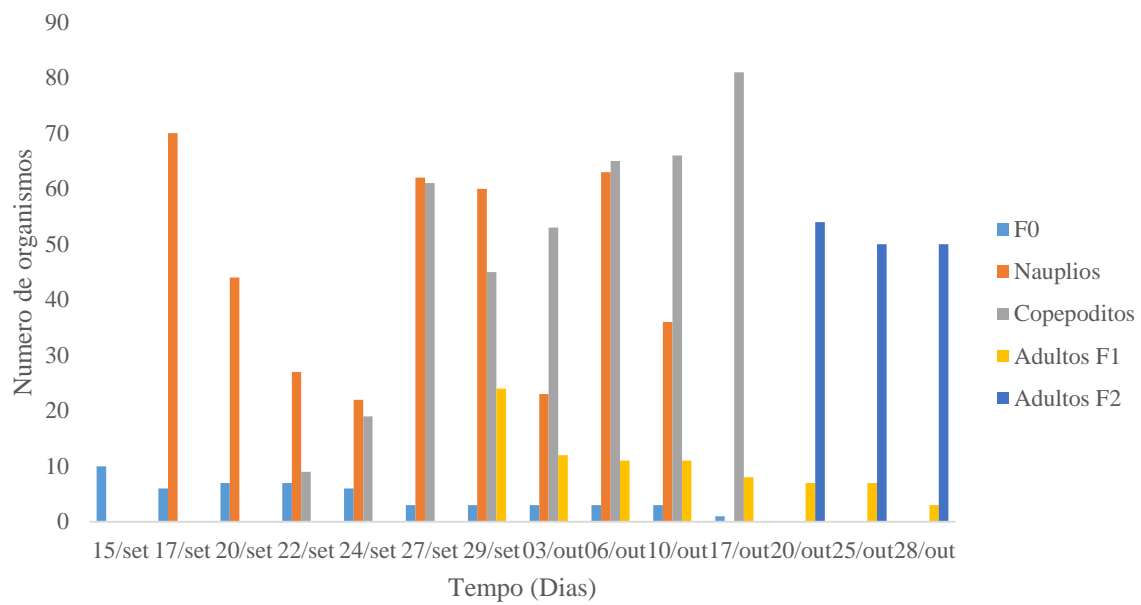


Figura 5 – Número total de indivíduos de *Microcyclops anceps* (Copepoda Cyclopoida ao longo do experimento de crescimento populacional em cultivo de laboratório em condições controladas

Foi plotada a curva de sobrevivência de uma coorte de *Microcyclops anceps* no decorrer do seu ciclo de vida, com base na proporção de organismos sobreviventes no início de cada intervalo de idade x (l_x) (Figura 7).

Foi perceptível um decréscimo no número de organismos nos instares iniciais, até atingirem a idade de copepodito, onde a partir desta etapa, a curva de sobrevivência tende a apresentar um decréscimo mais sutil, revelando uma taxa de mortalidade menor do que nos instares iniciais.

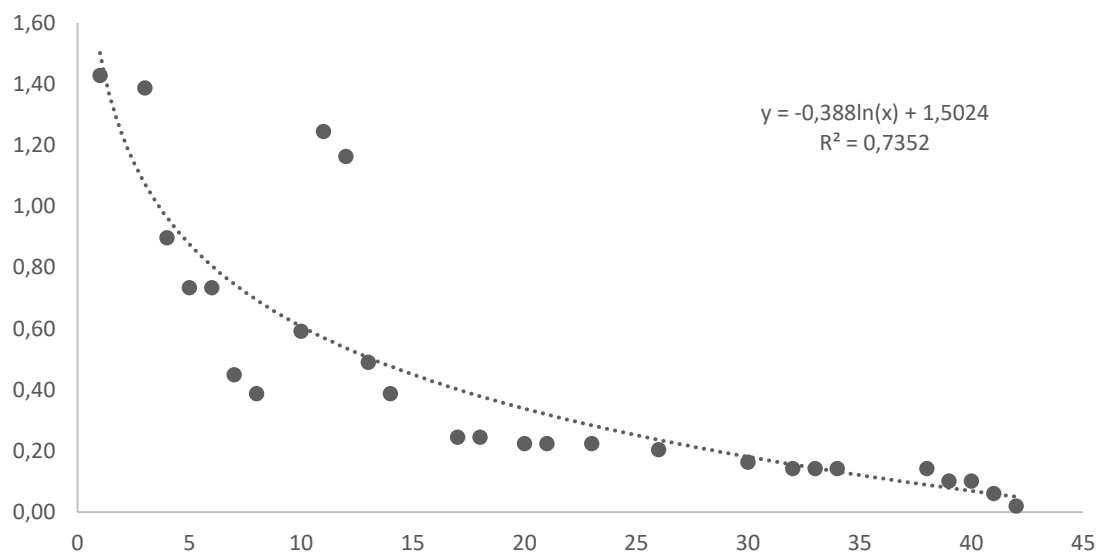


Figura 6 – Curva de sobrevivência do *Microcyclops anceps* em condições controladas em laboratório.

A Tabela de vida de *Microcyclops anceps* obtida em cultivo de laboratório nas mesmas condições anteriormente especificadas (Tabela 2) resumando assim as principais variáveis demográficas e reprodutivas ao longo do ciclo de vida da espécie.

Tabela 2 –Tabela de vida do Copepoda Cyclopoida *Microcyclops. anceps*, sendo n_x (número de organismos), x^{\wedge} (Idade como desvio percentual do tempo médio de vida), dx (taxa de mortalidade), lx (Proporção de organismos sobreviventes ao início do intervalo de idade x , qx (taxa de mortalidade entre o início do intervalo de idade x e o início do intervalo de idade $x + 1$).

x	n_x	x^{\wedge}	dx	lx	qx
0 a 1	70	-100	2	1,43	0,03
3 a 4	44	-90,00	8	0,90	0,18
5 a 6	36	-83,33	14	0,73	0,39
7 a 8	19	-76,67	-10	0,39	-0,53
10 a 11	61	-66,67	4	1,24	0,07
13 a 14	19	-56,67	7	0,39	0,37
17 a 18	12	-43,33	1	0,24	0,08
20 a 21	11	-33,33	0	0,22	0,00
23 a 26	10	-23,33	2	0,20	0,20
30 a 32	7	0,00	0	0,14	0,00
33 a 34	7	10,00	0	0,14	0,00
38 a 39	5	26,67	0	0,10	0,00
40 a 41	3	33,33	2	0,06	0,67
41 a 42	1	36,67	1	0,02	1,00

Discussão

No presente trabalho foi descrito pela primeira vez o ciclo de vida e a dinâmica populacional de *Microcyclops anceps* cultivado em de laboratório. Os tempos de desenvolvimento de *M. anceps*, tanto embrionário (1,07 dias) como pós-embrionário (12±2,5 dias) são bastante curtos e menores que o de outros pequenos cyclopoides tropicais, como *Paracyclops pilosus* (SILVA et al., 2015), *Ectocyclops herbsti* e *Eucyclops ensifer*, duas outras espécies cultivadas sob condições experimentais idênticas, no presente trabalho. Estes tempos de desenvolvimento são também curtos em comparação com dados de espécies de regiões tropicais (MELÃO & ROCHA, 2004; RIETZLER, 1995) e também de regiões temperadas (Tabela 3).

Tabela 3- Dados comparativos entre as espécies estudadas durante seus ciclos de vida. (DE – Desenvolvimento embrionário; DPE – desenvolvimento pós embrionário; T. ger. – Tempo geração; %Ecl - % de eclosão; N°ovos/nin/♀ - Numero de ovos por ninhada por fêmea; Long - Longevidade)

	<i>M. anceps</i>	<i>T. prasinus</i>	<i>M. longisetus</i>	<i>M. brasilianus</i>	<i>T. minutus</i>	<i>T. decipiens</i>	<i>P. pilosus</i>
DE	1,07 ± 0,12	1.61 ± 0.59	1.84 ± 0.47	2,00±0,24	1.12	1.33	1.85
DPE	12 ± 2,5	12.1±2.7	22.4 ± 2.7	23,82	9.60	15.0	12.83
T. ger.	13,07±2,6	14.9±2,6	35,83	23,82	9,68	15,2	
Tamanho ♂	545 ± 5	407 ± 27	917 ± 25	680±60	515 ± 25	620	630±30
Tamanho ♀	601,67 ± 3,73	520 ± 16	1560 ± 72	1000±150	575 ± 75	870	640±40
% Ecl	39%	93.55%	96.23%				
Fec. Total	58,17±17,29						
N° ovos/nin/ ♀	8,31	10,68	11,24				10
Long	30 ± 15	57,6 ± 3,5	50,75 ± 6,65	44,68 ± 21,82	27,40±6,88	43,16±22,83	
Tamanho ♀ F0	597 ± 6,4						
Autores	Presente Estudo	elão & Rocha, 2004	Melão& Rocha, 2004	Rietzler, 1995	Rietzler, 1995	Rietzler, 1995	Silva et al., 2015

A relação entre tamanho do corpo e importantes processos fisiológicos (alimentação, respiração, crescimento) ou com outras variáveis do ciclo de vida (fecundidade, sobrevivência, longevidade) é uma das relações mais bem estabelecidas com base em teorias empíricas da - Ecologia (BLUEWEISS et al., 1978). Espécies de maior tamanho geralmente apresentam uma duração de desenvolvimento embrionário mais longa, como *Mesocyclops longisetus* com 1,84 dias a 25°C (MELÃO & ROCHA, 2004) e *Thermocyclops decipiens* com 1,33 dias (RIETZLER, 1995). Contudo se isto for convertido para uma relação massa-específica, tem-se que há na realidade uma diminuição na duração do desenvolvimento por unidade de massa para as espécies de maior tamanho (PETERS, 1987).

O tempo de desenvolvimento pós-embrionário de *Microcyclops anceps*, de aproximadamente 12 ± 2,5 dias, incluiu os cinco ínstares do estágio naupliar, cinco instares de

copepodito e o estágio adulto, que atingiu maturidade ao final deste período. Esse valor se aproximou bastante ao de algumas espécies como *Apocyclops dengizicus*, um Cyclopoida marinho, que apresentou um desenvolvimento com cerca de 11,0 dias (ANANDAN et al., 2013). Além dessas espécies, Melão & Rocha (2004) obtiveram também valores de desenvolvimento pós-embrionário para *Tropocyclops prasinus* de 12,1 dias e para *Mesocyclops longisetus* valores de 22,0 dias (Tabela 3).

Proporcionalmente à duração dos dois primeiros instares naupliares, a duração do período embrionário é relativamente longa, pois envolve toda a formação do embrião, que assumirá a forma naupliar. O fato de termos registrado apenas cinco instares na fase de náuplio para *M. anceps* pode ser uma característica particular da espécie, mas também pode ser resultado de uma transição muito rápida do instar naupliar I para o instar naupliar II, dado os intervalos de 6 a 12 horas entre uma observação e outra. Novos cultivos poderão ser feitos em futuro próximo para verificar se se tratam verdadeiramente de cinco ou se seriam seis instares naupliares.

A longevidade de *Microcyclops anceps* nas condições de cultivo variou entre o mínimo de 15 ao máximo de 45 dias. *Tropocyclops prasinus* apresentou longevidade de aproximadamente 57,6 dias (MELÃO & ROCHA, 2004), um valor superior sob a mesma temperatura adotada no presente estudo (25°C). Dentre os fatores que interferem de maneira significativa na longevidade prevalecem o sexo dos organismos, a temperatura da água e a qualidade e/ou quantidade de alimento fornecido (MAIER, 1989; HAVENS et al., 2015).

Os machos têm geralmente menor duração de desenvolvimento que as fêmeas. Estas, após a fertilização dos óvulos já formados, mantêm parte dos espermatozoides guardados no receptáculo, o que lhe permite a produção de ovos para mais uma ou duas novas ninhadas, sem necessidade imediata de nova fertilização pelos machos. Estas características reprodutivas fazem provavelmente parte de uma “constelação adaptativa”, termo cunhado para descrever um grupo de características fenotípicas integradas e co-adaptativas que fazem parte das táticas reprodutivas da espécie (PIANKA, 1976).

Como regra geral a duração do desenvolvimento pós-embrionário tende a aumentar, à medida que aumenta o tamanho corporal da espécie (PETERS, 1987). Organismos maiores geralmente apresentam taxa metabólica relativa menor que a de organismos pequenos, o que interfere diretamente no balanço energético, e em consequência na duração do desenvolvimento dos mesmos (GRODZINSKI et al., 1975) que se torna proporcionalmente menor. Contudo, há exceções: Vidal (1980) verificou uma relação oposta para duas espécies

de copépodes Calanoida marinhos, concluindo que dentre elas *Pseudocalanus sp*, a espécie de menor tamanho apresentou maior tempo de desenvolvimento que a espécie *Calanus pacificus*, que possui tamanho corporal maior que a primeira.

A fecundidade média da primeira geração de *Microcyclops anceps* foi de $58,17 \pm 17,29$ ovos por fêmea durante toda a sua longevidade resultando em baixo número de náuplios no cultivo $23,17 \pm 8,17$ corroborando a baixa sobrevivência após o nascimento, de apenas 39%. Em microcrustáceos planctônicos a fertilidade e natalidade estão intimamente ligadas à temperatura e a qualidade e disponibilidade do alimento (STØTTRUP & JENSEN, 1990; DRILLET et al., 2011), o que pode ter sido o caso de *M. anceps*. Pode-se também atribuir este fator ao canibalismo dos adultos, comportamento que pode ter se acentuado devido à alimentação inadequada ou insuficiente, fato reportado para *Apocyclops procerus* por Guenther et al. (2015).

Esta espécie não apresentou um crescimento populacional estável em cultivo de laboratório, provavelmente por diferenças seja em relação à temperatura ou no alimento disponível no laboratório quando comparado ao ambiente natural onde os organismos foram coletados. No Pantanal Mato-Grossense a temperatura da água ao longo do ano pode ser normalmente mais elevada do que a temperatura experimental, e a qualidade e quantidade de alimento oferecido, podem ter sido inferiores à do habitat da espécie, influenciando negativamente a dinâmica da população de *M. anceps* no cultivo em laboratório. Temperatura e alimento são os dois principais fatores que afetam universalmente as características do ciclo de vida das espécies zooplantônicas (BOTIRELL et al., 1976). Nos ambientes naturais sob condições favoráveis pequenos ciclopóides podem desenvolver densas populações e desempenham papel de grande importância como um nível trófico intermediário entre o plâncton e os peixes (EINSLE, 1996).

M. anceps apresentou o padrão de sobrevivência do tipo côncavo (TOWNSEND et al., 2009), similarmente às outras duas espécies de ciclopóides cultivadas com grande mortalidade nos períodos iniciais, e apenas pequena parte dos indivíduos atingindo a idade adulta (PEREIRA, 2016). Quando atingem a idade adulta adquirem a partir daí melhor chance de sobrevivência, ao desenvolverem maior capacidade natatória que lhes confere maior habilidade de escape a predadores.

Conclusão

O copépodo *Microcyclops anceps* apresentou um tempo de vida relativamente curto e desenvolvimentos embrionário e pós-embrionário mais acelerado que as outras espécies estudadas no presente trabalho, evidenciando uma relação com seu menor tamanho. Apesar da menor fecundidade e menor longevidade observadas esta espécie tem potencial para desenvolvimento de grande número de gerações em curtos intervalos de tempo, o que pode lhe conferir especial relevância ecológica como elo nas cadeias tróficas.

Agradecimentos

Agradecemos ao Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq) pelo financiamento da pesquisa (132452/2015-4), ao Luiz técnico do laboratório que auxiliou nas coletas do material utilizado na pesquisa e também a Doutoranda Aline que ajudou na execução dos ajustes nas curvas de crescimento

Referências

- ANANDAN, P., KRISHNAMURTHY, R., & ALTAFF, K., 2013. Studies on different stages of post embryonic development of cyclopoid copepod *Apocyclops dengizicus*. Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci, 2(2), 20-27p.
- BOTTRELL, H. H., DUNCAN, A., GLIWICZ, Z., GRYGIEREK, M.E., HERZIG, A., HILLBRICHT-LKOWSKA, A., KURASAWA, H., LARSSON, P., WEGLENSKA, T. A. 1976. Review of some problems in zooplankton production studies. Norwegian Journal of Zoology, 24, 419-56.
- BOXSHALL, G. A., & DEFAYE, D., 2008. Global diversity of copepods (Crustacea: Copepoda) in freshwater. Hydrobiologia, 595(1), 195-207p.
- BLUEWEISS, L., FOX, H., KUDZMA, V., NAKASHIMA, D. PETERS, R. & SAMS, S. 1978. Relationship between body size and and some life history parameters. Oecologia (Berlin), 37: 257 – 272p.
- DA ROSA, F. R., 2014. *Atlas complementar dos microcrustáceos zooplanctônicos e límnicos do estado de Mato Grosso do Sul* (Doctoral dissertation, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul).

DRILLET, G., FROUËL, S., SICHLAU, M. H., JEPSEN, P. M., HØJGAARD, J. K., JOARDER, A. K., & HANSEN, B. W., 2011. Status and recommendations on marine copepod cultivation for use as live feed. *Aquaculture*, 315(3), 155-166p.

DUSSART, B. H., & DEFAYE, D., 2001. *Introduction to the Copepoda. Guide to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world*, No. 16.

EINSLE, U. 1996. *Copepoda: Cyclopoida- genera Cyclops, Megacyclops, Acanthocyclops*, In; Dumont, H.J.F. (Ed.) *Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental waters of the World*. SPB Academic Publishing bvAmsterdam, 83p.

ESTEVEZ, F. D. A., 2011. *Fundamentos de Limnologia* (No. 504.45 FUN).

FRYER, G., 1957. The food of some freshwater cyclopoid copepods and its ecological significance. *The Journal of Animal Ecology*, 263-286p.

GUENTHER, M., DURST, R., FELISMINO, W. S., PESSOA, V. T., & NEUMANN-LEITÃO, S., 2015. Feeding ecology of *Apocyclops procerus* (Copepoda, Cyclopoida) under experimental conditions. *Crustaceana*, 88(3), 283-297p.

GRODZINSKI, W., KLEKOWSKI, R. Z., & DUNCAN, A., 1975. *Methods for ecological bioenergetics*. Blackwell Scientific Publications.

HAVENS, K. E., PINTO-COELHO, R. M., BEKLIOĞLU, M., CHRISTOFFERSEN, K. S., JEPPESEN, E., LAURIDSEN, T. L., & ERDOĞAN, Ş., 2015. Temperature effects on body size of freshwater crustacean zooplankton from Greenland to the tropics. *Hydrobiologia*, 743(1), 27-35p.

LANSAC-TÔHA, F. A., VELHO, L. F. M., HIGUTI, J., & TAKAHASHI, E. M., 2002. Cyclopidae (Crustacea, Copepoda) from the upper Paraná River floodplain, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 62(1), 125-133p.

LIMA, S. L., 1998. Stress and decision making under the risk of predation: recent developments from behavioral, reproductive, and ecological perspectives. *Advances in the Study of Behavior*, 27, 215-290p.

MAIER, G., 1989. The effect of temperature on the development times of eggs, naupliar and copepodite stages of five species of cyclopoid copepods. *Hydrobiologia*, 184(1-2), 79-88p.

MATSUMURA-TUNDISI, T., & TUNDISI, J. G., 2005. Plankton richness in a eutrophic reservoir (Barra Bonita Reservoir, SP, Brazil). *Hydrobiologia*, 542(1), 367-378p.

MELÃO, M. D. G. G., 1997. *A comunidade planctônica (fitoplâncton e zooplâncton) e produtividade secundária do zooplâncton de um reservatório oligotrófico*.

MELÃO, M. D. G. G., & ROCHA, O., 2004. Life history, biomass and production of two planktonic cyclopoid copepods in a shallow subtropical reservoir. *Journal of Plankton Research*, 26(8), 909-923p.

- MIRANDA, F. S., PINTO-COELHO, R. M., & GONZAGA, A. V., 2013. Redução da riqueza de organismos do zooplâncton (com ênfase em Copepoda e Cladocera) nas lagoas do médio Rio Doce/MG. *Revista Brasileira de Zoociências*, 15, 69-90p.
- NEVES, I. F., ROCHA, O., ROCHE, K. F., & PINTO, A. A., 2003. Zooplankton community structure of two marginal lakes of the river Cuiabá (Mato Grosso, Brazil) with analysis of Rotifera and Cladocera diversity. *Brazilian Journal of Biology*, 63(2), 329-343p.
- PERBICHE-NEVES, G., SERAFIM-JÚNIOR, M., GHIDINI, A. R., & BRITO, L. D., 2007. Spatial and temporal distribution of Copepoda (Cyclopoida and Calanoida) of an eutrophic reservoir in the basin of upper Iguaçú River, Paraná, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 19(4), 393-406p.
- PERBICHE-NEVES, G., PREVIATTELLI, D., FARIA, K., & VILARDI, G. C., 2015. Novos registros de Copépodes (Crustacea: Calanoida e Cyclopoida) de rios amazônicos dos estados do Mato Grosso e Rondônia, com considerações sobre conservação. In: *Biologia da conservação no contexto amazônico*. 48-57p.
- PEREIRA, G. M. D. C., 2016. Avaliação da concordância dos principais testes utilizados para comparação de curvas de sobrevivência por meio de simulações. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa.
- PETERS R. H., 1986 *The Ecological Implications of Body Size*. CambridgeUK: Cambridge University Press. 329 p.
- PIANKA, E.R., 1976. Natural selection of optimal reproductive tactics. *Am. Natur.* 109, 453-464p.
- REID, J.W., 1985. Chave de identificação para as espécies continentais sul-americanas de vida livre da Ordem Cyclopoida (Crustacea, Copepoda). *Boletim Zoologia*. 9, 17-143p.
- REID, J. W., & MORENO, I. D. H., 1990. The Copepoda (Crustacea) of the southern pantanal, Brazil. *Acta limnol. brasil*, 3, 721-740p.
- RIETZLER, A. C. 1995. Alimentação, ciclo de vida e análise da coexistência de espécies de na represa de Barra Bonita, São Paulo. Tese de doutorado. São Carlos (SP): Escola de Engenharia de São Carlos/Universidade de São Paulo; 385p.
- SERAFIM-JÚNIOR, M., LANSAC-TÔHA, F. A., LOPES, R. M., & PERBICHE-NEVES, G., 2016. Continuity effects on rotifers and microcrustaceans caused by the construction of a downstream reservoir in a cascade series (Iguaçu River, Brazil). *Brazilian Journal of Biology*, 76(2), 279-291p.
- SILVA, W. M., 2011. Potential use of Cyclopoida (Crustacea, Copepoda) as trophic state indicators in tropical reservoirs. *Oecologia Australis*, 15(3), 511-521p.
- SILVA, L. C., NUNES, M. V., DE LUCCA, J. V., & ROCHA, O., 2015. Life cycle of *Paracyclops pilosus* Dussart, 1983 (Crustacea: Copepoda: Cyclopoida) and first record in Brazil. *Tropical Zoology*, 28(3), 126-135.

STERZA, J. M., & FERNANDES, L. L., 2006. Zooplankton community of the Vitória Bay estuarine system (Southeastern Brazil): Characterization during a three-year study. *Brazilian Journal of Oceanography*, 54(2-3), 95-105p.

STILING, P. D., 1996. *Ecology: theories and applications*. 539p.

STØTTRUP, J. G., & JENSEN, J., 1990. Influence of algal diet on feeding and egg-production of the calanoid copepod *Acartia tonsa* Dana. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 141(2-3), 87-105p.

TOWNSEND, C. R., BEGON, M., & HARPER, J. L., 2009. *Fundamentos em ecologia*. Artmed Editora.

TUNDISI, J. G. & TUNDISI, T. M., 2008. *Limnologia*. Ed. Oficina de textos. São Paulo, 632 p.

VIDAL, J., 1980. Physioecology of zooplankton. II. Effects of phytoplankton concentration, temperature, and body size on the development and moulting rates of *Calanus pacificus* and *Pseudocalanus* sp. *Mar. Biol.* 56: 135–146p.

5- Discussão e Conclusões Gerais

No presente estudo foram estudados o ciclo de vida e a dinâmica populacional de 3 espécies de Copepoda Cyclopoida nativas do Brasil e endêmicas do continente sul-americano. As espécies estudadas, *Ectocyclops herbsti*, *Eucyclops ensifer* e *Microcyclops anceps* apesar de serem espécies de pequeno porte com tamanho inferior a 1,00 mm, são frequentemente encontradas em águas doces, em diversos tipos de ambientes, tanto lóticos como lênticos, constituindo populações numerosas. Informações sobre ciclos de vida de pequenos ciclopóides tropicais são escassas, apesar da indubitável importância ecológica dos mesmos. Algumas espécies podem desempenhar papel-chave nas cadeias e teias tróficas, na estabilidade das comunidades e dos ecossistemas, participando ativamente na ciclagem da matéria e no fluxo de energia dos mesmos.

Os dados obtidos no presente estudo por meio de experimentação sob condições controlada de laboratório fornecem informações relevantes como subsídios para outros tipos de estudos, como produção secundária, taxas de processos fisiológicos, e interações com outras espécies. Algumas das informações só podem ser obtidas quando se consegue mantê-las e observá-las vivas, como coloração, padrão de locomoção, tipos de alimentos consumidos, reprodução, etc.

Ectocyclops herbsti e *M. anceps* apresentaram hábito típico de organismos bentônicos permanecendo sempre próximos ao fundo dos recipientes de cultivo ou embrenhando-se na matéria orgânica depositada no fundo do frasco, um comportamento que sugere a busca de proteção de predadores, de camuflagem. Por outro lado, a espécie *E. ensifer* apresentou comportamentos e hábito típico de organismo mais limnético, com atividade natatória mais ativa, fato provavelmente relacionado com seu hábito. *E. ensifer* apresenta potencial para ser utilizado para controle de larvas de *Aedes aegypti*, mosquito transmissor de dengue, chikungunya e vírus da zika (SANTOS & ANDRADE, 1997).

Outra característica observada e que poderá ser explorada em estudos futuros são as diferenças de coloração dos indivíduos das espécies e o habitat. Organismos de hábito bentônico como *E. herbsti* e *M. anceps* tinham cor acastanhada em tons de marrom, o que pode facilitar sua camuflagem no sedimento, enquanto *E. ensifer* tinha cor clara, mais transparente, o que pode ser uma adaptação para ser menos percebido pelos predadores visuais na coluna d'água. Este tipo de informações é quase inexistente para pequenos copépodos ciclopoídes, mas é um tema relevante em Ecologia, diretamente ligado a um dos importantes às interações interespecíficas, a predação. Já existe uma fundamentação teórica a respeito da evolução da coloração adaptativa envolvendo diferentes tipos de ambientes habitats (MERILAITA & TULLBERG 2005; MERILAITA & RUXTON 2007)

Quanto às características do ciclo de vida, os resultados obtidos neste estudo corroboraram em parte regras ecológicas já estabelecidas. As três espécies de ciclopoídes estudadas representaram um gradiente de tamanho, *Ectocyclops herbsti* > *Eucyclops ensifer* > *Microcyclops anceps*, numa faixa de aproximadamente 600 e 800 µm, levando-se em conta ambos, o tamanho tanto dos indivíduos oriundos do campo e os indivíduos cultivados em laboratório. Considerando-se que *Chaos chaos* e *Stentor urceolaris* são protozoários com tamanhos maiores do que estas espécies de copépodos, será importante também comparar em estudos futuros estes pequenos ectotermos unicelulares e multicelulares em relação a outras características de seus ciclos de vida, como por exemplo a taxa intrínseca de aumento natural de suas populações ou o potencial de produção secundária destes (MARSHALL et al., 2012; ROGERSON & PATTERSON, 2002).

Considerando informações sobre a dinâmica populacional das 3 espécies estudadas, não foi possível estabelecer comparações entre elas, pois *E. herbsti* apresentou um crescimento populacional representativo tanto em relação à forma quanto em relação ao tamanho

populacional, atingindo no total mais de 500 organismos. É possível que diferenças em relação à adequação do alimento fornecido ou da história térmica (temperatura média do ambiente natural das espécies) tenham contribuído para o crescimento populacional irregular observado no presente estudo. Serão necessários novos experimentos buscando-se otimizar as condições experimentais por meio de aclimatação térmica e melhor adequação do alimento para as espécies *E. ensifer* e *M. anceps*.

Os resultados do ciclo de vida das espécies dos pequenos ciclopóides estudados corroboraram a teoria metabólica geral da relação entre o tamanho do corpo e os parâmetros do ciclo de vida (FENCHEL, 1974; BLUEWEISS, et al., 1978; PETERS, 1978.) Apesar de haver controvérsias em relação à natureza da relação entre o tamanho do corpo e o tempo de desenvolvimento (o expoente de escalonamento alométrico e o intercepto) não há controvérsias em relação ao fato de que o tempo de desenvolvimento varia com o tamanho do corpo e que é preciso um tempo mais longo para construir mais tecidos (DILLON & FRAZIER, 2013). Assim, *Ectocyclops herbsti*, o copépodo de maior tamanho no presente estudo, teve mais longo tempo de desenvolvimento embrionário e pós-embrionário (e consequentemente maior tempo de geração) do que *E. ensifer* e *M. anceps*. Esta mesma relação não é tão clara quando se comparam os dados deste estudo com os dados de literatura para outras espécies de ciclopóides de tamanhos variados (Tabela 1).

Pelos dados da tabela pode se observar que os tempos de geração das espécies com tamanho menor que 1 mm são curtos, não ultrapassando quinze dias, que a fecundidade por ninhada das fêmeas é elevada, em geral igual ou maior que 10 ovos, o que sugere um elevado potencial biótico ou taxa intrínseca de aumento natural das populações evidenciando a importância dos pequenos ciclopóides na dinâmica das comunidades e no funcionamento dos ecossistemas.

Tabela 1- Dados comparativos entre as espécies estudadas durante seus ciclos de vida. (DE – Desenvolvimento embrionário; DPE – desenvolvimento pós embrionário; T. ger. – Tempo geração; %Ecl - % de eclosão; N°ovos/nin/♀ - Numero de ovos por ninhada por fêmea; Long – Longevidade;T.C. – Taxa de crescimento)

	<i>E. herbsti</i>	<i>E. ensifer</i>	<i>M. anceps</i>	<i>T. prasinus</i>	<i>M. longisetus</i>	<i>M. brasilianus</i>	<i>T. minutus</i>	<i>T. decipiens</i>	<i>P. pilosus</i>
DE	1,81 ± 0,53	1,03±0,24	1,07 ± 0,12	1.61 ± 0.59	1.84 ± 0.47	2,00±0,24	1.12	1.33	1.85
DPE	18 ± 0,7	13,5±2,5	12 ± 2,5	12.1±2.7	22.4 ± 2.7	23,82	9.60	15.0	12.83
T. ger.	20,3±1,5	14,5±2,5	13,07±2,6	14.9±2,6	35,83	23,82	9,68	15,2	
Tamanho ♂	660±10	605 ± 8,66	545 ± 5	407 ± 27	917 ± 25	680±60	515 ± 25	620	630±30
Tamanho ♀	745±5	701,6 ± 3,7	601,67 ± 3,73	520 ± 16	1560 ± 72	1000±150	575 ± 75	870	640±40
T. C. ♂	2,38	1,91	3,8						
T. C. ♀	1,87	1,97	3,47						
% Ecl	49%	49%	39%	93.55%	96.23%				
Fec. Total	222±75	87±34,58	58,17±17,29						
N° ovos/nin/♀	14,8	7,25	8,31	10,68	11,24				10
Long	50,43±20,73	48,5 ± 26,5	30 ± 15	57,6 ± 3,5	50,75 ± 6,65	44,68 ± 21,82	27,40±6,88	43,16±22,83	
Tamanho ♀ F0	800 ± 54,01	702,5±4,33	597 ± 6,4						
Autores	Presente Estudo	Presente Estudo	Presente Estudo	Melão & Rocha, 2004	Melão& Rocha, 2004	Rietzler, 1995	Rietzler, 1995	Rietzler, 1995	Silva et al., 2015

Referências

BLUEWEISS L., FOX H., KUDZMA V., NAKASHIMA D., PETERS R., 1978 Relationships between body size and some life history parameters. *Oecologia* 37:

DILLON, M. E., & FRAZIER, M. R., 2013. Thermodynamics constrains allometric scaling of optimal development time in insects. *PloS one*, 8 (12), e84308.

FENCHEL T., 1974 Intrinsic rate of natural increase: the relationship with body size. *Oecologia* 14: 317–326.

GASTON K. J., 1988 The intrinsic rates of increase of insects of different sizes. *Ecological Entomology* 13: 399–409.

MELÃO, M. D. G. G., & ROCHA, O., 2004. Life history, biomass and production of two planktonic cyclopoid copepods in a shallow subtropical reservoir. *Journal of Plankton Research*, 26(8), 909-923.

MARSHALL, W.F., YOUNG, K.D., SWAFFER, M., WOOD, E., NURSE, P., KIMURA, A., FRANKEL, J., WALLINGFORD, J., WALBOT, V., XIAN QU, X. & ROEDER, A H.K. 2012. What determines cell size? *BMC Biology*, 10:101 DOI: 10.1186/1741-7007-10-101

MERILAITA, S. & J. LIND., 2005. Background-matching and disruptive coloration, and the evolution of cryptic coloration. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 272:665–670.

MERILAITA S. & RUXTON G. D., 2007. Aposematic signals and the relationship between conspicuousness and distinctiveness. *Journal of Theoretical Biology* 245:268–277.

PETERS R. H., 1986 *The Ecological Implications of Body Size*. CambridgeUK: Cambridge University Press. 329 p.

RIETZLER A. C. 1995. Alimentação, ciclo de vida e análise da coexistência de espécies de na represa de Barra Bonita, São Paulo. Tese de doutorado. São Carlos (SP): Escola de Engenharia de São Carlos/Universidade de São Paulo; 385p.

ROGERSON A. & PATTERSON D. J., 2002: The naked ramicristate amoebae (Gymnamoebae). *An Illustrated Guide to the Protozoa*, Lawrence, Kansas: Society of Protozoologists, 1023-1053.

SANTOS, L. U., & ANDRADE, C. F. S. (1997). Levantamento de ciclopidéos (Crustacea, Copepoda) no Brasil e avaliação preliminar de seu potencial como predadores dos vetores da dengue. *Revista de Saúde Pública*, 31(3), 221-226.

SILVA, L. C., NUNES, M. V., DE LUCCA, J. V., & ROCHA, O., 2015. Life cycle of *Paracyclops pilosus* Dussart, 1983 (Crustacea: Copepoda: Cyclopoida) and first record in Brazil. *Tropical Zoology*, 28(3), 126-135.