

DESENVOLVIMENTO E ASPECTOS REPRODUTIVOS DE CLADÓCEROS E COPÉPODOS DE ÁGUAS CONTINENTAIS BRASILEIRAS

MELÃO, M.G.G.

Departamento de Hidrobiologia, Universidade Federal de São Carlos
Via Washington Luis, Km 235, São Carlos, SP, 13565-905

RESUMO: Desenvolvimento e aspectos reprodutivos de cladóceros e copépodos de águas continentais brasileiras. O conhecimento da bionomia das diferentes espécies de cladóceros e copépodos dulceaquícolas fornece informações que nos permitem identificar as estratégias competitivas que garantem o seu sucesso num dado ambiente, o que é essencial para o entendimento do papel desses organismos nos ecossistemas aquáticos tropicais, visando o seu manejo e preservação. Este trabalho reúne informações obtidas em vários estudos, realizados por diversos autores, sobre o ciclo de vida e aspectos reprodutivos de espécies brasileiras de cladóceros e copépodos de água doce, incluindo dados sobre 4 espécies de copépodos e 15 de cladóceros. Os estudos evidenciam a influência da temperatura e do suprimento alimentar na duração do desenvolvimento embrionário, pós-embrionário e esforço reprodutivo em laboratório, sob condições controladas. De um modo geral, a duração do tempo de desenvolvimento decresce com o aumento de temperatura. A fecundidade das fêmeas está diretamente relacionada à oferta e à qualidade do alimento, bem como ao tamanho dos animais, geralmente aumentando nas espécies maiores.

Palavras-chave: Cladocera; Copepoda; água doce; desenvolvimento; reprodução.

ABSTRACT: Development and reproductive aspects of freshwater Cladocera and Copepoda from Brazil. The knowledge of the life history of different freshwater cladocerans and copepods species provides information about the competitive strategies that guarantee their success in a given environment, what is essential for the understanding of the role of those organisms in the tropical aquatic ecosystems, seeking its management and preservation. This work gathers information obtained in several studies, accomplished by several authors, on the life cycle and reproductive aspects of Brazilian freshwater species of cladocerans and copepods, including data on 4 copepods and 15 cladocerans species. The studies pointed out the influence of temperature and food supply in the duration of the embryonic, postembryonic development and reproductive effort, under laboratory controlled conditions. In a general way, the duration of the development decreases with the increase of temperature. The female fecundity is directly related to the food quality and quantity, as well as to the size of the animals, generally increasing in the larger species.

Key-words: Cladocera; Copepoda; freshwater; development; reproduction.

INTRODUÇÃO

O sucesso de cada espécie depende das estratégias competitivas que lhe permitam sobreviver e se reproduzir num dado ambiente. Cladóceros que, em geral, gastam menos tempo para atingir a maturidade ou com ciclo de vida reduzido pela reprodução partenogenética ou, algumas vezes, pela diminuição do número de estágios larvais, podem apresentar vantagens competitivas em determinados ambientes, acelerando o crescimento de suas populações que, nesse caso, depende basicamente da produção de ovos. Nos copépodos, o crescimento da população é muito mais regulado pela longevidade e taxas de sobrevivência dos diferentes estágios larvais do que pela produção de ovos. O número de gerações por unidade de tempo é menor nos copépodos e sua eficiência ecológica é menor porque estão limitados pela reprodução sexuada, o que significa que apenas metade da população pode produzir descendentes (Le Cren & Lowe-McConnell, 1980)

O crescimento e reprodução de um organismo são funções de sua morfologia, comportamento, concentração e qualidade do alimento e adaptação aos fatores ambientais. O conhecimento das taxas de desenvolvimento das diferentes fases do ciclo de vida (tempo de desenvolvimento embrionário e pós-embrionário) e aspectos reprodutivos das diferentes espécies de cladóceros e copépodos são particularmente importantes em estudos de dinâmica de populações (taxas de natalidade e mortalidade), produção secundária e teias alimentares, além de ampliar as informações existentes sobre a biologia de cada uma delas, o que é essencial para o manejo adequado e preservação dos ecossistemas aquáticos.

O desenvolvimento de técnicas de cultivo e manutenção desses organismos em laboratório tem contribuído para estudos ecológicos, fornecendo informações importantes sobre os processos fisiológicos, o crescimento, o comportamento e as interações de competição e predação entre os organismos, sob condições controladas, contribuindo para a solução de problemas ecológicos complexos encontrados nos ambientes naturais, como fluxo energético nas cadeias alimentares. Em condições experimentais de laboratório, pode-se controlar as variáveis ambientais e biológicas que limitam o crescimento desses organismos, possibilitando-lhes atingir taxas de crescimento e reprodução que dificilmente alcançariam na natureza. No entanto, a aplicação de resultados obtidos em laboratório para situações naturais deve ser feita com cautela, já que os fatores limitantes atuam no ambiente reduzindo o desempenho potencial das espécies.

Vários estudos têm sido feitos no Brasil, no sentido de cultivar espécies nativas de zooplâncton em laboratório com o principal objetivo de obtê-las em quantidades suficientes para alimentar peixes e outros animais cultivados em grande escala (Basile Martins, 1984; Sipaúba-Tavares, 1988; Sipaúba-Tavares & Rocha, 1988), uma vez que estes organismos são muito importantes para o crescimento de muitas espécies de peixes, especialmente na fase inicial do desenvolvimento. São poucos, no entanto, os estudos que visem conhecer o ciclo de vida de microcrustáceos para aplicação em estudos de produção secundária ou outros estudos ecológicos ou fisiológicos (Rocha & Matsumura-Tundisi, 1984; Rocha & Matsumura-Tundisi, 1990; Hardy & Duncan, 1994; Melão, 1997).

A bionomia dos microcrustáceos varia de grupo para grupo, sendo altamente dependente da espécie e das condições ambientais. Nos cladóceros, o padrão reprodutivo envolve a eclosão de fêmeas a partir de ovos partenogenéticos diplóides por várias gerações, sob condições favoráveis, e reprodução sexuada sob condições desfavoráveis. O desenvolvimento é direto e os jovens são liberados da câmara incubadora por meio de flexão ventral do pós-abdome da fêmea, processo que é seguido por ecdise e nova postura de ovos. O número de instares juvenis é variável sendo que, de maneira geral, o número de mudas até a primeira reprodução gira em torno de 2 a 4, não superando 6. Nos adultos, o número de instares é usualmente maior e mais variável, cessando, geralmente, a produção de ovos nos últimos estágios da vida. O aparecimento de machos, que em algumas espécies são incomuns ou desconhecidos, ocorre, em geral, devido a condições adversas tais como alterações na temperatura da água ou aumento populacional que ocasione a redução do suprimento alimentar e acúmulo de produtos de excreção. Essas condições induzem também a produção de um ou dois ovos fertilizados maiores e envolvidos por cápsula protetora que lhes confere grande resistência (efípio). A produção partenogenética de efípios também pode ocorrer esporadicamente em algumas espécies de cladóceros.

Os copépodos apresentam ciclo de vida com reprodução sexuada obrigatória, onde os ovos fertilizados eclodem em estágios larvais de vida livre, os náuplios. O cruzamento ocorre após a maturação sexual, que normalmente se dá primeiro nos machos. Os machos são comumente menores e menos numerosos do que as fêmeas e formam espermatóforos que são transferidos para os receptáculos seminais das mesmas por meio de apêndices torácicos, segurando as fêmeas com o auxílio de antenas e patas modificadas. Em geral, um número variável de ovos é depositado no interior de um ou dois ovissacos que ficam presos ao segmento genital feminino, mas podem também, em alguns casos, ser eliminados diretamente na água. Os ovos eclodem em larvas de vida livre, os náuplios, e, durante o seu desenvolvimento, passam por seis instares nauplianos e por mais cinco estágios de copepoditos até chegarem ao estágio adulto, quando cessam as mudas. Cada estágio é facilmente reconhecido por suas características morfológicas. O tempo gasto nesse processo é muito variável e depende de cada espécie e do ambiente em que vivem.

A intensidade com que um animal se reproduz é dada pelo número de ovos em cada postura, bem como a frequência das posturas. As variáveis reprodutivas mais importantes são: o sucesso no cruzamento, a duração do tempo de desenvolvimento do ovo, o tempo entre as desovas, a idade (tamanho) da primeira reprodução, a duração do período reprodutivo, o número de ovos por postura e a densidade de fêmeas na população (Vijverberg, 1989).

FATORES QUE AFETAM O DESENVOLVIMENTO E A REPRODUÇÃO DOS CLADÓCEROS E COPÉPODOS DE ÁGUA DOCE

O desenvolvimento e a reprodução dos cladóceros e copépodos de água doce são influenciados por fatores intrínsecos, inerentes a cada espécie, e por fatores externos, dentre os quais se destacam a temperatura e o alimento.

A temperatura é o fator que mais influencia o metabolismo dos seres vivos, pois afeta a velocidade de suas reações metabólicas, exercendo um importante papel sobre o tempo de desenvolvimento, a alimentação, o movimento, as taxas de reprodução e a longevidade dos animais, alterando suas taxas de crescimento populacional. A taxa metabólica dos animais tende a duplicar com o aumento de 10°C na temperatura do ambiente (Winberg, 1971). O efeito na taxa metabólica varia com a espécie e entre diferentes estágios de vida de uma mesma espécie. O aumento da temperatura promove, por exemplo, no zooplâncton, a diminuição no tempo de desenvolvimento dos ovos, aumento na taxa de incremento populacional e aumento nas taxas de alimentação.

Para os fatores ambientais, existe uma faixa dentro da qual os processos fisiológicos ocorrem normalmente. Nos homeotermos esta faixa é mais extensa, pois estes animais compensam ativamente as mudanças externas a fim de manter constante o ambiente interno. O custo metabólico, no entanto, é mais alto. Nos pecilotermos, esta faixa é menor. Há temperaturas, por exemplo, além das quais não ocorre alimentação. A aclimação de cada espécie é variável (Winberg, 1971).

A duração do tempo de desenvolvimento embrionário, que é o tempo necessário para que se complete o desenvolvimento do ovo, é afetada principalmente pela temperatura, com a qual apresenta normalmente uma relação inversa. A nutrição materna parece ter pouco efeito na taxa de desenvolvimento dos ovos.

Munro & White (1975) sugerem que as diferenças no tempo de desenvolvimento embrionário podem estar relacionadas às diferenças no tamanho dos ovos, ou seja, ovos maiores têm tempo de desenvolvimento maiores. Segundo estes autores, variações no tamanho dos ovos entre diferentes espécies estão provavelmente ligadas à evolução de diferentes estratégias reprodutivas, enquanto diferenças em uma espécie são provavelmente causadas por diferenças de temperatura e genótipo, que afetam tanto o metabolismo como as estratégias de produção de ovos. O tempo de desenvolvimento pós-embrionário dos microcrustáceos é o tempo gasto para que um indivíduo atinja a maturidade e é afetado principalmente pela temperatura e pela qualidade e quantidade de alimento. Segundo Bottrell et al. (1976), sob condições não limitantes de alimento a duração do desenvolvimento pós-embrionário é altamente dependente da temperatura.

Da mesma forma que para o desenvolvimento embrionário, verifica-se também, de uma maneira geral, uma relação inversa entre temperatura e tempo de desenvolvimento pós-embrionário.

Vários estudos evidenciam o efeito da temperatura sobre o tempo de geração de diferentes espécies, mas as respostas variam de uma espécie para a outra. De maneira geral, numa mesma temperatura, espécies menores possuem menores tempos de geração que os organismos maiores. No entanto, poderá haver variações de acordo com a adaptação de cada espécie em diferentes temperaturas. Rietzler (1995, 1998), estudando a influência da temperatura sobre o desenvolvimento de espécies de *Thermocyclops* e *Mesocyclops* em laboratório, sob condições alimentares não limitantes, e de *Diaphanosoma birgei* e *Ceriodaphnia silvestrii*, em laboratório, com alimentação natural, constatou uma relação inversa entre temperatura e tempo de desenvolvimento e longevidade. A autora obteve, de maneira geral, menores taxas de mortalidade em temperaturas superiores. Rietzler (1995) verificou que *Mesocyclops longisetus* foi a única espécie desse gênero que se desenvolveu até a reprodução em temperatura mais baixa (18°C) e, mesmo tendo mostrado uma redução no tempo de desenvolvimento com o aumento da temperatura, apresentou maior taxa de mortalidade em temperatura mais alta (28°C), indicando restrições ao desenvolvimento em temperaturas muito elevadas e, portanto, vantagens adaptativas em temperaturas mais baixas.

Espindola (1994) obteve relações semelhantes entre temperatura e tempo de desenvolvimento para as espécies de *Notodiaptomus* do reservatório de Barra Bonita, sendo que em temperatura de 18°C as espécies não se desenvolveram ou não atingiram a reprodução.

Rocha (1983) obteve o mesmo padrão de influência da temperatura na duração do tempo de desenvolvimento embrionário e pós-embrionário, nas taxas de crescimento, fecundidade e longevidade para espécies de *Daphnia*.

Melão (1997) também relata o efeito da temperatura no desenvolvimento embrionário e pós-embrionário de três espécies de copépodos e sete de cladóceros, observando que tanto o tempo de desenvolvimento embrionário como o pós-embrionário decrescem com uma variação de 5°C na temperatura (de 20 a 25°C), para todas as espécies estudadas.

Assim, a influência da temperatura sobre o tempo de desenvolvimento dos organismos parece ser o padrão mais comum na natureza.

O desenvolvimento pós-embrionário, além da temperatura, também está diretamente relacionado às condições alimentares.

Uma população de microcrustáceos só pode ter um crescimento bem sucedido se houver alimento adequado e em quantidade suficiente. Mudanças no tamanho, qualidade, composição e concentração necessária de alimento favorecem determinadas espécies em detrimento de outras (Le Cren & Lowe-McConnell, 1980), interferindo no seu aspecto, atividade, crescimento e reprodução de acordo com respostas específicas de cada uma delas.

Por causa do desenvolvimento mais lento e por causa da primeira ninhada de ovos ser produzida principalmente a partir das reservas estocadas durante os estágios de copepoditos, os copépodos dependem menos das condições alimentares para a reprodução durante o estágio adulto do que rotíferos e cladóceros. O número de gerações produzidas por unidade de tempo se torna relativamente mais dependente da temperatura (Le Cren & Lowe-McConnell, 1980).

Diferentemente dos cladóceros que geralmente são herbívoros, podendo utilizar também bactérias como fonte complementar de alimento, os copépodos possuem um amplo espectro alimentar. Os Calanoida são basicamente herbívoros, porém muitos Cyclopoida são onívoros raptorais, alimentando-se de fitoplâncton, microzooplâncton, detritos, bactérias ou de seus próprios ovos e náuplios. De acordo com Vijverberg (1989), os adultos de Cyclopoida são essencialmente carnívoros, os copepoditos são onívoros ou herbívoros e os náuplios são herbívoros. Rietzler (1995), analisando o conteúdo estomacal de algumas espécies de Cyclopoida da represa de Barra Bonita (SP), constatou o consumo de fitoplâncton, zooplâncton, detritos, especialmente de origem orgânica e, possivelmente, de *Microcystis*, uma espécie de cianofíceas que pode apresentar diferentes graus de toxicidade.

Adrian & Frost (1992, 1993) demonstraram que espécies pequenas de Cyclopoida, como *Tropocyclops prasinus mexicanus*, consideradas mais herbívoras, consumiam mais presas quando cultivadas em água enriquecida, do que nas condições naturais de disponibilidade de alimento, mas mesmo assim os autores verificaram que o fitoplâncton foi o fator mais importante para a reprodução desta espécie, em laboratório.

Melão (1997), observando o comportamento alimentar de *Tropocyclops prasinus prasinus* em laboratório, constatou a predação desta espécie sobre cladóceros pequenos (*Bosminopsis deitersi*) e protozoários (*Colpidium* sp e *Paramecium* sp), não obtendo sucesso em experimentos com a água do ambiente enriquecida apenas com algas.

Outros fatores, como concentração de gases respiratórios, características do substrato, presença de substâncias tóxicas na água, etc, também podem alterar as taxas de desenvolvimento e reprodução dos microcrustáceos. Bozelli (1994) detectou alterações, sob interferência de diversas concentrações de rejeito de bauxita em suspensão, nos diversos aspectos do ciclo de vida de espécies de cladóceros (*Daphnia gessneri*, *Diaphanosoma birgei* e *Moina minuta*) do Lago Batata, PA, especialmente quando associada à baixas concentrações alimentares. A interferência no padrão de alocação de recursos para reprodução foi um reflexo da alteração nas taxas de ingestão e incorporação de alimento, devido ao aporte reduzido de energia pela presença do rejeito de bauxita, o qual interfere mecanicamente no processo alimentar reduzindo a disponibilidade alimentar líquida. De maneira geral, o autor verificou que a presença do rejeito de bauxita interferiu negativamente sobre a sobrevivência, fecundidade, idade e tamanho da primeira reprodução, além de outras variáveis analisadas, como crescimento corporal e taxa intrínseca de aumento natural.

PRINCIPAIS MÉTODOS EXPERIMENTAIS

O tempo de geração de uma dada espécie, isto é, a soma do tempo de desenvolvimento do ovo (embrionário) e do desenvolvimento pós-embrionário até a primeira postura de ovos, além da fecundidade, longevidade, dentre outras informações sobre a biologia das espécies de microcrustáceos de água doce, podem ser obtidos experimentalmente *in situ* ou sob condições laboratoriais.

A duração do desenvolvimento embrionário pode ser determinada pelos métodos indireto e direto. No primeiro, cerca de 50 fêmeas ovadas são isoladas e mantidas sob temperatura controlada (a mesma do ambiente do qual foram coletadas) e observadas diversas vezes por dia anotando-se quantas fêmeas ainda não tiveram a eclosão de seus ovos (Edmondson, 1965).

No método direto, várias fêmeas são isoladas logo após a postura dos ovos e observadas diversas vezes ao dia, até que o desenvolvimento embrionário de seus ovos se complete culminando na eclosão. O resultado deverá ser a média aritmética dos tempos obtidos em várias observações, que podem ser feitas em laboratório, sob temperatura e luminosidade controladas ou *in situ*, sob condições ambientais naturais. Para experimentos *in situ*, são necessários recipientes especiais para o isolamento dos organismos, como as garrafas adaptadas por Fim & Hardy (1993).

Vijverberg (1989) recomenda a utilização do método da observação direta para se obter o tempo de desenvolvimento dos ovos, que considera mais acurado do que o método indireto.

Para a determinação do tempo de desenvolvimento pós-embrionário (desde a eclosão até a primeira reprodução) em laboratório, organismos recém-eclodidos devem ser isolados em recipientes experimentais (placas multiescavadas de acrílico, tubos de ensaio, béqueres, etc.). No caso dos copépodos, devido à alta taxa de mortalidade dos náuplios, os mesmos podem ser mantidos juntos até a fase de copepodito I, quando devem ser individualizados. O volume dos recipientes de cultivo varia de acordo com o tamanho da espécie estudada. É aconselhável, sempre que possível, utilizar volumes grandes com relação ao volume dos indivíduos (50, 100ml ou mais) para evitar o estresse por falta de espaço, alimento ou oxigênio, ou acúmulo de excretas. Os recipientes devem ser mantidos em temperatura controlada e com fotoperíodo de 12 horas.

A frequência de observação varia também de acordo com a espécie e com o objetivo do estudo. Para as espécies com ciclo de vida mais curto, as observações devem ser, pelo menos, a cada doze horas, enquanto que para os de ciclo de vida mais longo, as observações podem ser diárias ou mesmo de dois em dois dias. Para Vijverberg (1989), observações em intervalos de 0,5 dia são necessárias para a obtenção do tempo de desenvolvimento do ovo, enquanto que observações em intervalos de dois dias são suficientes para a obtenção do tempo de duração da maioria dos instares, sendo que para medidas do crescimento um intervalo de 3,5 dias é suficiente. Deve-se evitar manipulação excessiva dos organismos para que o estresse não interfira no desenvolvimento dos mesmos.

Os experimentos em laboratório podem ser estáticos ou com fluxo contínuo de água e alimento. No primeiro, a adição de alimento fresco deve ser feita em intervalos regulares, bem como a renovação da água e limpeza dos recipientes. Esse intervalo depende do organismo em questão: cladóceros, por exemplo, requerem trocas mais frequentes do que copépodos, devido aos hábitos alimentares diferentes. Nesse tipo de experimento, é aconselhável que exista um mecanismo para a ressuspensão do alimento, que tende a se depositar no fundo do recipiente mudando a concentração inicial de alimento disponível para o animal. A água do ambiente adicionada ou substituída diariamente deve ter sua temperatura ajustada antes da adição para evitar mudanças bruscas de temperatura.

Nos caso dos copépodos, devido à reprodução sexuada obrigatória, é necessário que um macho e uma fêmea sejam colocados no mesmo recipiente após a maturação sexual, para que haja a primeira produção de ovos. No caso dos Cyclopoida, logo após o acasalamento, é aconselhável que o macho seja retirado para não preda os ovos após a postura.

Os organismos utilizados nos cultivos devem ser coletados no ambiente e trazidos ao laboratório, onde devem ser aclimatados. Parte deles poderá ser mantida em cubas maiores (capacidade de 1 a 3 litros, pelo menos) como cultura estoque.

Um cuidado que deve ser tomado se o objetivo é uma estimativa mais realista do crescimento e reprodução de uma dada espécie, é que as populações cultivadas em laboratório devem ser iniciadas a partir de animais coletados em campo, sendo que o uso de populações monoclonais deve ser evitado quando o objetivo é o estudo da dinâmica populacional e produção secundária, tentando-se sempre cultivar uma amostra representativa da população.

Segundo Omori & Ikeda (1984), dentre os principais fatores que influenciam o cultivo de zooplâncton em laboratório, estão a qualidade da água, a temperatura, o pH, o oxigênio dissolvido, a luz, o alimento e a densidade dos animais.

De acordo Vijverberg (1989), o uso da água obtida do próprio ambiente onde os animais ocorrem é mais adequado para o cultivo quando se deseja estimar o desenvolvimento, crescimento e reprodução, sob condições naturais e semi-naturais.

Alguns autores demonstraram que muitos organismos zooplanctônicos apresentam preferência alimentar por clorofíceas (Tavares & Matsumura-Tundisi, 1984; Sipaúba-Tavares, 1988). De acordo com Sipaúba-Tavares & Rocha (1994), as clorofíceas são adequadas como fonte alimentar em cultivos de organismos zooplanctônicos porque apresentam paredes celulares finas, o que implica num baixo conteúdo de cinzas e uma alta relação entre o carbono orgânico e o peso seco. É bastante comum o uso de algas com rápido crescimento em laboratório, como os gêneros *Chlorella* e *Scenedesmus*. O zooplâncton herbívoro também utiliza bactérias como fonte alimentar, sendo que alguns autores, como Wylie & Currie (1991), afirmam que as bactérias desempenham um papel tão importante quanto as algas na nutrição do zooplâncton. Para Vijverberg (1989), moderadas quantidades de bactérias nas culturas algais melhoram a qualidade do alimento para o zooplâncton e dietas multialgais fornecem, em geral, melhores resultados. Para este autor, várias espécies de *Scenedesmus* representam alimento de alta qualidade, mas há o problema da sedimentação das células em culturas estáticas. *Chlamydomonas* também é um alimento de alta qualidade, com a vantagem de ser uma espécie móvel e se manter em suspensão mais facilmente. Em geral, a combinação de uma forma flagelada e outra não flagelada constitui uma excelente dieta para cladóceros, cujo alimento básico é constituído por bactérias e algas não filamentosas.

Vijverberg (1989) salienta a necessidade de se trabalhar com baixas concentrações de alimento para que o meio de cultura se aproxime das condições ambientais, onde o alimento normalmente é limitado.

O alimento fornecido varia bastante com os hábitos alimentares da espécie a ser cultivada e com o objetivo do estudo. Pode ser constituído de água do próprio ambiente filtrada e enriquecida com algas cultivadas em laboratório (por ex. *Chlamydomonas*, *Scenedesmus*, *Monoraphidium*, etc), à concentração de 10^5 ou 10^6 células.ml⁻¹, para os herbívoros. Para os copépodos predadores, devem ser adicionadas presas como, por exemplo, protozoários (*Colpidium campyllum*, *Colpidium colpoda*, *Paramecium caudatum*, etc) à essa suspensão. As algas utilizadas como fonte alimentar devem estar na fase exponencial de crescimento, quando o seu potencial fotossintético e valor nutritivo são maiores, sendo que o ideal é que as culturas não tenham mais do que duas semanas de idade.

ALGUNS ESTUDOS COM ESPÉCIES BRASILEIRAS

Existe pouca informação disponível sobre o tempo de desenvolvimento embrionário de espécies de cladóceros, especialmente os não dafinídeos, e copépodos que ocorrem em ambientes de águas continentais no Brasil. Alguns dados estão apresentados na Tab. 1 e evidenciam a influência da temperatura na duração do desenvolvimento dos ovos de diferentes espécies.

As Tabs. 2 e 3 contêm dados sobre o tempo de desenvolvimento pós-embrionário e alguns aspectos reprodutivos de espécies de copépodos e cladóceros, cultivados em laboratório.

Para os Copepoda, verifica-se um período relativamente mais longo para a passagem de náuplio a copepodito I. A duração do desenvolvimento de cada estágio de copepodito caracteriza-se por períodos mais curtos e semelhantes entre si, indicando uma certa isocronia entre estas fases, embora nenhum desenvolvimento seja estritamente isocronal. A duração de cada ínstar é principalmente afetada pela temperatura e muito menos pelas condições alimentares (Vijverberg, 1989). De um modo geral, há uma relação inversa entre o intervalo das mudas e a temperatura.

O número de ovos produzidos pelas fêmeas está diretamente relacionado à oferta e à qualidade do alimento, bem como ao tamanho da fêmea. De acordo com Wetzel (1981), o número de ovos produzidos por postura varia de dois, no caso dos quidorídeos, a mais de 40 em grandes espécies de *Daphnia*. O tamanho e fecundidade da primípara fornecem indícios importantes sobre as condições nutricionais, de temperatura e pressão de predação no ambiente, que são essenciais nos estudos do zooplâncton.

Lynch (1980) postula que menores espécies de cladóceros investem mais em crescimento corporal do que em reprodução após a maturidade. Rietzler (1998) e Rocha & Matsumura-Tundisi (1990) divergem deste autor, pois obtiveram em seus estudos maiores fecundidades em espécies menores, como mostra a Tab. 3.

Maier (1994) diz que espécies grandes e pequenas exibem diferentes tendências em sua bionomia: espécies grandes produzem ninhadas maiores, com ovos maiores e um maior dimorfismo sexual do que espécies menores, embora estas últimas apresentem um maior tamanho relativo dos ovos. Isto implica num menor período de tempo desde a eclosão até a maturidade, o que lhes proporciona vantagens competitivas com relação às espécies maiores, quando existe uma limitação de alimento.

Melão (1997) relata fecundidades médias, tanto de Copepoda Cyclopoida quanto dos Cladocera, relacionadas ao tamanho dos animais, aumentando nas espécies maiores.

Tabela 1: Duração do desenvolvimento embrionário (DDE) de várias espécies de cladóceros e copépodos que ocorrem em águas continentais brasileiras, cultivadas em laboratório. T = temperatura

Espécie	DDE (dias)	T (°C)	Condições experimentais	Autor
<i>Tropocyclops prasinus</i>	2,28 1,61	20 25	Água do ambiente enriquecida com algas (<i>Chlamydomonas</i> sp, <i>Scenedesmus bijugus</i> e <i>Monoraphidium pusillum</i>), 10 ⁵ céls/ml + protozoários (<i>Colpidium</i> e <i>Paramecium</i>)	Melão, 1997
<i>Mesocyclops longisetus</i>	2,93 1,84	20 25	Idem	Melão, 1997
<i>Paracyclops fimbriatus</i>	1,90 1,39	20 25	Idem	Melão, 1997
<i>Bosminopsis deitersi</i>	1,62 1,21	20 25	Água do ambiente enriquecida com algas (<i>Chlamydomonas</i> sp, <i>Scenedesmus bijugus</i> e <i>Monoraphidium pusillum</i>), 10 ⁵ céls/ml	Melão, 1997
<i>Ilyocryptus spinifer</i>	3,69 2,48	20 25	Idem	Melão, 1997
<i>Macrothrix rosea</i>	2,39 1,74	20 25	Idem	Melão, 1997
<i>Macrothrix pectinata</i>	3,01 1,80	20 25	Idem	Melão, 1997
<i>Simoccephalus serrulatus</i>	2,58 1,76	20 25	Idem	Melão, 1997
<i>Ceriodaphnia cornuta</i>	3,24 1,66	20 25	Idem	Melão, 1997
<i>Chydorus dentifer</i>	2,66 2,20	20 25	Idem	Melão, 1997
<i>Acroperus harpae</i>	1,98 1,56	20 25	Idem	Melão, 1997
<i>Daphnia laevis</i>	2,0	25	Alimento: <i>Scenedesmus bijugus</i> , 10 ⁵ céls/ml	Rocha & Matsumura-Tundisi, 1990
<i>Daphnia gessneri</i>	3,39 2,0	18 25	Idem	Rocha & Matsumura-Tundisi, 1990
<i>Daphnia ambigua</i>	2,0	25	Idem	Rocha & Matsumura-Tundisi, 1990
<i>Diaphanosoma birgi</i>	2,44	20	Alimento natural (fração < 100µm), fotoperíodo 12 horas	Rietzler, 1998
<i>Diaphanosoma birgi</i>	1,36	25	Idem	Rietzler, 1998
<i>Ceriodaphnia silvestrii</i>	2,32	20	Idem	Rietzler, 1998
<i>Ceriodaphnia silvestrii</i>	1,33	25	Idem	Rietzler, 1998
<i>Argyrodiaptomus furcatus</i>	2,0	25	Condições alimentares não controladas	Rocha & Matsumura-Tundisi, 1984
<i>Daphnia Gessneri</i>	2,08 a 2,63* 1,58 a 2,25* 1,0 a 1,29*	22 27 32	Várias combinações de alimento (<i>Scenedesmus acutus</i> , 0,03 a 1,00 mgC/l) e temperatura em culturas de fluxo contínuo	Hardy & Duncan, 1994
<i>Moina reticulata</i>	1,0 a 2,13*	27	Idem	Hardy & Duncan, 1994
<i>Diaphanosoma sarsi</i>	1,0 a 1,83*	27	Idem	Hardy & Duncan, 1994

* Valores originalmente fornecidos em horas pelo autor.

Outros estudos foram realizados e apresentam dados referentes ao desenvolvimento e aspectos reprodutivos de várias espécies brasileiras de copépodos e cladóceros cultivadas em diferentes temperaturas. No entanto, como os resultados ainda não estão disponíveis em publicações científicas, não foram aqui citados. Dentre esses estudos, destaca-se o de Rietzler (1991), que estudou a biologia de *Notodiaptomus iheringi* e *Argyrodiaptomus furcatus* em 18 e 23°C. Rietzler (1995) também realizou um estudo sobre alimentação e ciclo de vida de cinco espécies de Cyclopoida de Barra Bonita, cultivadas em três diferentes temperaturas (18, 23 e 28°C). Espíndola (1994) possui dados da biologia das espécies de *Notodiaptomus* da represa de Barra Bonita, cultivadas em três diferentes temperaturas (18, 23 e 28°C). Caraballo (1992) estudou a história de vida e dinâmica populacional de *Daphnia gessneri* e *Ceriodaphnia cornuta* no Lago Calado, AM, *in situ* e em laboratório. Bachion (1996), testou a influência de sete tipos de dietas sobre o desenvolvimento de *Moina micrura*, *Diaphanosoma birgei* e *Argyrodiaptomus furcatus* em 25°C.

Tabela 2: Duração do desenvolvimento pós-embriônico e aspectos reprodutivos de algumas espécies de copépodos de água doce que ocorrem no Brasil, cultivadas em laboratório.

	<i>Tropocyclops prasinus</i>		<i>Mesocyclops longisetus</i>		<i>Paracyclops fimbriatus</i>		<i>Argyrodiaptomus furcatus</i>
Temperatura (°C)	20	25	20	25	20	25	25
Duração do desenvolvimento de náuplios (dias)	6,43	4,84	6,71	3,84	5,69	3,37	8,0
Duração do desenvolvimento de copepoditos (dias)	10,39	7,28	19,35	18,52	8,50	4,21	21,0
Fecundidade (ovos por ninhada)	12,68	10,68	41,55	44,91	13,33	11,03	-
Idade da primeira reprodução (dias)	15,09	11,69	27,72	27,33	17,06	9,71	-
Tempo de ovo a ovo (dias)	21,52	16,53	34,43	31,17	22,75	13,08	31,0
Condições experimentais	Água do ambiente enriquecida com <i>Chlamydomonas</i> sp, <i>Scenedesmus bijugus</i> e <i>Monoraphidium pusillum</i> (10 ⁵ céls/ml) + <i>Colpidium</i> e <i>Paramecium</i>		Idem		Idem		Condições alimentares não controladas
Autor	Melão, 1997		Melão, 1997		Melão, 1997		Rocha & Matsumura-Tundisi, 1984

Tabela 3: Duração do desenvolvimento pós-embriônico (dias eclosão até a primípara) e aspectos reprodutivos de várias espécies de cladóceros de água doce que ocorrem no Brasil, cultivadas em laboratório. IPR = idade da primeira reprodução, F = fecundidade, T = temperatura.

Espécie	IPR (dias)	F (ovos/ninhada)	T (°C)	Condições experimentais	Autor
<i>Bosminopsis deitersi</i>	4,56 2,74	1,47 1,60	20 25	Água do ambiente enriquecida com algas (<i>Chlamydomonas</i> sp, <i>Scenedesmus bijugus</i> e <i>Monoraphidium pusillum</i>), 10 ⁵ céls/ml	Melão, 1997
<i>Ilyocryptus spinifer</i>	6,15 4,63	3,44 3,96	20 25	Idem	Melão, 1997
<i>Macrothrix rosea</i>	6,08 2,81	1,40 2,53	20 25	Idem	Melão, 1997
<i>Macrothrix pectinata</i>	6,28 3,40	8,00 9,03	20 25	Idem	Melão, 1997
<i>Simocephalus serrulatus</i>	5,18 4,00	22,06 20,25	20 25	Idem	Melão, 1997
<i>Ceriodaphnia cornuta</i>	4,76 3,83	2,22 1,76	20 25	Idem	Melão, 1997
<i>Chydorus dentifer</i>	6,44 5,73	1,97 2,00	20 25	Idem	Melão, 1997
<i>Acroperus harpae</i>	3,76 3,70	1,78 1,59	20 25	Idem	Melão, 1997
<i>Daphnia Gessneri</i>	7,38 a 10,0* 6,5 a 8,25* 5,5 a 10,25*	-	22 27 32	Várias combinações de alimento (<i>Scenedesmus acutus</i> , 0,03 a 1,00 mgC/I) e temperatura em culturas de fluxo contínuo	Hardy & Duncan, 1994
<i>Moina reticulata</i>	2,0 a 3,75*	-	27	Idem	Hardy & Duncan, 1994
<i>Diaphanosoma sarsi</i>	3,0 a 5,25*	-	27	Idem	Hardy & Duncan, 1994
<i>Daphnia gessneri</i>	12,27 4,30	9,17 9,07	18 25	Alimento: <i>Scenedesmus bijugatus</i> , 10 ⁵ céls/ml	Rocha & Matsumura Tundisi, 1990
<i>Daphnia laevis</i>	4,92	14,30	25	Idem	Rocha & Matsumura Tundisi, 1990
<i>Daphnia ambigua</i>	4,25	7,12	25	Idem	Rocha & Matsumura Tundisi, 1990
<i>Ceriodaphnia silvestrii</i>	-	3,89 a 5,08	25	Alimento: <i>Monoraphidium dibowiski</i> , 10 ⁵ cél/ml	Fonseca, 1998
<i>Daphnia laevis</i>	-	1,57 a 2,36	25	10 ⁵ céls/ml, <i>Monoraphidium dibowiski</i>	Fonseca, 1998
<i>Diaphanosoma birgii</i>	7,19 3,17	1,57 2,39	20 25	Alimento natural (fração < 100µm), fotoperíodo 12 horas	Rietzler, 1998
<i>eriodaphnia silvestrii</i>	5,45 4,50	2,02 4,13	20 25	Alimento natural (fração < 100µm), fotoperíodo 12 horas	Rietzler, 1998

* Valores originalmente fornecidos em horas pelo autor.

No entanto, muito ainda deve ser feito para que possamos aprofundar o conhecimento da biologia das espécies de cladóceros e copépodos que ocorrem em águas continentais brasileiras, gerando uma base de dados importante para estudos fisiológicos e ecológicos futuros, que permitam o entendimento do papel desses organismos nos ecossistemas aquáticos tropicais, visando a preservação da biodiversidade ou a produção de alimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adrian, R. & Frost, T.M., 1992. Comparative feeding ecology of *Tropocyclops prasinus mexicanus* (Copepoda, Cyclopoida). *J. Plankton Res.*, 14: 1369-82.

- Adrian, R. & Frost, T.M., 1993. Omnivory in cyclopoid copepods: comparisons of algae and invertebrates as food for three, differently sized species. *J. Plankton Res.*, 15: 643-58.
- Bachion, M.A., 1996. *Estudo do crescimento e desenvolvimento populacional de três espécies zooplancônicas submetidas a diferentes dietas alimentares*. Jaboticabal: UNESP. 148p. (Dissertação)
- Basile-Martins, M.A., 1984. Criação de organismos para alimentação de peixe. *Anais III Simpósio Brasileiro de Aquicultura*, p. 97-100.
- Bottrell, H.H., Duncan, A., Gliwicz, Z.M., Herzig, A., Hillbricht-Ilkowska, A., Kurasawa, H., Larsson, P., Weglenska, T., 1976. A review of some problems in zooplankton production studies. *Borw. J. Zool.*, 24: 419-456.
- Bozelli, R.L., 1994. *Influência do rejeito de bauxita sobre as populações de cladóceros (Crustacea - Branchiopoda) em um lago amazônico (Lago Batata, PA) e em condições laboratoriais*. São Carlos: UFSCar, 131 p. (Tese)
- Caraballo, P., 1992. *História de vida e dinâmica populacional de Daphnia gessneri e Ceriodaphnia cornuta (Crustacea, Cladocera) no Lago Calado, AM INPA/Fundação Universidade Federal do Amazonas*, 145p. (Dissertação)
- Espíndola, E.L.G., 1994. *Dinâmica da associação congênica das espécies de Notodiplomus spp na represa de Barra Bonita, São Paulo*. São Carlos: EESC/USP, 363 p. (Tese)
- Fim, J.D. & Hardy, E., 1993. Adaptação metodológica para estudo de organismos zooplancônicos in situ, aplicados à piscicultura. *Acta Amazonica*, 23(2/3): 245-250.
- Fonseca, A. L., 1998. The life cycle of *Ceriodaphnia silvestrii* (Daday 1902) and *Daphnia laevis* (Birge 1878) (Crustacea, Cladocera) reared under different pH conditions. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 26: 1918-1921.
- Hardy, E. & Duncan, A., 1994. Food concentration and temperature effects on life cycle characteristics of tropical Cladocera (*Daphnia gessneri* Herbst, *Diaphanosoma sarsi* Richard, *Moina reticulada* (Daday): I. Development time. *Acta Amazonica*, 24: 119-134.
- Le Cren, E.D., Lowe-McConnell, R.H., 1980. *The functioning of freshwater ecosystems*. Cambridge: Cambridge University Press, 588p. (IBP-Handbook, 22).
- Linch, M., 1980. The evolution of cladoceran life histories. *The Quaterly Review of Biology*, 55:23-42.
- Maier, G., 1994. Patterns of life history among cyclopoid copepods of central Europe. *Freshwater Biology*, 31: 77-86.
- Melão, M.G.G., 1997. *A comunidade planctônica fitoplâncton e zooplâncton) e produtividade secundária do zooplâncton de um reservatório oligotrófico*. São Carlos: UFSCar, 152 p. (Tese).
- Munro, I. G. & White, .W.G., 1975. Comparison of the influence of temperature on the egg development and growth of *Daphnia longispina* O. F. Milller (Crustacea, Cladocera) from two habitats in southern England. *Oecologia*, 20: 157-165.
- Omori, M. & Ikeda, I., 1984. *Methods in marine zooplankton ecology*. Tokyo: John Wiley & Sars, 332p.
- Rietzler, A. C. Tempo de desenvolvimento, reprodução e longevidade de *Diaphanosoma birgei* Korinek e *Ceriodaphnia silvestrii* Daday em condições naturais de alimentação. *An. VIII Sem. Reg Ecol.*, 8: 1159-1171, 1998.
- Rietzler, A.C., 1995. *Alimentação, ciclo de vida e análise da coexistência de espécies de na represa de Barra Bonita, São Paulo*. São Carlos: EESC/USP, 385p. (Tese)
- Rocha, O. & Matsumura-Tundisi, T., 1984. Biomass and production of *Argyrodiaptomus furcatus*, a tropical calanoid copepod in Broa Reservoir, southern Brazil. *Hydrobiologia*, 113: 307-311.
- Rocha, O. & Matsumura-Tundisi, T., 1990. Growth rate, longevity and reproductive performance of *Daphnia laevis* Berge, *D. gessneri* Herbst and *D. ambigua* Scounfield in laboratory cultures. *Revta. Brasil. Biol.*, 50(4): 915-921.
- Rocha, O., 1983. *The influence of food-temperature combinations on the duration of development, body size, growth and fecundity of Daphnia species*. London: Royal Holloway College, 337. (Tese)
- Rocha, O., Matsumura-Tundisi, T & Tundisi, J.G., 1982. Seasonal fluctuation of *Argyrodiaptomus furcatus* populations in Lobo Reservoir (São Carlos, SP-Brazil). *Tropical Ecology*, 23(1): 135-50.
- Sipaúba-Tavares, L.H., 1988. *Utilização do plâncton na alimentação de larvas e alevinos de peixes*. São Carlos: UFSCar, 191p (Tese).

- Sipaúba-Tavares, L.H. & Rocha, O., 1994. Cultivo em larga escala de organismos planctônicos para a alimentação de larvas e alevinos de peixes: I-algas clorofíceas. *Biotemas*, 6(11): 93-106.
- Sipaúba-Tavares, L.H. & Rocha, O., 1984. Estudo do crescimento das larvas de *Oreochromis niloticus* alimentadas exclusivamente com algas e zooplâncton cultivados em laboratório. *Anais do VI Simp. Latinoamericano e V Simp. Brasileiro de Aquicultura*, Florianópolis, p. 453-458.
- Tavares, L.H.S. & Matsumura-Tundisi, T., 1984. Feeding in adult females of *Argyrbdiaptomus furcatus* (Sars, 1901), Copepoda-Calanoidea, of Lobo Reservoir (Broa), São Carlos, São Paulo, Brazil. *Hydrobiologia*, 113:15-23.
- Viiiverberg, J., 1989. Culture techniques for studies on the growth, development and reproduction of copepods and cladocerans under laboratory and *in situ* conditions. *Freshwater Biology*, 21: 317373.
- Wetzel, R.G., 1981. *Limnologia*. Barcelona: Omega, 679p.
- Winberg, G. G., 1971. (ed.). *Methods for the estimation of production of aquatic animals*. New York: Academic Press, 175p.
- Wylie, J.L. & Currie, D.J., 1991. The relative importance of bacteria and algae as food sources for crustacean zooplankton. *Limnol. Oceanogr.*, 36(4): 708-728.