



**SILVIA HELENA SOARES TORRES**

**DINÂMICA POPULACIONAL E CICLO DE  
VIDA DE *Hyaella* sp. (AMPHIPODA,  
DOGIELINOTIDAE) EM CÓRREGO NO OESTE  
DE MINAS GERAIS, BRASIL**

**LAVRAS - MG**

**2012**

**SILVIA HELENA SOARES TORRES**

**DINÂMICA POPULACIONAL E CICLO DE VIDA DE *Hyaella* sp.  
(AMPHIPODA, DOGIELINOTIDAE) EM CÓRREGO NO OESTE DE  
MINAS GERAIS, BRASIL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada, área de concentração em Ecologia e Conservação de Recursos em Paisagens Fragmentadas e Agrossistemas, para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora

Dra. Alessandra Angélica de Pádua Bueno

**LAVRAS – MG**

**2012**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca da UFLA**

Torres, Silvia Helena Soares.

Dinâmica populacional e ciclo de vida de *Hyalella* sp.  
(Amphipoda: Dogielinotidae) em córrego no oeste de Minas Gerais,  
Brasil / Silvia Helena Soares Torres. – Lavras : UFLA, 2012.  
120 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2012.  
Orientador: Alessandra Angélica de Pádua Bueno.  
Bibliografia.

1. Crustáceos límnicos. 2. Reprodução. 3. Ecologia aquática. 4.  
Populações. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 574.526323

**SILVIA HELENA SOARES TORRES**

**DINÂMICA POPULACIONAL E CICLO DE VIDA DE *Hyaella* sp.  
(AMPHIPODA, DOGIELINOTIDAE) EM CÓRREGO NO OESTE DE  
MINAS GERAIS, BRASIL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada, área de concentração em Ecologia e Conservação de Recursos em Paisagens Fragmentadas e Agrossistemas, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 06/02/2012

Dra. Georgina Bond-Buckup                      UFRGS

Dr. Paulo dos Santos Pompeu                      UFLA

Dra. Alessandra Angélica de Pádua Bueno

Orientadora

**LAVRAS – MG**

**2012**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço sempre a Deus, por guiar meus passos, iluminar meu caminho e por colocar pessoas tão especiais na minha vida.

À UFLA, ao Setor de Ecologia e professores, por me proporcionarem os meios para o crescimento profissional e para a realização deste trabalho

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa concedida durante este projeto.

Aos meus pais, por me ensinarem tudo o que sei hoje, por me apoiarem incondicionalmente e principalmente por me mostrarem que distância não significa ausência, pois mesmo longe, vocês estiveram presentes em cada passo deste trabalho. Obrigada por serem meus maiores exemplos. Amo vocês!

À minha irmã, por estar sempre do meu lado, por me fazer rir nos momentos de maior tensão, por saber exatamente o que falar (ou não) quando eu preciso, por ser minha melhor amiga e pela ajuda enorme como minha “revisora” neste trabalho! Sem você não conseguiria ter chegado onde eu estou... Amo você demais!

Aos amigos do peito: Zelinha, Yve, Filipe, Stellinha, Jordis. Saroca. Sem vocês ao meu lado, esta experiência não teria tido o mesmo valor. Obrigada por todos os momentos compartilhados, as alegrias, os conselhos, vocês são demais!

À minha querida orientadora, Alessandra, por ser mais que uma orientadora, por ser um exemplo de profissionalismo, de eficiência, de pessoa. Por suas sábias palavras nos momentos em que eu achava que algo ia dar errado, por ter se transformado em uma amiga, e por ter sempre ter uma palavra de carinho! Obrigada por tudo!!

À minha amiga e companheira de mestrado, Stella, por ser sempre essa pessoa fantástica, que sempre sabe o que dizer nos momentos certos, por ter me

ajudado em tantos momentos ao longo destes anos, por ser minha companheira de viagens!!

E claro, à Rafa!! Sem sua ajuda esse trabalho não teria saído!! Obrigada pelos conselhos, por me acalmar nos momentos que o desespero queria me vencer, por me escutar, por nossas viagens mensais a Arcos, por sua ajuda incalculável no cultivo e em todos os aspectos deste trabalho. Você é mesmo um anjo! Não tenho palavras pra descrever o quanto sou grata por tudo!!

Às meninas do laboratório: Paulinha, Taquarinha, Rafinha, Carol e especialmente à Lud e à Hélen pela ajuda com “nossos bebês”! Todas vocês fizeram meus dias mais divertidos, dentro e fora da universidade, obrigada pelas alegrias, pelos momentos de descontração em meio aos dias de trabalho!!

## RESUMO

O gênero *Hyaella* é endêmico de ambientes de água doce do continente americano. Vivem associados a plantas aquáticas, e são importantes em cadeias tróficas aquáticas. Seu período de reprodução é facilmente determinado devido ao seu comportamento de pré-cópula, e ao fato de que após a fecundação, os ovos são visíveis nos marsúpios das fêmeas, onde elas os carregam até a eclosão dos juvenis. Eles são organismos facilmente cultiváveis em laboratório, o que faz com que sejam considerados como bons organismos experimentais. O objetivo do autor com este trabalho foi conhecer a dinâmica populacional e aspectos ecológicos em campo e o ciclo de vida em laboratório de uma população de *Hyaella* sp. de uma área cárstica de Minas Gerais. A coleta foi realizada por um período de 13 meses com a ajuda de uma rede de mão, e levados ao laboratório para serem medidos e sexados. Os indivíduos foram distribuídos em classes de tamanho por mês. Durante a realização do estudo houve um período onde o rio secou e os organismos não foram encontrados no ponto de coleta. Antes desse distúrbio, a população estava representada em maior número por juvenis, seguido por uma dominância dos adultos quando o córrego retomou seu fluxo. Ao longo do ano, a razão sexual teve uma tendência para mais machos, sendo eles maiores do que as fêmeas. Casais em pré-cópula e fêmeas ovígeras também foram encontrados o ano todo, sendo que as fêmeas com ovos foram mais abundantes do que as com o marsúpio vazio. O CC das fêmeas esteve diretamente relacionado com o seu número de ovos. O crescimento dos indivíduos em laboratório foi contínuo e os primeiros estágios apresentaram um maior incremento por muda assim como um maior período de intermuda. Um incremento maior também foi observado para os estágios onde aparecem os caracteres secundários dos adultos. Assim, foi possível então conhecer mais sobre a dinâmica dessa população de *Hyaella* sp., com representantes de todas as faixas etárias e condições reprodutivas sendo encontradas ao longo do ano, assim como o crescimento contínuo ao longo de seu ciclo de vida.

Palavras-chave: *Hyaella*, dinâmica populacional, ciclo de vida, reprodução

## ABSTRACT

The *Hyaella* genus, is endemic to the american continent's freshwater. They live associated to aquatic plants, and are important in aquatic trophic cascades. Its reproduction period is easily detected due to their precopula behavior, and to the fact that after the fecundation, the eggs are visible through the female's marsupium, where she carries them until the juveniles hatch. Since they are easily cultivated, they are considered to be good experimental organisms. The aim of this work is to study the population dynamics and ecological aspects on the field and the life cycle in the laboratory of a *Hyaella* sp. population in a Minas Gerais' karst area. The organisms were sampled monthly for a period of 13 months with a hand net, and were taken to the laboratory to be measured and sexed. The individuals were distributed in size classes per month. During the course of this study there was a period when the river suffered a drought and the organisms were not found on the sampling point. Before the disturbance, the population was represented mostly by juveniles, followed by a numeral dominance from the adults when the stream recovered its flow. Throughout the year the sexual ratio tended towards the males, them being also bigger than the females. Couples in precopula and ovigerous females were also find all year round, females with eggs being more abundant than females with an empty marsupium. The head length (HL) of the females was related directly to their number of eggs. The individual growth in the laboratory was continuous and the first stages showed a greater increment per molt as well as a greater intermolt period. A greater increment was also observed for the stages where the adult's secondary characters appeared. This way, it was possible to gain knowledge about the dynamics of this *Hyaella* sp. population, with representatives from all age range and reproductive conditions found throughout the year, as well as the continuous growth throughout their life cycle.

Key words: *Hyaella*, population dynamics, life cycle, reproduction



## SUMÁRIO

<u>CAPÍTULO 1.....</u>	<u>10</u>
<u>Introdução Geral.....</u>	<u>10</u>
<u>2 Referencial Teórico.....</u>	<u>13</u>
<u>2.1 O gênero Hyalella.....</u>	<u>13</u>
<u>2.2 Fatores ambientais.....</u>	<u>15</u>
<u>2.3 Aspectos Reprodutivos e Desenvolvimento.....</u>	<u>16</u>
<u>Capítulo 2.....</u>	<u>27</u>
<u>Dinâmica populacional de Hyalella sp (Amphipoda:Dogielinotidae) em um</u> <u>córrego em Arcos, MG.....</u>	<u>27</u>
<u>2 Material e Métodos .....</u>	<u>31</u>
<u>2.1 Local do Estudo.....</u>	<u>31</u>
<u>2.2 Coleta do material.....</u>	<u>34</u>
<u>3.1 Características Ambientais.....</u>	<u>38</u>
<u>3.2 Estrutura da população.....</u>	<u>39</u>
<u>3.2 Relações métricas.....</u>	<u>52</u>
<u>4.1 Características Ambientais.....</u>	<u>56</u>
<u>4.2 Estrutura da população.....</u>	<u>57</u>
<u>4.3 Relações métricas.....</u>	<u>60</u>
<u>CAPÍTULO 3.....</u>	<u>69</u>
<u>Fecundidade e aspectos reprodutivos de Hyalella sp.</u> <u>(Amphipoda:Dogielinotidae) em ambiente natural em Arcos, Minas Gerais.....</u>	<u>69</u>
<u>2 Material e Métodos.....</u>	<u>72</u>
<u>2.1 Análises dos dados.....</u>	<u>73</u>
<u>3 Resultados.....</u>	<u>74</u>
<u>3.1 Pareamento .....</u>	<u>74</u>
<u>3.2 Fecundidade.....</u>	<u>79</u>

<u>4.1 Pareamento.....</u>	<u>86</u>
<u>5 Conclusão.....</u>	<u>90</u>
<u>CAPITULO 4.....</u>	<u>95</u>
<u>Ciclo de vida, pareamento e crescimento de Hyalella sp. em condições de laboratório.....</u>	<u>95</u>
<u>2 Material e Métodos.....</u>	<u>98</u>
<u>2.1 Área de estudo.....</u>	<u>98</u>
<u>2.2 Coleta dos organismos.....</u>	<u>99</u>
<u>2.3 Montagem do experimento .....</u>	<u>99</u>
<u>2.4 Análises dos dados.....</u>	<u>101</u>
<u>3 Resultados.....</u>	<u>102</u>

## **CAPÍTULO 1**

### **Introdução Geral**

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Informações referentes a aspectos ecológicos de crustáceos límnicos, especialmente os organismos da ordem Amphipoda, ainda são escassas, especialmente no que se refere à região Neotropical, que abrange as Américas Central e do Sul. No Brasil, trabalhos com Amphipoda são ainda muito restritos a área da taxonomia, sendo o ambiente marinho mais bem documentado não só neste grupo, mas nos crustáceos em geral. O número crescente de publicações demonstra que existe ainda um grande desconhecimento para essa ordem.

Em se tratando do Brasil, trabalhos de cunho ecológico envolvendo *Hyaella* estão restritos a região Sul do país, existindo uma grande lacuna nas demais regiões brasileiras. Estas pesquisas tratam dos aspectos ecológicos de duas populações, *H. castroi* (GONZÁLEZ; BOND-BUCKUP; ARAÚJO, 2006) e *H. pleoacuta* (GONZÁLEZ; BOND-BUCKUP; ARAÚJO, 2006), explorando seus aspectos populacionais e reprodutivos. Ainda na América Latina, trabalhos ecológicos já foram realizados com *Hyaella curvispina* Shoemaker, 1942 na Argentina. A espécie mais bem estudada do ponto de vista ecológico é *Hyaella azteca* (Saussure, 1858), uma espécie que ocorre na América do Norte. Trabalhos com esta espécie já foram realizados na área de reprodução, estudos de ecotoxicologia, dieta, interações tróficas, entre outros.

Estes organismos são importantes elos de cadeias tróficas, passando energia dos níveis tróficos mais basais para o topo da rede trófica. Ajudam também na ciclagem de nutrientes em diversos ambientes aquáticos. De forma mais aplicada, são utilizados como bioindicadores de qualidade de água, devido a algumas de suas características como: ciclo de vida relativamente curto, fácil cultivo em laboratório e resposta rápida a mudanças no ambiente.

Grande parte da diversidade de Amphipoda de águas continentais se encontra em águas subterrâneas, sendo especialmente abundantes em regiões

cársticas. Embora o gênero *Hyaella* também possa ser encontrado nesses ambientes, sua maior representatividade ocorre nas águas de superfície, sendo os únicos anfípodos límnicos epígeos da região Neotropical.

Áreas cársticas possuem grande importância ecológica, pois abrigam uma grande diversidade de organismos e são importantes formadores de aquíferos por sua grande capacidade de armazenar água. Essas áreas também são importantes atrativos turísticos devido à sua beleza cênica e importância arqueológica e paleontológica. Estudos biológicos da região estão mais concentrados no ambiente hipógeo, embora poucos, ou nenhum estudo visou à caracterização biológica dos recursos hídricos dessas áreas, cujo regime e sazonalidade também possuem algumas peculiaridades do clima da região.

Assim, esta dissertação estará dividida em três capítulos.

O primeiro capítulo está mais voltado para a análise e apresentação da dinâmica de uma população de *Hyaella* sp encontrada em um córrego do Centro-Oeste de Minas Gerais, município de Arcos.

O segundo capítulo tratará da fecundidade e aspectos reprodutivos em ambiente natural. Este tema é sempre muito abordado em trabalhos ecológicos, já que aspectos reprodutivos refletem fortemente a capacidade de uma população de produzir descendentes e dar continuidade à sua espécie.

O terceiro capítulo será sobre o ciclo de vida e reprodução de *Hyaella* sp. em condições de cultivo. Com isto, será possível tratar de características importantes para o estudo destes organismos em laboratório.

Trabalhos ecológicos com este enfoque são importantes, pois estes ampliam o conhecimento das espécies, o que é fundamental para políticas de preservação.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 O gênero *Hyaella*

Os crustáceos estão dentre os grupos de organismos mais diversos morfológicamente, quanto ao seu hábito e tamanho, sendo encontrados em ambientes marinhos, salobros, límnicos e terrestres (BRUSCA; BRUSCA, 2007).

A classe Malacostraca é a maior entre os crustáceos, apresentando uma grande diversidade ecológica (HAYWARD et al., 1995). Estes organismos são encontrados em todos os ambientes, e especialmente abundantes em água salgada, razão pela qual a grande maioria dos estudos realizados neste grupo está voltada para o ambiente marinho.

O gênero *Hyaella* está inserido na classe Malacostraca, na superordem Talitroidea, família Dogielinotidae, segundo Serejo (2004), que fez uma revisão dos Amphipoda talitroídeos, propondo uma nova classificação para o grupo.

Dentro dos Malacostraca, a Superordem Peracarida é caracterizada pela presença da *lacinia mobilis*, uma estrutura do aparelho bucal taxonomicamente importante para a determinação deste grupo (POORE, 2002). As fêmeas apresentam uma região especializada do corpo, o marsúpio, onde ocorre a fecundação dos ovos, e onde eles vão permanecer até que estejam prontos para a eclosão, uma característica, dentro de crustáceos, exclusiva de Peracarida (BOROWSKY, 1991; POORE, 2002). O marsúpio é formado pelos oostergitos acoplados aos pereiópodos 2 a 5 (STEELE; STEELE, 1991).

Nesta superordem está inserida a ordem Amphipoda, os mais representativos quando se trata de ambientes aquáticos, cujos representantes apresentam como características mais marcantes, o corpo comprimido lateralmente e os dois primeiros pares de pereiópodos modificados em

gnatópodos (MARTIN; DAVIS, 2001), geralmente com um par de olhos compostos sésseis localizados lateralmente na cabeça (VÄINÖLÄ, 2008).

Os Amphipoda apresentam seu maior número de espécies em climas frios e temperados, sendo particularmente diversos em ambientes subterrâneos, águas com correnteza e lagos temperados, sendo bem representados em ambientes cársticos (VÄINÖLÄ, 2008). A baixa representatividade dos trópicos pode ser resultado de um menor número de estudos nessa região e não necessariamente da ausência dos organismos. Dentre os anfípodos talitrídeos, *Hyaella* é o único representante epígeo de água doce que habitam a América do Sul e pode ser o gênero de Amphipoda mais diverso na América do Norte (VÄINÖLÄ, 2008).

Atualmente são conhecidas 56 espécies para o gênero, sendo 17 delas presentes no Brasil: *H. gracilicornis* (Faxon, 1876); *H. longistila* (Faxon, 1876); *H. warmingi* Stebbing, 1899; *H. meinerti* Stebbing, 1899; *H. curvispina* Shoemaker, 1942; *H. pampeana*, Cavalieri, 1968; *H. caeca* Pereira, 1989; *H. brasiliensis* Bousfield, 1996; *H. montenegrinae* Bond-Buckup & Araujo, 1998; *H. pseudoazteca* González & Watling, 2003; *H. dielaii* Pereira, 2004; *H. castroi* González, Bond-Buckup & Araujo, 2006; *H. pleoacuta* González, Bond-Buckup & Araujo, 2006; *H. spelaea* Bueno & Cardoso, 2011 e três espécies estão submetidas à publicação (CARDOSO; BUENO; FERREIRA, 2011; GONZÁLEZ; BOND-BUCKUP; ARAÚJO, 2006), inclusive a espécie utilizada neste trabalho, que está sendo descrita por Bastos-Pereira e Bueno (*in press*). Destas, apenas 4 foram registradas para o estado de Minas Gerais: *H. gracilicornis*, *H. warmingi*, *H. longistila*, e *Hyaella* sp. (*in press*).

A taxonomia e distribuição desse gênero na América do Sul foram estudadas com mais detalhes na região do Lago Titicaca, na região da Bolívia (DEJOUX, 1992; GONZÁLEZ; WATLING, 2003) e no sul do Brasil (RODRIGUES, 2011), os dois locais com o maior número de espécies

registradas para este gênero, 13 e 5 respectivamente. Na região boliviana, as espécies foram encontradas em uma ampla gama de microhabitats, sendo importantes na estruturação da comunidade faunística nesse ambiente (DEJOUX, 1992).

Estes organismos são normalmente encontrados em habitats aquáticos continentais, habitando porções mais rasas de riachos, lagos e lagoas (WELLBORN; COTHRAN; BARTHOLF, 2005). Embora encontrados associados à macrófitas aquáticas, a maior parte de sua dieta consta de algas, bactérias e diatomáceas, sendo as duas últimas digeridas com a maior eficiência. Estes compostos podem ser encontrados em ramos de macrófitas, de onde estes organismos removem grande parte das partículas (HARGRAVE, 1970).

Sua importância ecológica está na função que estes exercem nas cadeias tróficas das regiões onde eles habitam, sendo importantes elos entre os vegetais e os consumidores, uma vez que transferem energia através dos níveis tróficos (MUSKÓ, 1993; VÄINÖLÄ, 2008).

Estudos referentes à ecologia de anfípodos límnicos ainda são escassos, principalmente no que se refere ao Brasil.

## **2.2 Fatores ambientais**

As populações biológicas não se encontram isoladas, mas interagindo constantemente com seu meio e com as demais populações com as quais estes coabitam. Em se tratando de crustáceos, vários trabalhos tentam elucidar quais elementos e o quanto estes elementos influenciam na dinâmica dos organismos (ALLAN, 1995; DICK; FALON; ELWOOD, 1998; KESTRUP; RICCIARDI, 2010; KRUSCHWITZ, 1978; PANOVA; MCQUEEN, 1998; STRONG, 1972). Um dos fatores mais discutidos é a temperatura, que afeta diretamente processos como o metabolismo assim como indiretamente, afetando, por exemplo, a dissolução de gases na água (ALLAN, 1995). Para crustáceos, outro fator



importante é a condutividade, que demonstra o quanto de íons se encontram à disposição dos organismos, já que certos compostos químicos são essenciais para a estruturação do exoesqueleto destes organismos (GALASSI; FRANCESCHINI; NEIFF, 2006; KESTRUP; RICCIARDI, 2010). Fatores como intensidade e duração de luz também afetam as populações, tendo implicações diretas no comportamento desses organismos (GALASSI; FRANCESCHINI; NEIFF, 2006; STEELE, 1981).

Mas não apenas fatores ambientais são capazes de modelar uma população, as outras populações também realizam pressões. O exemplo mais estudado na literatura zoológica é o efeito da predação sobre aspectos morfológicos, comportamentais e fisiológicos de diversos grupos de animais. Estudos com duas espécies do complexo *Hyalella azteca*, ainda não descritas, mostraram que locais com a presença de peixes os anfípodos apresentam um menor tamanho corporal, e atingem a maturidade sexual mais cedo em seu desenvolvimento quando comparados às outras populações, além de serem também menos móveis. Isto se dá devido ao fato destes predadores se guiarem visualmente para encontrar suas presas e no geral se alimentam de organismos maiores, colocando uma grande pressão sobre essa parte da população de *Hyalella*. Por outro lado, em poças cujos principais predadores são invertebrados aquáticos, que predam organismos menores devido ao seu reduzido volume corpo, estes crustáceos tendem a crescer mais e a atingir a maturidade sexual em um tamanho maior, onde o risco de serem devorados é bem menor (COTHRAN, 2004; WELLBORN, 1994).

### **2.3 Aspectos Reprodutivos e Desenvolvimento**

A reprodução é um dos aspectos mais relevantes para qualquer população biológica, pois é o que vai determinar a continuidade da espécie.

Aspectos reprodutivos estão diretamente relacionados com o futuro de uma população, com a próxima geração.

Segundo Conlan (1991), machos gamarídeos podem utilizar duas estratégias para o pareamento: a) carregam ou “atendem” seus pares até que elas estejam prontas para a muda e para serem fertilizadas; ou b) não guardam, apenas saem à procura de fêmeas na época de muda. A primeira estratégia é utilizada por organismos das superfamílias Gammaroidea, Talitroidea (hoje infraordem Talitrida (SEREJO, 2004) e Hadzoidea. Esse comportamento é característico de grupos onde a fecundação se dá em um restrito período de tempo, uma vez que as fêmeas precisam estar moles, uma vez que quando seu exoesqueleto endurece, os ovidutos se fecham externamente (GEISLER, 1944). O macho utiliza seu primeiro gnatópodo para agarrar a parte inferior da coxa ou um segmento anterior do péron da fêmea, sendo o segundo gnatópodo utilizado na fecundação, para o posicionamento da fêmea e para a defesa (HUME et al., 2005). Uma vez juntos, eles nadam, se enterram e se alimentam sempre unidos até a cópula (STRONG, 1973).

Em *Hyalella*, aparentemente não existe nenhum sinal químico seja ele do ambiente ou endócrino que indique o início da pré-cópula (THIEL, 2011), o observado é que machos tendem a agarrar qualquer animal apenas pelo contato (STRONG, 1973), sendo então papel das fêmeas aceitarem ou não serem tomadas pelo macho.

Alguns autores afirmam que a duração da pré-cópula é determinada pela fêmea, que caso não esteja perto de sua época de muda, apresenta comportamentos evasivos para evitar o amplexo do macho. Em seus estudos, Cothran et al. (2010) realizaram experimentos com fêmeas sob o efeito de sedativos para avaliar a quantidade de dias antes da muda elas se deixavam agarrar pelos machos. Foi determinado que embora os machos estivessem prontos para o amplexo em qualquer período de seu ciclo, os custos energéticos

para a fêmea são maiores e por tanto, a menor duração desse comportamento é mais efetiva para elas. O período de cópula propriamente dito é curto e o casal se separa logo após a fecundação dos ovos (STRONG, 1973). Para a fertilização dos ovos, o período de pré-cópula é necessário, uma vez que *Hyaella* não guarda esperma (STRONG, 1972, 1973).

Uma vez fecundados, os ovos se desenvolvem ainda no marsúpio (COOPER, 1965), e assim como todos os Amphipoda, seu desenvolvimento é direto, o que significa que os indivíduos eclodem na forma de juvenis, com a morfologia básica semelhante à de um adulto, embora sem suas características secundárias (STEELE; STEELE, 1991; STRONG, 1972). Mesmo depois de atingida a maturidade, estes organismos continuam crescendo, embora o período intermuda seja maior e a frequência das mudas seja menor após a muda puberal (WELLBORN, 1994).

#### **2.4 Áreas Cársticas**

Áreas cársticas são caracterizadas pela formação de seu relevo ser constituído de rochas carbonáticas, cuja alta solubilidade faz com que regiões onde este relevo é predominante sejam altamente condicionadas por processos hidrogeoquímicos (TRAVASSOS; VARELA, 2008). Assim sendo, a água tem um papel importante na estruturação desses ambientes, e esta alta solubilidade da rocha leva a formação de um grande número de cavidades naturais nesses ambientes. Devido também à grande permeabilidade das rochas, que faz com as águas superficiais possam escoar, esses locais estão normalmente associados a grandes aquíferos (MENEGASSE; GONÇALVES; FANTINEL, 2002).

Desde muito tempo, assentamentos humanos vêm ocupando estes locais, atraídos por seus recursos, especialmente a água (TRAVASSOS; VARELA, 2008). Assim, as áreas cársticas vêm sofrendo grandes impactos antrópicos, que na atualidade provêm principalmente de empresas mineradoras, que além de

extrair os calcários para a fabricação de cimento, cal e derivados, são grandes consumidores da água dos aquíferos (MENEGASSE; GONÇALVES; FANTINEL, 2002). Esta também é alvo de impactos, estando sujeita a poluições e ao uso indiscriminado por populações humanas locais, que a utilizam em menores escalas para agricultura e pecuária. A beleza cênica de grutas e paredões é um atrativo turístico, e podem constituir mais uma fonte de pressão degradadora sobre estes ambientes.

Estudos em áreas cársticas estão mais voltados para o ambiente hipógeo, especialmente nos organismos que habitam cavernas, mas pouco se tem estudado sobre o meio epígeo, especialmente o límnic.

Em alguns relevos cársticos, especialmente os localizados em regiões tropicais, os cursos hídricos podem sofrer sazonalidade devido ao clima. Por essa razão, alguns corpos d'água podem sofrer interrupções de seus cursos durante a época seca do ano, quando o aporte de água por parte das precipitações é interrompido. Em regiões de rochas calcárias, embora a água interrompa seu curso na superfície, as águas subterrâneas em geral continuam seus cursos (MENEGASSE; GONÇALVES; FANTINEL, 2002).

Embora secas sejam peculiares de cada região e zonas climática (HUMPHRIES; BALDWIN, 2003), alguns aspectos relacionados à resposta de comunidades a este fenômeno foram estudadas. Humphries e Baldwin (2003) afirmam que a biota que habita sistemas aquáticos dinâmicos, para conseguir sobreviver às várias mudanças que ocorrem, deve possuir uma série de adaptações, não só morfológicas como também fisiológicas e comportamentais. Secas podem ser definidas dentro de dois grupos: ocasionais, quando ocorrem repentinamente, sem periodicidade e sem predições de duração; ou periódicas, que ocorrem repetidamente em uma determinada época do ano e que podem ser previstas (LAKE, 2003).

Seja qual for o grupo, a seca tem efeitos diretos e indiretos sobre a biota do ambiente aquático no qual ela ocorre (LAKE, 2003). No caso dos primeiros, temos aqueles causados pela perda da água e do fluxo, enquanto os segundos estão associados a mudanças em interações como predação e competição. Uma vez terminado o distúrbio, um fator importante para as populações conseguirem se restabelecer é a qualidade dos refúgios utilizados durante a seca (HUMPHRIES; BALDWIN, 2003).

Desta forma é importante monitorar a qualidade e sustentabilidade desses cursos d'água não só do ponto de vista biológico, mas também social, sendo necessárias medidas de proteção e mitigação de impactos.

### 3 OBJETIVOS

O objetivo geral do autor com esta dissertação foi caracterizar o ciclo de vida e a dinâmica populacional de uma população de *Hyaella* sp, registrada até o presente apenas para a região de Arcos, Minas Gerais, analisando alguns de seus aspectos ecológicos, reprodutivos e seu ciclo de vida em laboratório.

Objetivos específicos:

- a) Analisar aspectos populacionais de *Hyaella* sp., como razão sexual, estrutura da população e relações de tamanho;
- b) Analisar aspectos reprodutivos como frequência de casais em pré-cópula e fêmeas ovígeras em campo, e número de juvenis;
- c) Avaliar a fecundidade da espécie por meio da determinação da relação do comprimento de cefalotórax com o número de ovos ou juvenis no marsúpio;
- d) Estudar o pareamento e crescimento de *Hyaella* sp. em laboratório;
- e) Avaliar a duração dos períodos de pré-cópula e de fêmeas ovígeras em laboratório.

#### 4 HIPÓTESES

- a) *Hyaella* sp. possui uma dinâmica diferente à de *Hyaella azteca*, se aproximando mais de *Hyaella castroi* e *Hyaella pleoacuta*, por serem também espécies subtropicais.
- b) A razão sexual dessa população de *Hyaella* sp. é direcionada para um maior número de fêmeas, fato comprovado em um grande número de populações animais.
- c) Existem diferenças entre as populações de campo e os organismos em cultivo de *Hyaella* sp. quanto a aspectos ecológicos
- d) *Hyaella* sp. se reproduz ao longo de todo o ano, com fêmeas ovígeras e casais em pré-cópula sendo amostrados em todas as coletas.
- e) As características físicas, especialmente o período de seca, e biológica influenciarão na distribuição temporal de *Hyaella* sp..

## REFERÊNCIAS

- ALLAN, J. D. **Stream ecology**: structure and function of running waters. Dordrecht: Kluwer Academic, 1995. 388 p.
- BOROWSKY, B. Patterns of reproduction of some amphipod crustaceans and insights into the nature of their stimuli. In: BAUER, R. T.; MARTIN, W. (Ed.). **Crustacean sexual biology**. New York: University of Columbia, 1991. p. 33-66.
- BRUSCA, R. C.; BRUSCA, G. J. **Invertebrados**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. 968 p.
- CARDOSO, G. M.; BUENO, A. A. P.; FERREIRA, R. L. A new troglotibiotic species of *Hyalella* (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae) from Southeastern Brazil. **Nauplius**, Rio Grande, v. 19, n. 1, p. 17-26, 2011.
- CONLAN, K. E. Precopulatory mating behavior and sexual dimorphism in the amphipod Crustacea. **Hydrobiologia**, The Hague, v. 223, n. 2, p. 255-282, 1991.
- COOPER, W. E. Dynamics and production of a natural population of a freshwater amphipod, *Hyalella azteca*. **Ecological Monographs**, Lawrence, v. 35, n. 4, p. 377-394, 1965.
- COTHRAN, R. D. Precopulatory mate guarding affects predation risk in two freshwater amphipod species. **Animal Behaviour**, London, v. 68, p. 1133-1138, Sept. 2004.
- COTHRAN, R. D. et al. Phenotypic manipulation provides insights into the function of a sexually selected trait in a freshwater crustacean species complex. **Animal Behaviour**, London, v. 80, n. 3, p. 543-549, June 2010.
- DEJOUX, C. The Amphipoda. In: DEJOUX, C.; ILTIS, A. (Ed.). **Lake titicaca**: a synthesis of limnological knowledge. Dordrecht: Kluwer Academic, 1992. p. 346-356.
- DICK, J. T. A.; FALON, S. E.; ELWOOD, R. W. Active brood care in an amphipod: influences of embryonic development, temperature and oxygen. **Animal Behaviour**, London, v. 56, n. 3, p. 663-672, June 1998.



GALASSI, M. E.; FRANCESCHINI, M. C.; NEIFF, A. P. Population estimates of *Hyaella curvispina* Shoemaker (Amphipoda) in aquatic vegetation of northeastern Argentinian ponds. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, v. 18, n. 1, p. 101-108, 2006.

GEISLER, F. S. Studies on the postembryonic development of *Hyaella azteca* (Saussure). **Biological Bulletin**, Woods Hole, v. 86, p. 6-22, Feb. 1944.

GONZÁLEZ, E. R.; BOND-BUCKUP, G.; ARAÚJO, P. B. Two new species of *Hyaella* from southern Brazil (Amphipoda: Hyaellidae) with a taxonomic key. **Journal of Crustacean Biology**, Massachusetts, v. 26, n. 3, p. 355-365, June 2006.

GONZÁLEZ, E. R.; WATLING, L. Two new species of *Hyaella* from Lake Titicaca, and redescrptions of four others in the genus (Crustacea: Amphipoda). **Hydrobiologia**, The Hague, v. 497, n. 1, p. 181-204, 2003.

HARGRAVE, B. T. The utilization of benthic microflora by *Hyaella azteca* (Amphipoda). **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v. 39, n. 2, p. 427-437, 1970.

HAYWARD, P. J. et al. Crustaceans. In: HAYWARD, J. P.; RYLAND, J. S. (Ed.). **Handbook of the marine fauna of North-West Europe**. Oxford: Oxford University, 1995. p. 290-461.

HUME, K. D. et al. Sexual dimorphism in amphipods: the role of male posterior gnathopods revealed in *Gammarus pulex*. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, New York, v. 58, p. 264-269, Apr. 2005.

HUMPHRIES, P.; BALDWIN, D. S. Drought and aquatic ecosystems: an introduction. **Freshwater Biology**, Oxford, v. 48, p. 1141-1146, Feb. 2003.

KESTRUP, Å.; RICCIARDI, A. Influence of conductivity on life history traits of exotic and native amphipods in the St. Lawrence River. **Fundamental and Applied Limnology**, Stuttgart, v. 176, n. 3, p. 249-262, Mar. 2010.

KRUSCHWITZ, L. G. Environmental factors controlling reproduction of the Amphipod *Hyaella azteca*. **Proceedings of the Oklahoma Academy of Science**, Edmond, v. 58, p. 16-21, 1978.

LAKE, P. S. Ecological effects of perturbation by drought in flowing waters. **Freshwater Biology**, Oxford, v. 48, p. 1161-1172, Feb. 2003.

MARTIN, J. W.; DAVIS, G. E. **An updated classification of the recent Crustacea**. Los Angeles: Natural History Museum of Los Angeles County, 2001. 132 p.

MENEGASSE, L. N.; GONÇALVES, J. M.; FANTINEL, L. Disponibilidades hídricas na província cárstica de Arcos-Pains-Doresópolis, Alto São Francisco, Minas Gerais, Brasil. **Revista de Águas Subterrâneas**, Rio Claro, v. 16, p. 2-19, maio 2002.

MUSKÓ, I. B. Life history of *Dikerogammarus haemobaphes* (EICHW.) (Crustacea: Amphipoda) living on macrophytes in Lake Balaton (Hungary). **Archives Biology**, Stuttgart, v. 127, n. 2, p. 227-238, Apr. 1993.

PANOV, V. E.; MCQUEEN, D. J. Effects of temperature on individual growth rate and body size of a freshwater amphipod. **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, v. 76, p. 1107-1116, Jan. 1998.

POORE, G. C. B. Superorder: Peracarida Calman, 1905, *Crustacea: Malacostraca. Syncarida, Peracarida: Isopoda, Tanaidacea, Mictacea, Thermosbaenacea, Spelaeogriphacea*. In: COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANISATION. **Zoological catalogue of Australia**. Melbourne: CSIRO, 2002. p. 24-25.

RODRIGUES, S. G. ***Hyaella* Smith, 1874 (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae) em áreas úmidas do Rio Grande do Sul, Brasil**. 2011. 139 p. Dissertação (Mestrado Ecologia Aplicada) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

SEREJO, C. S. Cladistic revision of talitroidean amphipods (Crustacea, Gammaridea), with a proposal of a new classification. **Zoologica Scripta**, Stockholm, v. 33, n. 6, p. 551-586, Nov. 2004.

STEELE, D. H.; STEELE, V. J. Morphological and environmental restraints on egg production in amphipods. **Crustacean Issues, Crustacean Egg Production**, Amsterdam, v. 1, n. 1, p. 157-170, July 1991.

STEELE, V. J. The effect of photoperiod on the reproductive cycle of *Gammarus lawrencianus* Bousfield. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, Amsterdam, v. 53, n. 1, p. 1-7, Dec. 1981.

STRONG, D. R. Amphipod Amplexus: the significance of ecotypic variation. **Ecology**, Oxford, v. 54, n. 6, p. 1383-1388, Nov. 1973.

\_\_\_\_\_. Life history variation among populations of an Amphipod (*Hyaella azteca*). **Ecology**, Oxford, v. 53, n. 6, p. 1103-1111, Nov. 1972.

THIEL, M. Chemical communication in Peracarid Crustaceans. In: BREITHAUPT, T.; THIEL, M. (Ed.). **Chemical communication in Crustaceans**. New York: Springer, 2011. p. 199-218.

TRAVASSOS, L. E. P.; VARELA, I. D. Aspectos legais do uso da água em regiões cársticas. **OLAM - Ciência e Tecnologia**, Rio Claro, v. 8, n. 3, p. 386-400, jul./dez. 2008.

VÄINÖLÄ, R. et al. Global diversity of Amphipods (Amphipoda: Crustacea) in freshwater. **Hydrobiologia**, The Hague, v. 595, n. 2, p. 241-255, 2008.

WELLBORN, G. A. Size-biased predation and prey life histories: a comparative study of freshwater Amphipod populations. **Ecology**, Oxford, v. 75, n. 7, p. 2104-2117, Sept. 1994.

WELLBORN, G. A.; COTHRAN, R. D.; BARTHOLF, S. E. Life history and allozyme diversification in regional ecomorphs of the *Hyaella azteca*

(Crustacea : Amphipoda) species complex. **Biological Journal of the Linnean**

**Society**, London, v. 84, n. 1, p. 161-175, May 2005.

## **CAPÍTULO 2**

**Dinâmica populacional de *Hyaella* sp (Amphipoda: Dogielinotidae) em um córrego em Arcos, MG**

## RESUMO

*Hyaella* é restrito aos ambientes de água doce do continente americano, sendo encontrados em grande parte associados a plantas aquáticas, e são importantes elos em cadeias tróficas de corpos d'água. A população de *Hyaella* sp. estudada neste trabalho, foi encontrada em um ambiente cárstico, no Oeste de Minas Gerais. O objetivo do autor com este trabalho foi conhecer a dinâmica populacional em campo dessa população de *Hyaella* e seus aspectos ecológicos. Os indivíduos foram coletados com a ajuda de uma rede de mão mensalmente por um período de 13 meses e levados ao laboratório, onde foram sexados e medidos. Eles foram então organizados em classes de tamanho por mês, com uma distribuição polimodal, com exceção dos meses de seca, quando o fluxo do rio foi interrompido e os organismos não foram encontrados no ponto de coleta, embora fossem encontrados se refugiando em poças permanentes ao longo do córrego. Antes desse distúrbio, os juvenis representaram a maioria numérica da população, enquanto os adultos foram mais frequentes após esse período, pois a recolonização se dá em maior parte com organismos adultos que sobreviveram à época seca. Não houve uma diferença significativa na razão sexual, mas os machos apresentaram maior comprimento de cefalotórax quando comparado às fêmeas ao longo de todo o ano. Assim, foi possível então conhecer mais sobre a dinâmica dessa população de *Hyaella* sp., que foi contínua ao longo do ano, representados por todas as faixas etárias.

Palavras-chave: Amphipoda, razão sexual, áreas cársticas, *Hyaella*, dinâmica populacional

## 1 INTRODUÇÃO

Os organismos da ordem Amphipoda são amplamente distribuídos ao longo do mundo, habitando um grande espectro de ambientes, em sua grande maioria marinhos, mas também límnicos, especialmente águas correntes mais frias. O gênero *Hyaella* é o único Amphipoda epígeo na região Neotropical (VÄINÖLÄ et al., 2008), restrito a ambientes de água doce das Américas, sendo encontrado em águas lênticas e lóticas, mais comumente de baixa profundidade e com uma grande abundância de macrófitas (CASSET; MOMO; GIORGI, 2001; HARGRAVE, 1970; KRUSCHWITZ, 1978).

Estes crustáceos são encontrados em grande parte aderidos a plantas aquáticas, que utilizam não só como alimento, mas também como refúgio contra predadores (CASSET; MOMO; GIORGI, 2001); mas também são encontrados nas regiões bentônicas, associados à matéria orgânica animal e vegetal encontrados no sedimento, podendo se alimentar desse material em decomposição, ou de matéria viva, como algas e raízes de plantas presentes no sedimento (COOPER, 1965).

Embora um maior número de trabalhos trate de taxonomia e distribuição desse gênero, estudos ecológicos na área límnicamente ainda são escassos. Isto ocorre especialmente no Brasil, já que estudos sobre aspectos da biologia e dinâmica de *Hyaella* foram estudadas apenas na região Sul do país. Castiglioni e Bond-Buckup (2007, 2008a, 2008b) e Castiglioni et al. (2007) analisaram diversos aspectos do crescimento, ciclo de vida e reprodução de duas espécies simpátricas, *Hyaella castroi* e *Hyaella pleoacuta*. E mais recentemente Rodrigues (2011) realizou estudos ecológicos com 12 espécies que ocorrem nas áreas úmidas do Rio Grande do Sul.

Cooper (1965) ressalta a importância de estudos envolvendo populações, considerando sua dinâmica e as relações dos organismos com o meio ambiente,

não só para um maior entendimento da biologia da espécie e de aspectos ambientais, mas também ajudam a responder algumas questões ecológicas básicas.

Além disso, eles podem ser utilizados como organismos experimentais, especialmente em se tratando de estudos com ecotoxicologia e bioindicação (WANG; GOULET; CHAPMAN, 2004), pois possuem um tempo curto de geração, são de fácil cultivo em laboratório (COOPER, 1965) e respondem de forma rápida a mudanças no meio ambiente (NELSON; BRUNSON, 1995).

A população de *Hyaella* sp. estudada neste trabalho, foi encontrada em um ambiente cárstico. Estes ambientes estão constantemente expostos a impactos humanos, pois são muito explorados devido a seu calcário, sua beleza cênica e seus recursos naturais (MENEGASSE; GONÇALVES; FANTINEL, 2002; TRAVASSOS; VARELA, 2008). Assim, um recurso diretamente afetado por estas atividades é a água, utilizada em todas as atividades realizadas pelo homem, desde o consumo para a agricultura e pecuária até para grandes atividades industriais (TRAVASSOS; VARELA, 2008).

Assim também, ambientes aquáticos continentais são de extrema importância, especialmente no Brasil, onde a diversidade faunística encontrada em rios, riachos, lagoas, lagos e reservatórios é grande, mas ainda pouco estudada (AGOSTINHO; THOMAZ; GOMES, 2005), especialmente em se tratando de ambientes cársticos. Com isto, eles deveriam ser alvos de projetos de proteção e monitoramento.

Desta forma, o objetivo do autor com este trabalho é aumentar o conhecimento sobre a ecologia de *Hyaella*, apresentando aspectos populacionais de *Hyaella* sp. como estrutura da população, frequências de classes de tamanho, assim como a distribuição etária e razão sexual ao longo do ano.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Local do Estudo

A região do estudo localiza-se no Centro-Oeste do estado de Minas Gerais, entre os municípios de Arcos e Pains (S 20°20'01,5" W 45°36'40,7") (Figura 1).

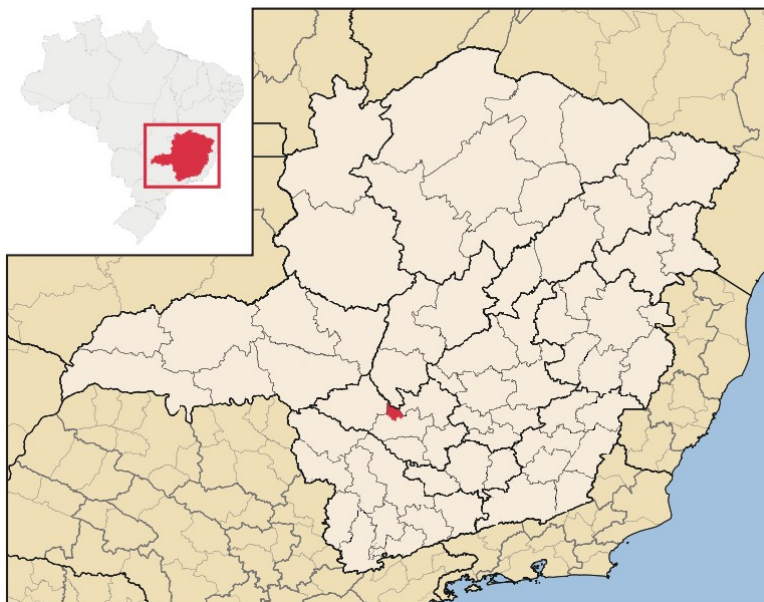


Figura 1 Localização do Município de Arcos, Minas Gerais. Fonte: [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com). Março/2012.

Os municípios de Arcos, Pains e Dolores são amplamente estudados quanto à sua geologia e espeleologia, devido à formação rochosa característica e única da região (MENEGASSE; GONÇALVES; FANTINEL, 2002; PIZARRO; FRIGO; CAMPELLO, 2001; TEIXEIRA; DIAS, 2003), assim como pelo elevado número de cavernas que apresentam, sendo mais de 753 cavidades



naturais levantadas para a região (TEIXEIRA; DIAS, 2003). Localizado na região tropical, caracterizado por verões úmidos e invernos secos, com uma precipitação média anual de 1344 mm (MENEGASSE; GONÇALVES; FANTINEL, 2002), a dinâmica hídrica dos cursos d'água mudam a paisagem, sendo que nos meses de estiagem, alguns córregos e dolinas podem secar completamente. A contribuição da água subterrânea para a hidrologia local foi estudada por Menegasse, Gonçalves e Fantinel (2002), que demonstrou que existe um bom grau de interconexão entre a superfície e o aquífero, fato comprovado também por Teixeira e Dias (2003).

O córrego estudado está localizado, em uma maior escala, na área entre as bacias hidrográficas do Alto São Francisco e do Rio Grande, uma área que funciona como um importante aquífero cárstico, devido ao seu potencial de recarga hídrica (TEIXEIRA; DIAS, 2003). Ao longo de seu curso, o córrego apresenta uma pequena barragem (observação pessoal), que influencia na interrupção do fluxo de água durante a época de seca. Menegasse, Gonçalves e Fantinel (2002), ao estudarem as características da região de Arcos-Pains-Doresópolis, encontraram um período de deficiência hídrica na região que se estendeu de maio a setembro, ocorrendo à normalização do fluxo em outubro. Os autores encontraram também que durante os meses de seca, a contribuição de águas subterrâneas à vazão do rio São Miguel foi significativamente maior do que durante os meses de chuva. As figuras de 2 a 4 mostram o ponto de coleta dos organismos.



Figura 2 Ponto de coleta no período de cheia em Arcos, Minas Gerais. Autor: Silvia Torres. Abril 2010



Figura 3 Local de coleta, dando ênfase às macrófitas aquáticas presentes. Arcos, Minas Gerais. Autor: Silvia Torres. Abril 2010



Figura 4 Ponto de coleta no período de seca em Arcos, Minas Gerais. . Autor: Silvia Torres. Setembro 2011

## 2.2 Coleta do material

As amostras foram realizadas durante o período de 13 meses, de abril de 2010 a abril de 2011. Antes de coletar os organismos, parâmetros ambientais foram mensurados cada mês com a ajuda de um multianalisador. As variáveis amostradas foram condutividade, oxigênio dissolvido (OD), temperatura, e pH.



Figura 5 Exemplar de fêmea ovígera de *Hyalella* sp. Escala 1mm. . Autor: Silvia Torres. Abril 2010



Figura 6 Pré-triagem dos indivíduos de *Hyalella* sp. em campo. Arcos, Minas Gerais. Autor: Silvia Torres. Abril 2010

Os animais (Figura 5) foram amostrados com redes de mão com um diâmetro de 15 cm e malha de 250  $\mu\text{m}$ , em uma área de remanso no curso do riacho, por esforço amostral de quatro redadas. Em campo os organismos foram pré-triados em bandejas brancas (Figura 6) e amostrados com a ajuda de uma pipeta, e as fêmeas ovíferas separadas individualmente, em eppendorfs etiquetados, caso houvesse perda de ovos durante o transporte. Os organismos foram levados vivos ao Laboratório de Carcinologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), onde foram conservados em álcool 70%. Todos os organismos foram medidos em microscópio estereoscópico quanto a seu comprimento total (CT) e o comprimento de seu cefalotórax (CC). Posteriormente foram classificados em quatro categorias, assim definidas (CASTIGLIONI, 2007):

- Machos – indivíduos com o segundo gnatópodo bem desenvolvido
- Fêmeas – indivíduos com o segundo gnatópodo de mesmo tamanho do primeiro par (e com o CC maior do que a menor fêmea ovígera)
- Fêmeas ovíferas – indivíduos que apresentam ovos no marsúpio
- Juvenis – indivíduos que não apresentam dimorfismo sexual acentuado (e que são menores do que a menor fêmea ovígera)

Fêmeas ovíferas são facilmente identificáveis devido à sua cutícula ser transparente e os ovos possuírem uma coloração escura. Os organismos considerados juvenis foram aqueles que apresentaram um CC menor que 0,37 mm, que corresponde ao tamanho da menor fêmea ovígera encontrada nos campos e em laboratório.

### 2.3 Análises dos dados

Para a caracterização da população, foram medidos os CC de todos os organismos e calculados os tamanhos; mínimo, máximo, e das médias, com seu respectivo desvio padrão. Um teste t foi utilizado para comparar a média dos CC de machos e fêmeas em todos os meses de coleta, quando os dados foram normais. Caso contrário, foram utilizados testes de Mann-Whitney. Para a comparação dos CC entre fêmeas e machos de todos os meses, uma ANOVA foi realizada para dados normais e o teste de Krukall-Wallis para os não-paramétricos.

A razão sexual (M:F), foi realizada comparando-se o número de machos adultos com o número de fêmeas adultas, desconsiderando-se as fêmeas ovígeras, já que esta medida é utilizada como parâmetro para a determinação da disponibilidade dos organismos para a reprodução em um dado momento (CASTIGLIONI, 2007). Testes de G foram realizados para a avaliação da razão sexual nos meses de coleta, uma vez que não foi possível aplicar os testes de Qui-quadrado ( $\chi^2$ ).

A normalidade dos dados foi comprovada com testes de D'Agostino ( $\alpha=0,05$ ). Gráficos de frequência de indivíduos em classes de tamanho foram elaborados, levando em consideração a amplitude da classe de tamanho como sendo  $\frac{1}{4}$  do desvio padrão da média do CC de todos os indivíduos. As análises foram realizadas nos programas Bioestat (versão 5.0) e SigmaStat 3.1.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 Características Ambientais

A temperatura média da água ao longo dos meses de coleta foi de 22,68 °C, atingindo valores mais altos após a seca. O oxigênio dissolvido mostrou um valor médio de 6,63 mg.L<sup>-1</sup>, enquanto a condutividade teve uma média de 48,67 µS.cm<sup>-2</sup>, e o pH foi o mais constante, variando pouco ao redor da neutralidade, com uma média de 7,43 (Tabela 1). Durante a época de seca, não foi possível medir estas variáveis no ponto de coleta, uma vez que o ponto de amostragem não apresentava água.

Tabela 1 Valores absolutos e médias das variáveis ambientais do córrego localizado em Arcos, Minas Gerais coletados no período de Abril de 2010 a Abril de 2011.

Coleta	pH	Cond. (µS.cm <sup>-1</sup> )	OD (mg.L <sup>-1</sup> )	Temp. (°C)
abr-10	7,3	56	6.6	24.1
mai-10	7,5	63	5.9	19.8
jun-10	7,5	64	5.5	19.1
jul-10	7,4	75	4.7	15.8
ago-10	7,8	56	8.2	20.1
set-10	-	-	-	-
out-10	-	-	-	-
nov-10	-	-	-	-
dez-10	6,69	48	6.01	23.6
jan-11	7,4	45,1	5.37	25.9
fev-11	7,4	43,7	8	25
mar-11	7,4	41,1	10.8	24
abr-11	7,68	38,7	6.38	21.6
<b>Média ± DP</b>	<b>7,407 ± 0,29</b>	<b>53,06 ± 11,75</b>	<b>6.746 ± 1,8</b>	<b>21.9 ± 3,17</b>

Cond. = Condutividade; OD = Oxigênio Dissolvido; Temp. = Temperatura. DP= desvio padrão

### 3.2 Estrutura da população

Foi coletado um total de 1735 indivíduos, sendo 381 machos, 265 fêmeas não ovígeras (tratadas a partir de agora por “fêmeas”), 201 fêmeas ovígeras (totalizando 858 adultos) e 888 juvenis ao longo dos meses de coleta (Tabela 2).

Durante os meses de menor precipitação, ocorreu uma interrupção gradual do curso d’água, até que esta ficasse totalmente ausente em algumas partes do córrego. Os meses de seca total foram de setembro, outubro e novembro de 2010.

Tabela 2 Valores absolutos de juvenis, machos, fêmeas, fêmeas ovígeras e total de *Hyalella* sp. em cada coleta realizada no córrego de Arcos, MG.

<b>Coleta</b>	<b>Juvenis</b>	<b>Machos</b>	<b>Fêmeas</b>	<b>Fêmeas Ovígeras</b>	<b>TOTAL</b>
abr/10	282	114	53	73	<b>522</b>
mai/10	433	99	77	30	<b>639</b>
jun/10	82	27	29	22	<b>160</b>
jul/10	35	18	24	21	<b>98</b>
ago/10	15	8	8	5	<b>36</b>
set/10	-	-	-	-	-
out/10	-	-	-	-	-
nov/10	-	-	-	-	-
dez/10	-	-	-	-	-
jan/11	3	16	11	18	<b>48</b>
fev/11	9	14	9	14	<b>46</b>
mar/11	13	34	30	0	<b>77</b>
abr/11	16	51	24	18	<b>109</b>
<b>TOTAL</b>	<b>888</b>	<b>381</b>	<b>265</b>	<b>201</b>	<b>1735</b>



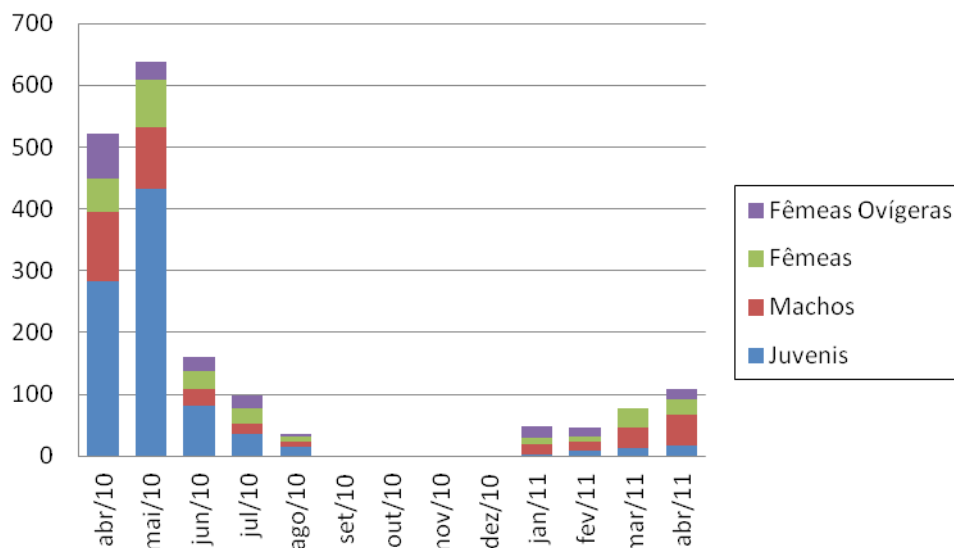


Gráfico 1 Estrutura da população em números absolutos de *Hyalella* sp. no córrego de Arcos, MG nos meses de coleta (Abr/10 a Abr/11).

O primeiro mês de coleta logo após a volta da chuva apresentou uma velocidade de correnteza muito forte (observação pessoal) que resultou em um grande carreamento das macrófitas aquáticas e também de indivíduo de *Hyalella*, pois não foi coletado nenhum espécime nesse período (Gráfico 1).

Os indivíduos amostrados foram organizados em classes de tamanho por mês, apresentados como histogramas de distribuição de frequência (Gráficos 3 a 11). Apenas o mês de março de 2011 apresentou dados normais (não significativo), sendo que para os demais meses a normalidade não foi aceita ( $p < 0,05$ ). A amplitude e o número das classes de frequência também variaram entre as coletas, de acordo com o desvio padrão de cada amostra (Tabela 3).

Tabela 3 Valores das médias e desvio padrão de comprimento de cefalotórax, amplitude das classes de tamanho e número de classes de indivíduos de *Hyaella* sp. no córrego de Arcos, MG.

<b>Coleta</b>	<b>Média CC ± DP</b>	<b>Amplitude de classes</b>	<b>Número de classes</b>
abr/10	0.3489 ± 0.1364	0.0341	17
mai/10	0.3189 ± 0.1079	0.0270	19
jun/10	0.3546 ± 0.1078	0.0269	16
jul/10	0.3930 ± 0.1028	0.0257	17
ago/10	0.3903 ± 0.0327	0.0317	14
set/10	-	-	-
out/10	-	-	-
nov/10	-	-	-
dez/10	-	-	-
jan/11	0.5042 ± 0.0699	0.0175	21
fev/11	0.4568 ± 0.0900	0.0225	17
mar/11	0.4227 ± 0.0678	0.0170	20
abr/11	0.4600 ± 0.0963	0.0241	21

CC = Comprimento do Cefalotórax.

A coleta dos organismos, por tanto, foi retomada no período de janeiro de 2011, quando as chuvas regularizaram a correnteza do riacho e os organismos se reestabeleceram, apresentando, no entanto uma maior quantidade de adultos, quando comparado ao número de juvenis (Gráfico 2). Isto também leva a uma média de CC e CT maior entre os indivíduos amostrados após a seca (Tabela 3).

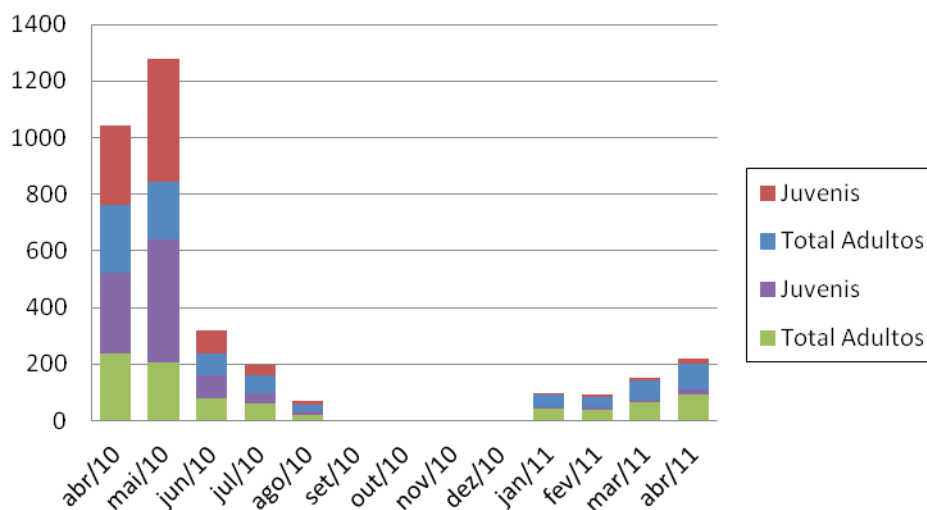


Gráfico 2 Número absoluto de juvenis e do total de adultos (machos, fêmeas e fêmeas ovíferas) de *Hyalella* sp. ao longo do ano em um córrego de Minas Gerais. (Abr/10 a Abr/11)

Nos meses que antecederam a seca, principalmente abril e maio de 2010, um grande número de juvenis foi observado, quando comparado às demais categorias. Este número foi gradualmente se reduzindo, e após os meses do período de seca, foram novamente aumentando sua abundância (Gráfico 2).

A frequência da distribuição das classes de tamanho é polimodal, isto é, é observada uma série de picos de abundância (Gráficos de 3 a 11).

Os meses de maior abundância para os adultos foram os meses de janeiro, fevereiro, março e abril de 2011, após o período de seca (Gráfico 8 a 11).

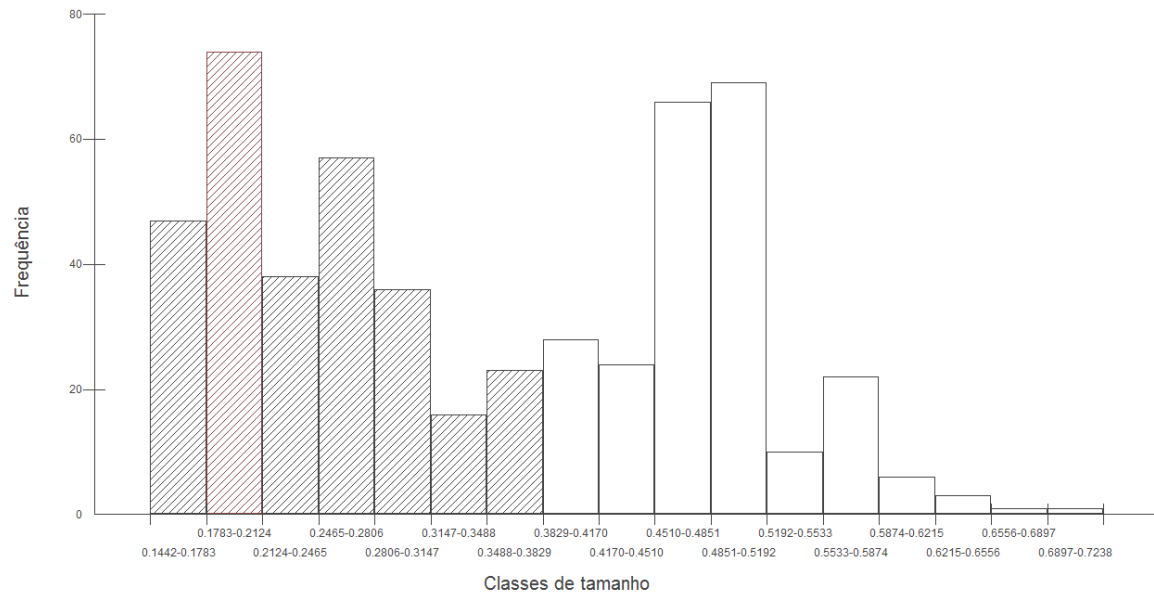


Gráfico 3 Frequencia de distribuição por classes de tamanho de *Hyalella* sp. no mês de abril de 2010. Colunas riscadas correspondem a juvenis, colunas brancas correspondem a adultos.

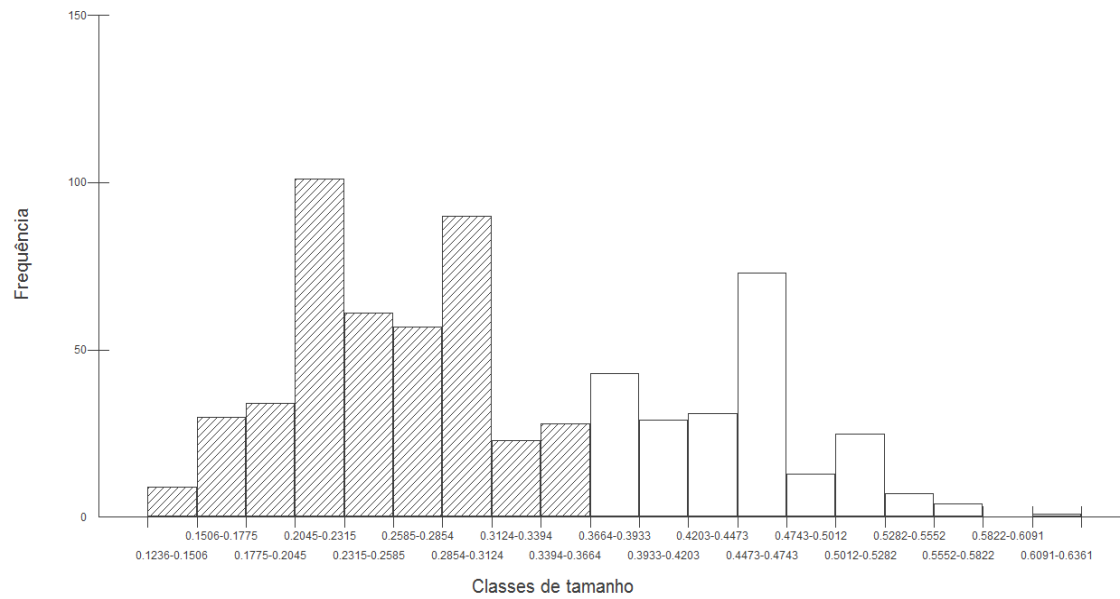


Gráfico 4 Frequência de distribuição por classes de tamanho de *Hyalella* sp. no mês de maio de 2010. Colunas riscadas correspondem a juvenis, colunas brancas correspondem a adultos.

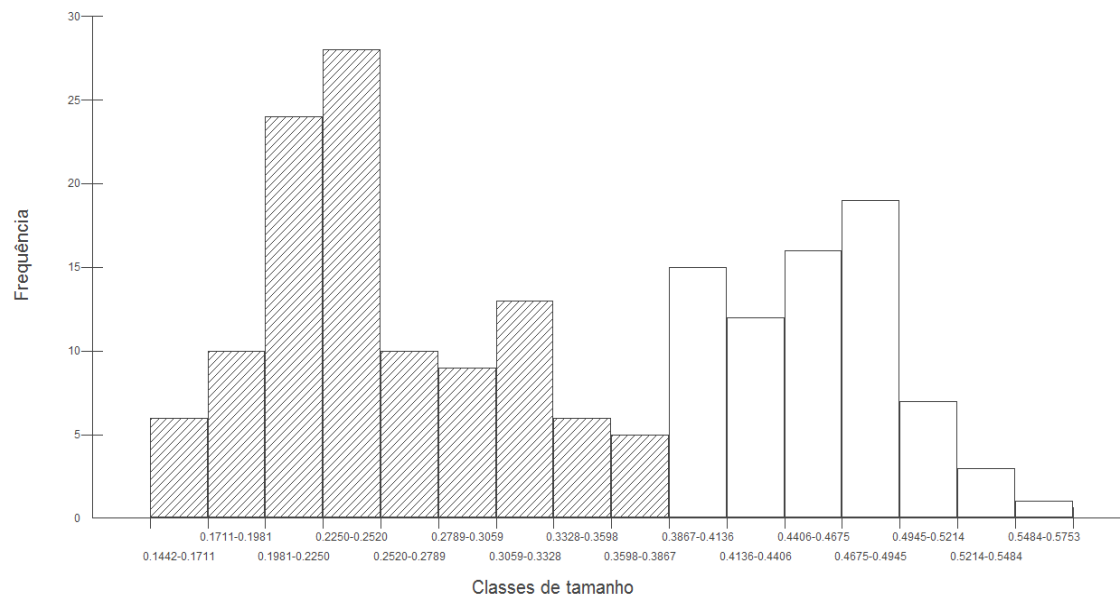


Gráfico 5 Frequência de distribuição por classes de tamanho de *Hyalella* sp. no mês de junho de 2010. Colunas riscadas correspondem a juvenis, colunas brancas correspondem a adultos.

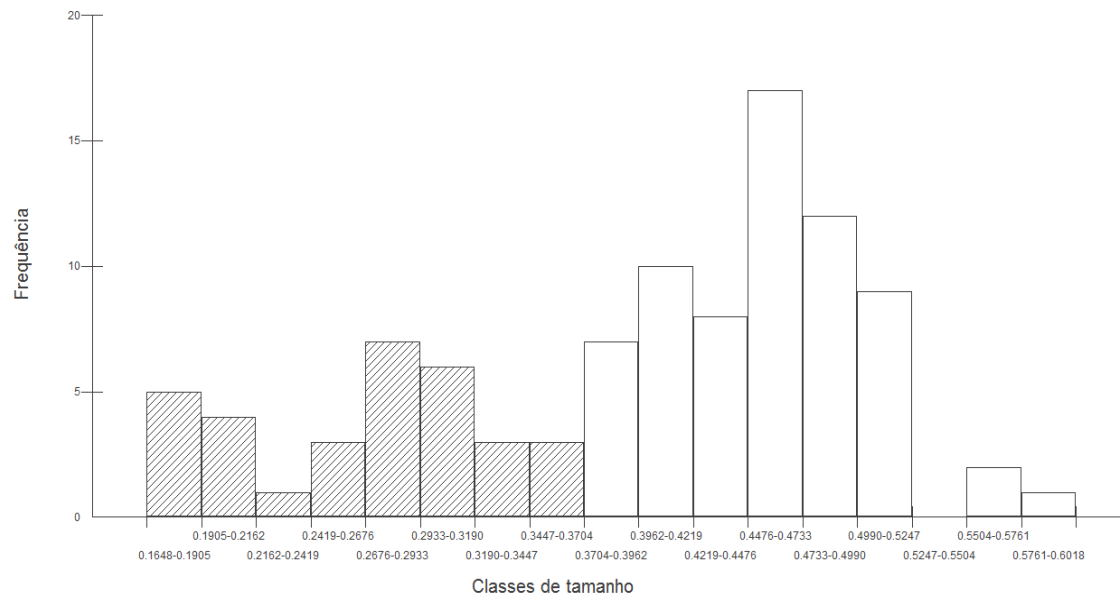


Gráfico 6 Frequência de distribuição por classes de tamanho de *Hyalella* sp. no mês de julho de 2010. Colunas riscadas correspondem a juvenis, colunas brancas correspondem a adultos.

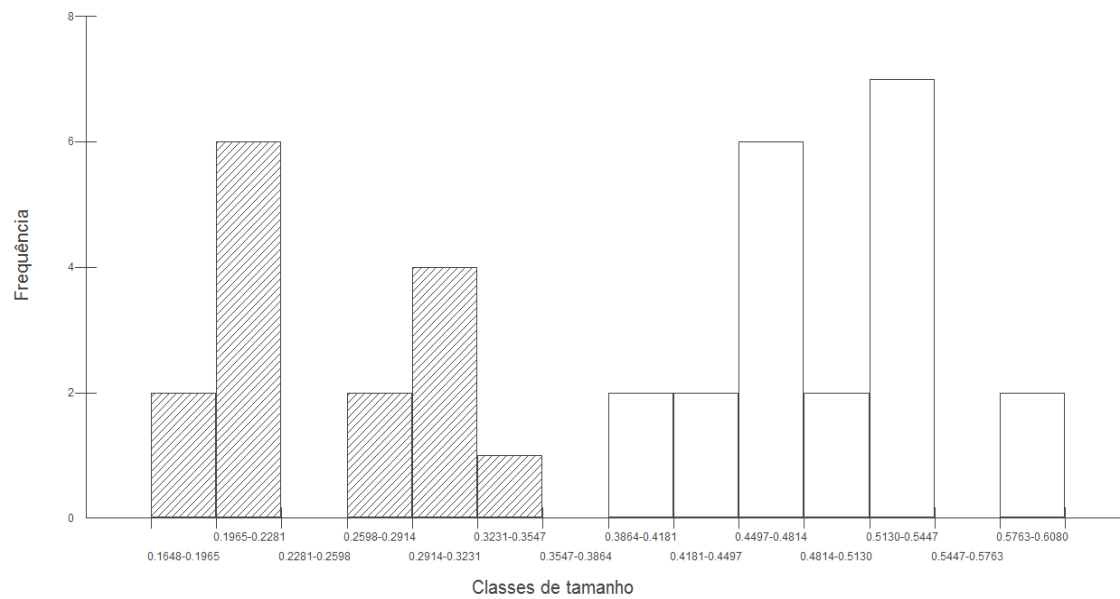


Gráfico 7 Frequência de distribuição por classes de tamanho de *Hyalella* sp. no mês de agosto de 2010. Colunas riscadas correspondem a juvenis, colunas brancas correspondem a adultos.



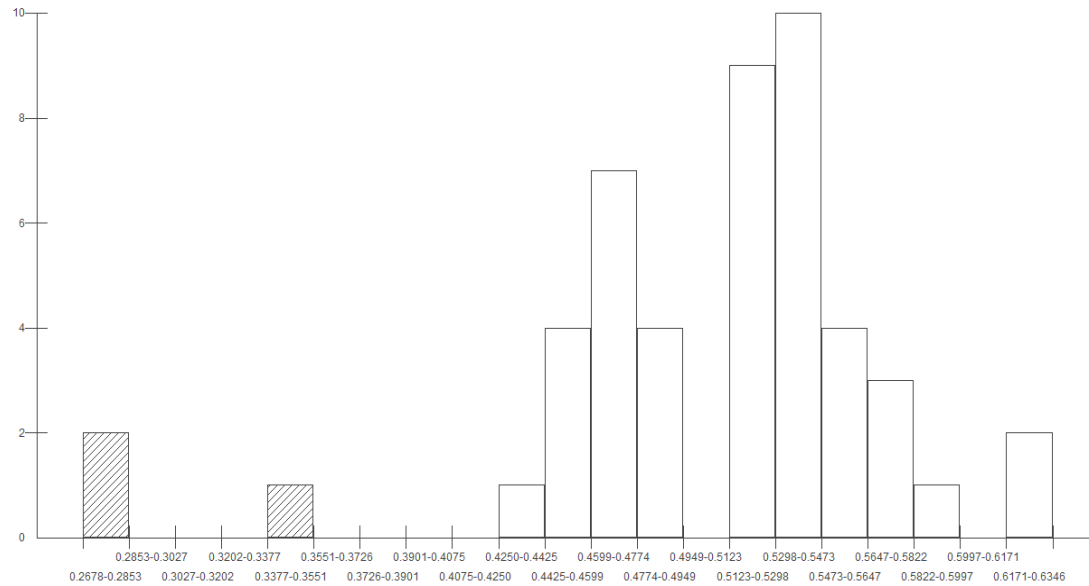


Gráfico 8 Frequência de distribuição por classes de tamanho de *Hyalella* sp. no mês de janeiro de 2011. Colunas riscadas correspondem a juvenis, colunas brancas correspondem a adultos.

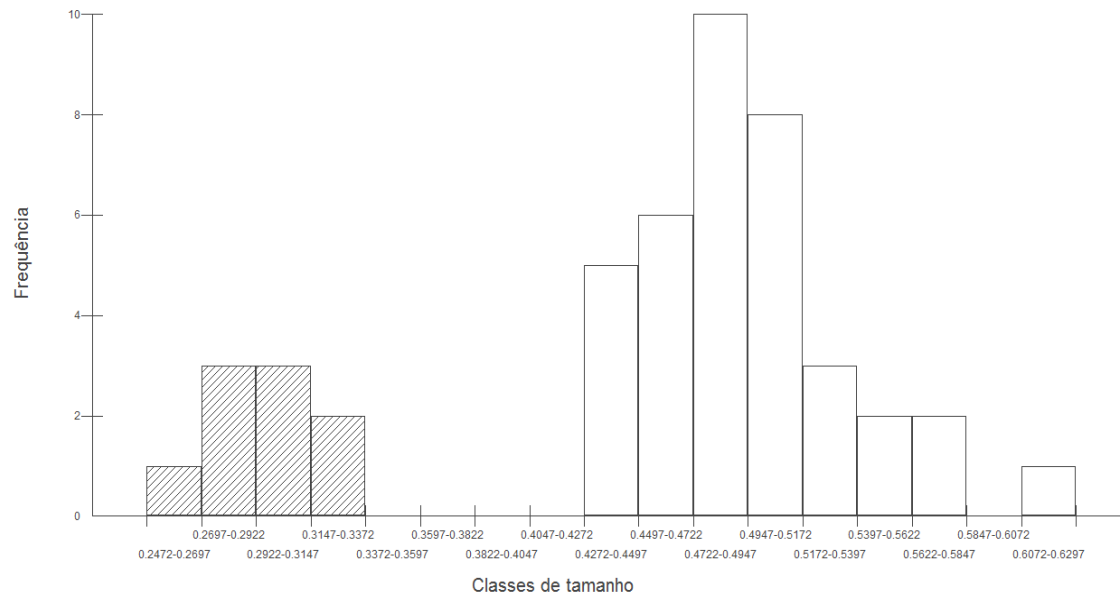


Gráfico 9 Frequência de distribuição por classes de tamanho de *Hyalella* sp. no mês de fevereiro de 2011. Colunas riscadas correspondem a juvenis, colunas brancas correspondem a adultos.

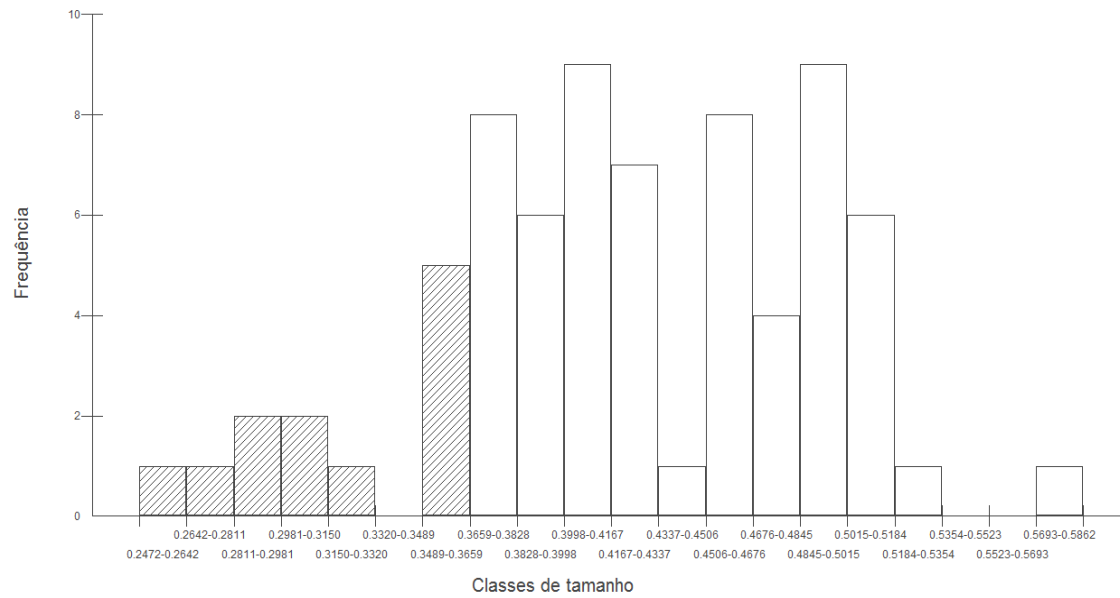
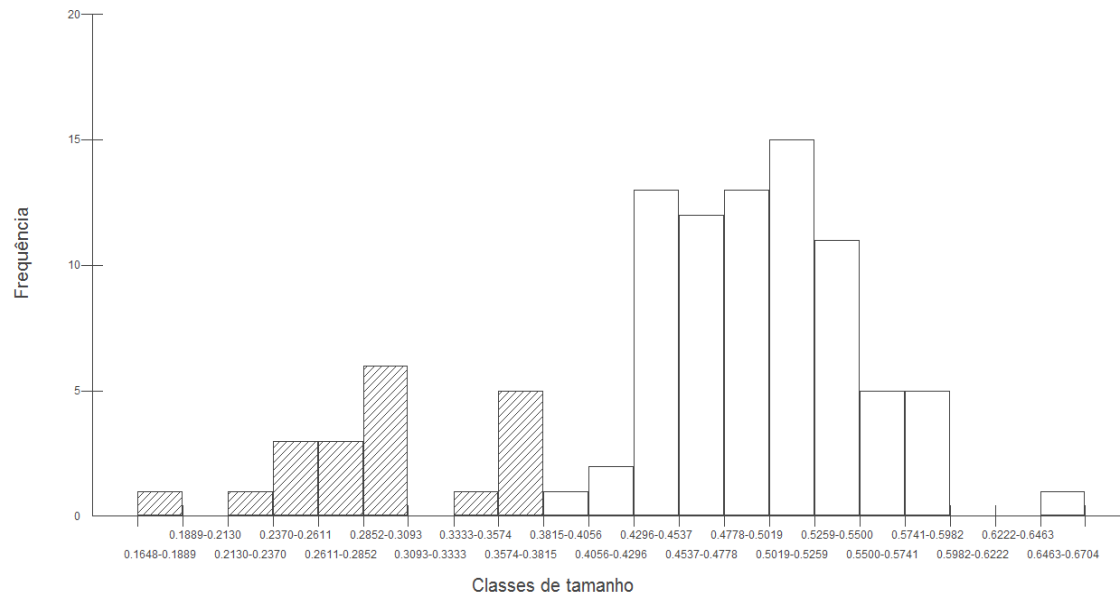


Gráfico 10 Frequência de distribuição por classes de tamanho de *Hyalella* sp. no mês de março de 2011. Colunas riscadas correspondem a juvenis, colunas brancas correspondem a adultos.

Gráfi

co 11



Frequência de distribuição por classes de tamanho de *Hyalella* sp. no mês de abril de 2011. Colunas riscadas correspondem a juvenis, colunas brancas correspondem a adultos.

### 3.2 Relações métricas

As medidas do CC dos organismos variaram de 0,124 a 0,703 mm, e o CT teve uma variação de 0,989 a 7,993 mm. Estas características, nesta população, se mostraram diretamente relacionadas ( $R^2=0,935$ ;  $p>0,001$ ) (Gráfico 12).

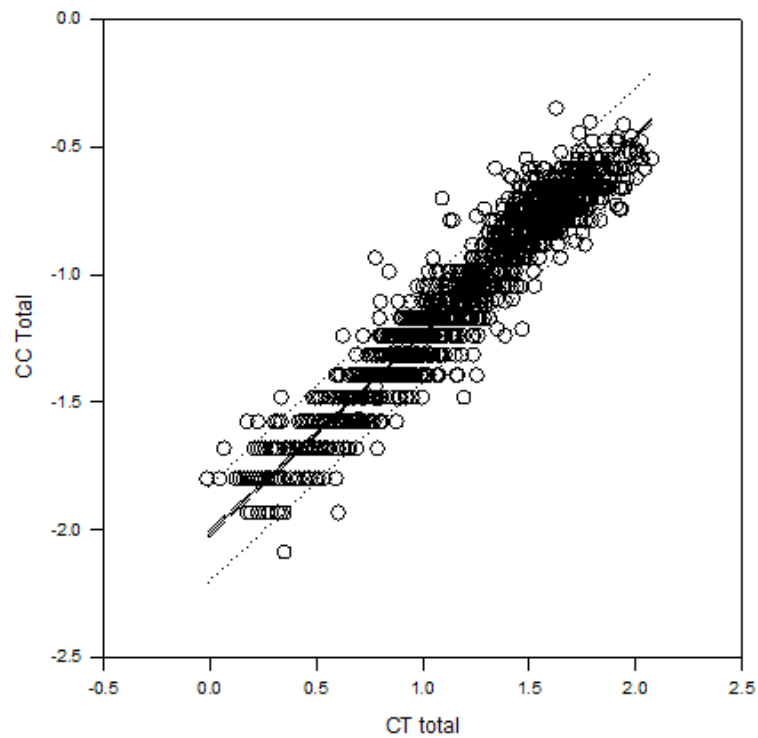


Gráfico 12 Regressão linear entre o comprimento de cefalotórax e comprimento total dos organismos da população de *Hyalella* sp. em Arcos, Minas Gerais.

As mesmas relações foram encontradas quando cada grupo foi analisado individualmente (Tabela #). Devido a isto, todas as medidas utilizadas daqui em diante serão apenas de comprimento de cefalotórax (CC).

Tabela 4 Valores de F, P e R<sup>2</sup> para a regressão linear entre comprimento do cefalotórax e comprimento total para machos, fêmeas e juvenis de *Hyalella* sp. de Arcos, Minas Gerais.

<b>Relação CCxCT</b>	<b>F</b>	<b>P</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
Machos	326,684	<0,001	0,477
Fêmeas	329,022	<0,001	0,534
Juvenis	5848,571	<0,001	0,863

Com relação aos machos, seu CC variou de 0,3708 a 0,703 mm, com uma média de  $0,4859 \pm 0,0574$  mm. No entanto, a distribuição dos dados não foi normal ( $p < 0,05$ ), e as variações de tamanho entre os meses não foi significativa ( $p < 0,001$ ).

No caso das fêmeas, seu CC variou de 0,3708 a 0,6180 mm, apresentando uma média de  $0,4372 \pm 0,0484$  mm. A normalidade também não foi comprovada para este conjunto de dados ( $p < 0,05$ ), e suas variações ao longo dos meses não foram significativamente diferentes ( $p < 0,001$ ).

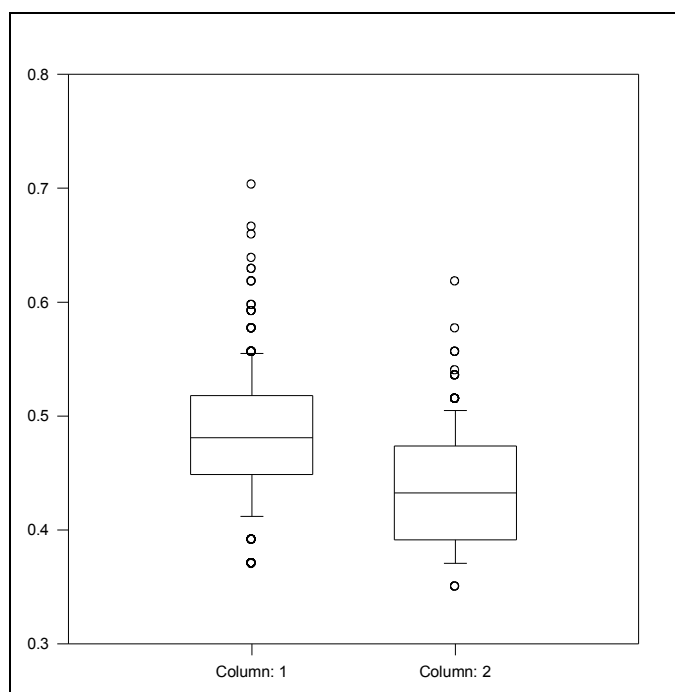


Gráfico 13 Teste de t comparando a média do tamanho do cefalotórax de machos (Column 1) e de fêmeas (Column 2).

Quando comparados entre si, os CC de machos e fêmeas desta espécie variaram significativamente ( $p > 0,001$ ), mostrando que em média, machos são maiores do que fêmeas (Gráfico 13). Ao comparar essas medidas mensalmente, apenas os meses de janeiro e fevereiro de 2011 não apresentaram diferença significativa entre as médias ( $p > 0,001$ ).

Quanto aos juvenis, seu CC variou de 0,1236 a 0,36 mm, com uma média de  $0,2495 \pm 0,0562$  mm. A distribuição dos dados não foi normal ( $p < 0,05$ ), e a comparação entre as médias mensais não gerou um resultado significativo ( $p < 0,001$ ).

### 3.3 Razão Sexual

A razão sexual, em grande parte dos meses, esteve inclinada para um maior número de machos (Tabela 5), com exceção dos meses de junho e julho de 2010, quando o número de fêmeas foi maior e no mês de agosto, quando a proporção dos dois sexos foi igual. Entretanto, somente nos meses de abril de 2010 e abril de 2011, os valores foram significativamente diferentes, mostrando uma dominância dos machos (Tabela 5).

Tabela 5 Valores da razão sexual machos por fêmeas (M:F) com um teste G de proporção de *Hyalella* sp. nos meses de coleta em Arcos, Minas Gerais, mostrando os valores de G e P.

Coleta	M:F	Teste de G	P
abr/10	1 : 0,4649	22.81	<0.0001
mai/10	1 : 0,7442	3.24	0.0719
jun/10	1 : 1,11	0.105	0.7455
jul/10	1 : 1,5	1.2081	0.2787
ago/10	1 : 1	-	-
set/10	-	-	-
out/10	-	-	-
nov/10	-	-	-
dez/10	-	-	-
jan/11	1 : 0,6429	1.0957	0.2952
fev/11	1 : 0,4444	1.9735	0.1601
mar/11	1 : 0,8571	0.308	0.5789
abr/11	1 : 0,325	14.42	0.0001

M:F = Proporção de machos por fêmeas.



## 4 DISCUSSÃO

### 4.1 Características Ambientais

Características ambientais podem variar ao longo do ano em um dado ambiente, especialmente se esse ambiente está sujeito a distúrbios. No caso do córrego deste trabalho, devido a um fator climático, o ambiente aquático sofre um período onde o fluxo do córrego é interrompido, transformando a paisagem. Observa-se que apesar desse distúrbio o pH se mantém constante durante o período de coleta, que segundo Bispo et al. (2001), é uma característica típica de corpos d'água brasileiros.

A temperatura é outra variável importante dentro de um sistema aquático, já que assim como influenciam componentes bióticos, ela também pode influenciar outras variáveis, como oxigênio dissolvido na água, condutividade e transporte de nutrientes (ALLAN, 1995; LAKE, 2003). A temperatura de águas com certa correnteza é variável ao longo do ano, embora rios tropicais estejam entre os mais constantes (ALLAN, 1995). Neste trabalho, foi observado um aumento da temperatura no período que se seguiu à seca, quando comparado ao período anterior, e também se comparadas a estudos prévios da região (MENEGASSE; GONÇALVES; FANTINEL, 2002). Estes valores mais altos podem ser reflexos de um aumento na temperatura do ar, assim como pode estar ligada a mudanças climáticas no geral.

O oxigênio dissolvido, no entanto, parece não ter sofrido grandes alterações, provavelmente devido ao fato das plantas estarem sempre (ou quase sempre) presentes, sendo a fotossíntese a principal fonte de O<sub>2</sub> em ambientes aquáticos (ALLAN, 1995). Por ser um ambiente de águas correntes, o oxigênio do ar também é um importante contribuinte para a quantidade desse gás dissolvido na água. Por outro lado, a condutividade sofreu uma diminuição no

período após a interrupção do fluxo d'água. Isto pode estar ligado a uma redução no fluxo da água, que é a responsável por carrear os íons e nutrientes até as zonas onde estes organismos habitam (KESTRUP; RICCIARDI, 2010).

#### **4.2 Estrutura da população**

O local onde estes organismos foram coletados apresenta uma característica importante que molda sua distribuição: a ausência de água em algumas partes do rio, durante alguns meses do ano. Nos meses que antecederam esse evento, o grande número de juvenis se assemelha a outros trabalhos realizados com populações de outros Amphipoda (CASTIGLIONI; BOND-BUCKUP, 2008a; GUERAO, 2003; STRONG, 1972). Em ambientes tropicais, é comum encontrar juvenis como sendo a maioria etária na população. Isto ocorre devido ao fato das condições ambientais em ambientes nesse tipo de clima ser mais constantes, além de oferecer maior disponibilidade de alimento ao longo do ano, que proporciona aos organismos a oportunidade de uma reprodução continuada (STEELE; STEELE, 1991).

A interrupção do fluxo de um rio afeta os organismos de várias formas, alterando variáveis ambientais e modificando a estrutura da comunidade como um todo (BOULTON, 2003; MALTCHIK, 1999). Quando essa interrupção é total, como é o caso deste trabalho, refúgios são essenciais para a manutenção de grande parte das populações (ALLAN, 1995; BOULTON, 2003; HUMPHRIES; BALDWIN, 2003). No entanto, condições nesses refúgios normalmente são mais adversas que o curso normal do corpo d'água, pois com a falta do fluxo, sedimentos finos decantam, e detritos e nutrientes não circulam apropriadamente (LAKE, 2003). Da mesma forma, águas subterrâneas também podem exercer uma grande influencia na recuperação do ambiente (HUMPHRIES; BALDWIN,

2003), assim como a presença de plantas aquáticas no local podem auxiliar na resistência das populações (MALTCHIK, 1999).

Nos meses em que esse evento foi registrado, setembro, outubro e novembro de 2010, as partes do riacho que não secaram completamente foram de grande importância como refúgio para as populações (obs. pes.). Boulton (2003) afirma que a grande maioria de invertebrados aquáticos sobrevive à época de seca em poças permanentes encontradas ao longo do curso dos rios. Embora não foram coletados, organismos de *Hyaella* sp. foram observados em poças remanescentes.

Assim como observado para esta população, alguns autores reportam um declínio no recrutamento de algumas espécies de invertebrados aquáticos após o período em que a seca ocorreu (BOULTON, 2003). Isto pode ser devido ao fato de, como as condições nos refúgios não são ótimas, estes crustáceos passam a alocar energia para sua sobrevivência no período de estresse, o que leva a uma diminuição em sua taxa de reprodução, levando a um menor número de juvenis.

Após a seca, no mês de dezembro de 2010, se seguiu um período de chuva, que aumentou de forma rápida a descarga de água no rio, o que acarretou em uma forte correnteza (obs. pes.). Um aumento no fluxo pode carrear não somente os organismos, mas também carrear plantas aquáticas (ALLAN, 1995). Isto explica o fato de nenhuma planta ser encontrada no local da coleta, que são utilizadas por *Hyaella* não só para comida, mas também como abrigo (HARGRAVE, 1970), podendo inclusive, ter seus ciclos de vida coincidentes ou influentes sobre o ciclo de algumas espécies deste gênero de crustáceo (CASSET; MOMO; GIORGI, 2001). Desta forma, a correnteza carreou não somente os organismos, como também a vegetação à qual eles vivem associados, explicando sua ausência no mês em questão. Uma situação parecida se deu com uma grande cheia em um rio da Argentina, onde plantas e crustáceos foram arrastados devido à forte correnteza (GANTES; TUR, 1995).

A recuperação da comunidade após um evento como esse pode ser lento e demorado, às vezes podendo demorar meses, como foi o caso do Amphipoda *Afrochiltonia australis* (Sayce), cuja ocorrência após o distúrbio foi notoriamente menor em um rio australiano (BOULTON; LAKE, 1992), ou nem sequer voltarem, como foi o caso de *Gammarus pulex* (L.) em um 'chalk stream' na Inglaterra (LADLE; BASS, 1981). A recuperação da população deste estudo, no entanto, mostra resiliência, pois ela continuou aumentando, embora lentamente, nos meses que se seguiram.

O maior número de adultos nos meses que se seguiram à seca, comparado à baixa ocorrência de juvenis, sugere que quando a água no ponto de coleta seca, os organismos morrem ou se deslocam para outros locais onde a água permanece e quando o curso do rio é retomado, eles recolonizam o local originalmente ocupado. Strong (1972) sugere que adultos maiores são mais propensos a sobreviver e se dispersar em locais com pouca disponibilidade de alimento, que seria o caso dos locais remanescentes.

Não apenas o distúrbio é um determinante para a estrutura da população. De fato, a temperatura é um fator de grande importância em vários aspectos da história de vida de vários invertebrados aquáticos (ALLAN, 1995; PANOVA; MCQUEEN, 1998). Os gradientes latitudinais, diretamente relacionados com a temperatura, influenciam na longevidade, tamanho dos organismos e períodos reprodutivos, mostrando que os gamarídeos que habitam as menores latitudes, apresentam um grande potencial reprodutivo, com várias proles e são populações iteróparas (SAINTE-MARIE, 1991), como a encontrada neste trabalho. Isto também se reflete na polimodalidade da distribuição da população, que pode ser devido a uma época mais marcada de reprodução (nos meses de abril, maio e junho) e ao recrutamento contínuo ao longo do ano (CASTIGLIONI; BOND-BUCKUP, 2008a; GUERAO, 2003; WELLBORN, 1995).

### 4.3 Relações métricas

Relações entre o tamanho corporal e aspectos ecológicos são bem estudadas dentro da ecologia, por isso, esse parâmetro deve ser levado em consideração ao estudar aspectos ecológicos de uma população, pois estes influenciam na maturidade sexual, fecundidade e história de vida dos organismos, como ocorre também com *Hyaella* (CASTIGLIONI; BOND-BUCKUP, 2008a; WELLBORN, 2002).

Relações positivas entre as medidas de CC e CT são bem conhecidas na literatura e já foram confirmadas por vários autores em diversas espécies (CASTIGLIONI; BOND-BUCKUP, 2008a; COOPER, 1965; PANOV; MCQUEEN, 1998; STRONG, 1972; WELLBORN; COTHRAN; BARLTHOF, 2005). Desta forma, o comprimento do cefalotórax, por ser uma medida mais fácil de ser obtida será considerado o parâmetro de comparação neste trabalho, assim como foi nos citados acima.

Assim sendo, quando comparados os CC entre os sexos, assim como em outros trabalhos envolvendo crustáceos, os machos alcançaram um maior tamanho médio do que as fêmeas (CASTIGLIONI; BOND-BUCKUP, 2008a; GUERAO, 2003; KESTRUP; RICCIARDI, 2010). Este crescimento diferenciado se dá devido a variações na biologia de cada sexo, especialmente na reprodução. O investimento energético na reprodução de machos em várias espécies está ligado à produção de gametas e cuidado da fêmea no período de pré-cópula (LEMAÎTRE et al., 2009), enquanto fêmeas, além de produzir os ovos, em espécies de *Hyaella*, elas são responsáveis por carrear os ovos e por um curto período de tempo, os juvenis, alocando mais energia para a reprodução do que para o crescimento (CLUTTON-BROCK, 1991). Durante todo o tempo em que estão ovígeras, elas não sofrem mudas, e, portanto não crescem. No mesmo período, no entanto, machos continuam com seu ciclo de mudas, e desta

forma podem crescer mais do que elas. Também, as fêmeas alocam mais tempo e energia para a reprodução do que os machos, uma vez que elas produzem gametas nutritivos e cuidam por um curto espaço de tempo da prole, o que leva a uma diferença no crescimento dos organismos (CASTIGLIONI; BOND-BUCKUP, 2008b).

Machos maiores também apresentam maiores vantagens na reprodução. Em algumas espécies de gamarídeos já foi observado que machos maiores levam vantagem no comportamento de pré-cópula, conseguindo carrear as fêmeas com mais facilidade, assim como são mais resistentes a ataques de intraespecíficos procurando separar casais já estabelecidos (FRANCESCHI et al., 2010).

Quando levamos em consideração a média de CC da população como um todo, existe uma resposta diferente, que reflete os distúrbios causados pela seca. A maior média encontrada entre a população após o distúrbio se dá pelo fato de que poucos juvenis foram encontrados nesse período e os maiores adultos conseguiriam se dispersar e recolonizar os locais que secaram durante o período sem chuvas. Cooper (1965) e Kruschitz (1978) encontraram que em *Hyalella azteca*, apenas organismos adultos sobreviveram aos meses de inverno, já que durante esse período, a reprodução cessa ou diminui drasticamente. A população de *Hyalella* sp. estudada neste trabalho, também se comporta desta maneira, embora neste caso, houve uma pressão do ambiente devido às condições às quais esses indivíduos foram submetidos nos refúgios, levando a uma maior alocação de recursos para a manutenção do metabolismo e crescimento do que investimento em reprodução.

#### 4.4 Razão sexual

Populações animais normalmente possuem uma tendência a apresentar um maior número de fêmeas disponíveis para a reprodução com relação aos machos, já que isto resultaria em uma maior fecundidade, e de fato outros autores encontraram essa relação (CASTIGLIONI; BOND-BUCKUP, 2008a; KEVREKIDIS, 2005). No entanto, Franceschi et al. (2010) ressaltam que, na ausência de uma sincronia de receptividade de fêmeas, existem mais machos disponíveis para o pareamento do que fêmeas receptivas em um dado momento. Outros autores já encontraram esta relação, dentre eles, Wellborn, Cothran e Bartholf (2005) estudaram uma população de *Hyaella azteca* encontrada em uma região cárstica de Oklahoma e Lemaître et al. (2009) com uma população de *Gammarus pulex* na França. Este último afirma que uma razão sexual com mais machos pode ser devido ao fato de que os machos que realmente copulam, os chamados de “alta qualidade” são poucos. Embora também não fosse significativamente diferente, Guerao (2003) também encontrou essa relação em uma população de *Echinogammarus longisetosus* Pinkster, 1973 na Península Ibérica. Nos meses que antecederam a seca, no entanto, as fêmeas foram dominantes na população, embora o motivo ainda não seja claro. Mais estudos são necessários para avaliar se existe algum tipo de estratégia que a população desenvolve para enfrentar o distúrbio.

Poucos trabalhos tratando da dinâmica populacional de *Hyaella* foram realizados no Brasil, desta forma, este trabalho vem ampliar o conhecimento que se tem desse gênero, e por se tratar de uma nova espécie, nada se conhecia sobre sua ecologia.

## 5 CONCLUSÃO

A distribuição de tamanho de classes desta população de *Hyaella* sp. ao longo do ano se mostrou variável, principalmente devido ao período de seca, que foi um fator relevante na dinâmica dessa população. Foi observada uma diferença na distribuição etária assim como no tamanho dos indivíduos antes e depois desse fenômeno. Embora em proporções diferentes, juvenis, machos, fêmeas e fêmeas ovígeras foram encontrados ao longo de todo o ano, mostrando que, como comprovado para ambientes tropicais, as condições ambientais são favoráveis a um constante recrutamento na população, assim como a uma forte resiliência após um distúrbio.

Não foi encontrada a dominância significativa de nenhum dos sexos, embora os machos tenham uma inclinação a serem mais abundantes do que as fêmeas. No entanto, eles foram maiores do que elas.

No entanto, estudos mais aprofundados são necessários para avaliar exatamente como as variáveis ambientais, especialmente a seca, afetam a comunidade aquática, especialmente no nível metabólico.



## REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, A. A.; THOMAZ, S. M.; GOMES, L. C. Conservation of the biodiversity of Brazil's Inland waters. **Conservation Biology**, Boston, v. 19, n. 3, p. 646-652, Mar. 2005.

ALLAN, J. D. **Stream ecology**: structure and function of running waters. Dordrecht: Kluwer Academic, 1995. 388 p.

BISPO, P. C. et al. A Pluviosidade como fator de alteração da entomofauna Bentônica (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) em córregos do Planalto Central do Brasil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 2, p. 1-9, 2001.

BOULTON, A. J. Parallels and contrasts in the effects of drought on stream macroinvertebrate assemblages. **Freshwater Biology**, Oxford, v. 48, p. 1173-1185, Feb. 2003.

BOULTON, A. J.; LAKE, P. S. The ecology of two intermitent streams in Victoria, Australia: II., comparisons of faunal composition between habitats, rivers and years. **Freshwater Biology**, Oxford, v. 27, n. 1, p. 99-121, 1992.

CASSET, M. A.; MOMO, F. R.; GIORGI, A. D. N. Dinámica poblacional de dos especies de anfípodos y su relación con la vegetación acuática en un microambiente de la cuenca del río Luján, Argentina. **Ecologia Austral**, Buenos Aires, v. 11, n. 1, p. 79-85, 2011.

CASTIGLIONI, D. S. **Os ciclos biológicos de duas espécies simpátricas de *Hyaella* Smith, 1874 (Crustacea, Peracarida, Amphipoda, Dogielinotidae)**. 2007. 256 p. Tese (Doutorado Biologia Animal) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

CASTIGLIONI, D. S.; BOND-BUCKUP, G. Ecological traits of two sympatric species of *Hyaella* Smith, 1874 (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae) from southern Brazil. **Acta Oecologica**, Paris, v. 33, n. 1, p. 36-48, 2008a.

\_\_\_\_\_. Pairing and reproductive success in two sympatric species of *Hyaella* (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae) from southern Brazil. **Acta Oecologica**, Paris, v. 33, n. 1, p. 49-55, 2008b.

- CASTIGLIONI, D. S.; BOND-BUCKUP, G. Reproductive strategies of two sympatric species of *Hyaella* Smith, 1874 (Amphipoda, Dogielinotidae) in laboratory conditions. **Journal of Natural History**, London, v. 41, n. 25/28, p. 1571-1584, 2007.
- CASTIGLIONI, D. S. et al. Intermolt duration and postembryonic growth of two sympatric species of *Hyaella* (Amphipoda, Dogielinotidae) in laboratory conditions. **Nauplius**, Rio Grande, v. 15, n. 2, p. 57-64, 2007.
- CLUTTON-BROCK, T. H. **The evolution of parental care**. Princeton: Princeton University, 1991. 352 p.
- COOPER, W. E. Dynamics and production of a natural population of a freshwater Amphipod, *Hyaella azteca*. **Ecological Monographs**, Lawrence, v. 35, n. 4, p. 377-394, 1965.
- FRANCESCHI, N. et al. Size-assortative pairing in *Gammaruspulex* (Crustacea: Amphipoda): a test of the prudent choice hypothesis. **Animal Behaviour**, London, v. 79, p. 911-916, Feb. 2010.
- GANTES, H.; TUR, N. M. Variación temporal de la vegetación en un arroyo de llanura. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 55, n. 2, p. 259-266, 1995.
- GUERAO, G. Some observations on the life history of the freshwater amphipod *Echinogammaruslongisetosus* Pinkster, 1973 (Gammaridae) from Catalonia (Spain, N Iberian peninsula). **Animal Biodiversity and Conservation**, Barcelona, v. 26, n. 1, p. 31-39, 2003.
- HARGRAVE, B. T. The utilization of benthic microflora by *Hyaella azteca* (Amphipoda). **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v. 39, n. 2, p. 427-437, 1970.
- HUMPHRIES, P.; BALDWIN, D. S. Drought and aquatic ecosystems: an introduction. **Freshwater Biology**, Oxford, v. 48, p. 1141-1146, Feb. 2003.
- KESTRUP, Å.; RICCIARDI, A. Influence of conductivity on life history traits of exotic and native amphipods in the St. Lawrence River. **Fundamental and Applied Limnology**, Stuttgart, v. 176, n. 3, p. 249-262, Mar. 2010.

KEVREKIDIS, T. Life history, aspects of reproductive biology and production of *Corophium orientale* (Crustacea: Amphipoda) in Monolimni lagoon (Evros Delta, North Aegean Sea). **Hydrobiologia**, The Hague, v. 537, n. 1, p. 53-70, 2005.

KRUSCHWITZ, L. G. Environmental factors controlling reproduction of the Amphipod *Hyaella azteca*. **Proceedings of the Oklahoma Academy of Science**, Edmond, v. 58, p. 16-21, 1978.

LADLE, M.; BASS, J. A. The ecology of a small chalk stream and its responses to drying during drought conditions. **Fundamental and Applied Limnology**, Stuttgart, v. 90, p. 448-466, Mar. 1981.

LAKE, P. S. Ecological effects of perturbation by drought in flowing waters. **Freshwater Biology**, Oxford, v. 48, p. 1161-1172, Feb. 2003.

LEMAÎTRE, J. F. et al. Sperm depletion, male mating behaviour and reproductive “time-out” in *Gammarus pulex* (Crustacea, Amphipoda). **Animal Behaviour**, London, v. 77, n. 1, p. 49-54, Mar. 2009.

MALTCHIK, L. Ecologia de rios intermitentes tropicais. In: POMPÊO, M. L. M. (Ed.). **Perspectivas na limnologia do Brasil**. São Luis: União, 1999. p. 1-11.

MENEGASSE, L. N.; GONÇALVES, J. M.; FANTINEL, L. M. Disponibilidades hídricas na província cárstica de Arcos-Pains-Doresópolis, Alto São Francisco, Minas Gerais, Brasil. **Águas Subterrâneas**, Rio Claro, v. 16, n. 1, p. 1-19, 2002.

NELSON, M. K.; BRUNSON, E. L. Postembryonic growth and development of *Hyaella azteca* in laboratory cultures and contaminated sediments. **Chemosphere**, Oxford, v. 31, n. 4, p. 3129-3140, Aug. 1995.

PANOV, V. E.; MCQUEEN, D. J. Effects of temperature on individual growth rate and body size of a freshwater amphipod. **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, v. 76, p. 1107-1116, Jan. 1998.

PIZARRO, A. P.; FRIGO, F. J. G.; CAMPELLO, M. S. Updating the caves distribution of Arcos-Pains-Doresópolis Speleologic-Carbonatic Province. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 27., 2001, Brasília. **Anais...** Brasília: UnB, 2001. p. 4.

RODRIGUES, S. G. *Hyaella* Smith, 1874 (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae) em áreas úmidas do Rio Grande do Sul, Brasil. 2011. 139 p. Dissertação (Mestrado Ecologia Aplicada) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

SAINTE-MARIE, B. A review of the reproductive bionomics of aquatic gammaridean amphipods: variation of life history traits with latitude, depth, salinity and superfamily. **Hydrobiologia**, The Hague, v. 223, n. 1, p. 189-227, 1991.

STEELE, D. H.; STEELE, V. J. Morphological and environmental restraints on egg production in amphipods. **Crustacean Issues, Crustacean Egg Production**, Amsterdam, v. 1, n. 1, p. 157-170, July 1991.

STRONG, D. R. Life history variation among populations of an Amphipod (*Hyaella azteca*). **Ecology**, Oxford, v. 53, n. 6, p. 1103-1111, Nov. 1972.

TEIXEIRA, P. S. D.; DIAS, M. S. Levantamento espeleológico da região cárstica de arcos, pains, doresópolis, córrego fundo e iguatama, frente às atividades degradadoras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 27., 2003, Januária. **Anais...** Januária: SBE, 2003. p. 7.

TRAVASSOS, L. E. P.; VARELA, I. D. Aspectos legais do uso da água em regiões cársticas. **OLAM - Ciência e Tecnologia**, Rio Claro, v. 8, n. 3, p. 386-400, jul./dez. 2008.

VÄINÖLÄ, R. et al. Global diversity of amphipods (Amphipoda; Crustacea) in freshwater. **Hydrobiologia**, The Hague, v. 595, n. 1, p. 241-255, 2008.

WANG, F.; GOULET, R. R.; CHAPMAN, P. M. Testing sediment biological effects with the freshwater amphipod *Hyaella azteca*: the gap between laboratory and nature. **Chemosphere**, Oxford, v. 57, p. 1713-1724, July 2004.

WELLBORN, G. A. Determinants of reproductive success in freshwater amphipod species that experience different mortality regimes. **Animal Behaviour**, London, v. 50, n. 2, p. 353-363, Feb. 1995.

\_\_\_\_\_. Tradeoff between competitive ability and antipredator adaptation in a freshwater amphipod species. **Ecology**, Oxford, v. 83, n. 1, p. 129-136, Feb. 2002.

WELLBORN, G. A.; COTHRAN, R. D.; BARTHOLF, S. E. Life history and allozyme diversification in regional ecomorphs of the *Hyalella azteca* (Crustacea: Amphipoda) species complex. **Biological Journal of the Linnean Society**, London, v. 84, n. 1, p. 161-175, 2005.

### **CAPÍTULO 3**

**Fecundidade e aspectos reprodutivos de *Hyaella* sp.  
(Amphipoda: Dogielinotidae) em ambiente natural em Arcos, Minas  
Gerais**

## RESUMO

Aspectos reprodutivos em populações são importantes determinantes da capacidade desta em se manter ao longo do tempo. No caso de *Hyaella*, esse período é facilmente determinado, pois antes da cópula eles apresentam o comportamento de amplexo e após a fecundação, as fêmeas carregam os ovos em seu marsúpio. O objetivo do autor com este trabalho foi estudar aspectos da ecologia reprodutiva em campo de uma população de *Hyaella* sp. encontrada em um ambiente cárstico do Oeste de Minas Gerais. Redes de mão foram utilizadas para amostrar os indivíduos por um período de 13 meses. Uma vez coletados foram levados ao laboratório para serem sexados e medidos, e fêmeas foram avaliadas quanto ao seu estado ovígero. Casais em pré-cópula e fêmeas ovígeras foram encontrados ao longo de todo o ano, com exceção dos meses de seca, uma vez que a água superficial do córrego amostrado secou em alguns pontos do rio, restando apenas alguns refúgios para as populações aquáticas. Embora casais fossem encontrados em todos os meses de coleta, proporcionalmente um número maior dos machos e fêmeas da população foi amostrado sozinho. A maior proporção de indivíduos em pré-cópula foi encontrada antes da seca. As fêmeas ovígeras superaram proporcionalmente as fêmeas não-ovígeras em todos os meses, e a relação de seu CC com o número de ovos que elas levam no marsúpio foi positiva. Grande parte destes ovos foi encontrada em seu primeiro estágio de desenvolvimento, embora todos os demais estágios fossem encontrados antes da seca. Foi comprovado então que *Hyaella* sp. se reproduz ao longo de todo o ano, não apresentando um período de reprodução marcante.

Palavras-chave: *Hyaella*, pré-cópula, fecundidade

## 1 INTRODUÇÃO

Aspectos reprodutivos são de extrema importância para populações biológicas. Por se tratar de um grupo bastante grande e diverso, os crustáceos apresentam as mais diversas estratégias reprodutivas e de cuidado parental (BRUSCA; BRUSCA, 2007). Dentre os anfípodos gamarídeos, duas estratégias se destacam: a busca ativa do macho por uma parceira e o comportamento de pré-cópula, onde ele cuida de sua parceira até o momento da fecundação dos ovos. Após esse período, eles se separam (STRONG, 1973). *Hyalella* faz parte desse último grupo (CONLAN, 1991).

O pareamento dentre as espécies de *Hyalella* Smith 1874 muito provavelmente não é determinado por nenhum sinal químico (THIEL, 2011), sendo mais provável o macho encontrar a fêmea por acaso, e devido ao contato físico, eles iniciam o amplexo (STRONG, 1973), que só é mantido caso a fêmea esteja próxima de sua muda (COTHRAN, 2008).

Dentro dos organismos deste gênero, encontrados apenas no continente americano, a época reprodutiva é fácil de ser identificada. No característico comportamento de pré-cópula, os machos agarram as fêmeas com seus gnatópodos dias antes das mudas destas, e permanecem nadando juntos até que ocorra a cópula (STRONG, 1973). Este comportamento se deve ao fato de as fêmeas só copularem quando estão ‘moles’, isto é, logo após sua muda, quando o novo exoesqueleto ainda não está endurecido (CONLAN, 1991; STRONG, 1973).

Como todos os Peracarida, as fêmeas carregam seus ovos em uma parte especializada de seu corpo, conhecida como marsúpio (POORE, 2002). Neste grupo de crustáceos, o desenvolvimento é direto e abreviado, ou seja, ao saírem dos ovos os jovens são semelhantes ao adulto (THIEL, 2000). Após a eclosão, os juvenis ainda se mantêm um período de tempo no marsúpio antes de se



tornarem independentes de suas mães (GEISLER, 1944), sendo que este constitui o único tipo de cuidado parental que os Peracarida proporcionam para sua prole (THIEL, 2000). Os ovos e juvenis são facilmente visualizáveis, pois a cutícula dos indivíduos é translúcida. Desta forma, fêmeas ovígeras são facilmente identificáveis (KRUSCHWITZ, 1978), assim como os estágios larvais (DICK; FALOON; ELWOOD, 1998).

Condições ambientais como a disponibilidade de alimentos são de extrema importância para o sucesso reprodutivo de uma população. Em condições adversas, alguns grupos de crustáceos apresentaram um aumento no tamanho dos ovos e juvenis, acompanhado de uma diminuição no número dos ovos (CLUTTON-BROCK, 1991). O tamanho das fêmeas também é um fator importante na fecundidade, pois diversos autores encontraram relações positivas entre o comprimento de cefalotórax (CC) de fêmeas e o número de ovos que estas levavam no marsúpio (STEELE; STEELE, 1991).

Assim, o objetivo do autor com este trabalho foi elucidar aspectos da reprodução de *Hyaella* sp. em ambiente natural, como a fecundidade dessa espécie, padrões de pareamento e os períodos de reprodução ao longo do ano.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

A área de estudo e a coleta dos organismos utilizada neste trabalho foi a mesma descrita no Capítulo 1. No entanto, para a elaboração deste trabalho, apenas as fêmeas ovígeras e os casais em pré-cópula foram utilizados, sendo os demais machos, fêmeas e juvenis devolvidos ao córrego. Assim como as fêmeas ovígeras, os casais encontrados em pré-cópula em campo foram individualizados em microtubulos para o caso de haver separação, os respectivos pares não se perderem.

Para a categorização dos ovos, foram utilizados os cinco estágios descritos por Dick, Faloon e Elwood (1998) para Amphipoda:

- Estágio 1: ovos escuros e homogêneos
- Estágio 2: embriões recém-formados são visíveis, mas sem olhos
- Estágio 3: embriões mais desenvolvidos e com olhos visíveis
- Estágio 4: embriões que enchem o ovo e tem uma tonalidade laranja
- Estágio 5: juvenis totalmente desenvolvidos e eclodidos, mas que ainda não abandonaram o marsúpio.

## **2.1 Análises dos dados**

Para determinar a frequência de pareamento, uma razão entre machos pareados e não pareados (MP/M) e de fêmeas pareadas e não pareadas (FP/F) foi realizado. Para determinar se havia alguma preferência de tamanho entre os pares, uma correlação de Pearson comparando o CC de cada indivíduo com seu respectivo par foi realizada utilizando o programa Bioestat 5.0.

Para a caracterização dos aspectos reprodutivos, o número de ovos presentes no marsúpio de 20 fêmeas de cada coleta foi contabilizado (ou menos, quando o número de fêmeas ovíferas coletadas foi menor que 20), tomando-se em conta o número mínimo e máximo, assim como a média  $\pm$  desvio padrão, de ovos por fêmea, assim como o CC de cada uma das fêmeas ovíferas. Estes dados foram considerados para cada um dos meses de coleta e as médias comparadas entre si por meio de uma ANOVA. Caso a normalidade não fosse comprovada, um teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis foi utilizado.

Gráficos da distribuição ao longo dos meses foram elaborados para determinar o número de fêmeas com cada um dos estágios embrionários em seus marsúpios e também de cada um dos estágios embrionários para o período de estudo.

A razão FO/F (Fêmea ovígera/fêmea não-ovígera) foi analisada para se determinar a quantidade de fêmeas que estavam diretamente envolvidas na reprodução em cada dado momento, quando comparado com as que estavam com os marsúpios vazios.

Foi realizada também uma regressão linear simples para determinar se havia relação entre o CC das fêmeas e o número de ovos que estas carregavam no marsúpio. As análises estatísticas foram realizadas nos programas Bioestat (versão 5.0) e SigmaStat (versão 3.1). Todas as análises foram realizadas com um nível de significância de 5%.

### **3 RESULTADOS**

#### **3.1 Pareamento**

Nesta população de *Hyalella* sp., casais em pré-cópula foram encontrados em todos os meses de coleta, com exceção do primeiro mês. Nos meses que antecederam o período de seca, o número de casais foi alto, reduzindo-se gradualmente até que o riacho secasse completamente. Após a volta do curso da água superficial, a sua abundância voltou a aumentar mensalmente (Gráfico 1).

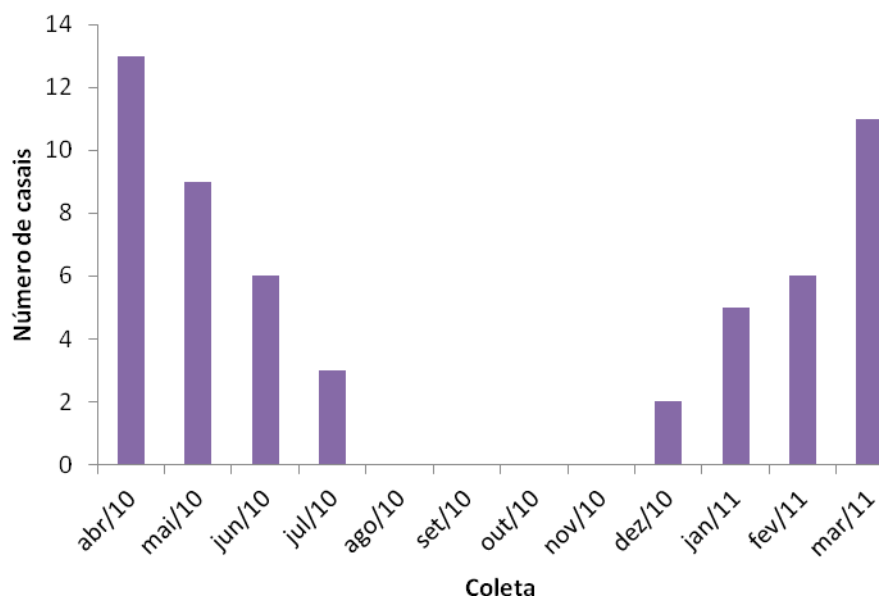


Gráfico 1 Número absoluto de casais de *Hyalella* sp. em pré-cópula no riacho em Arcos, MG, nos meses de coleta (Abr/10 a Abr/11).

No entanto, quando comparados os CC de machos e fêmeas pareados não apresentaram uma relação significativa entre si ( $p = 0.996$ ), o que indica que provavelmente o pareamento em *Hyalella* sp. não está relacionada com o tamanho dos indivíduos, embora mais estudos sejam necessários (Gráfico 2).

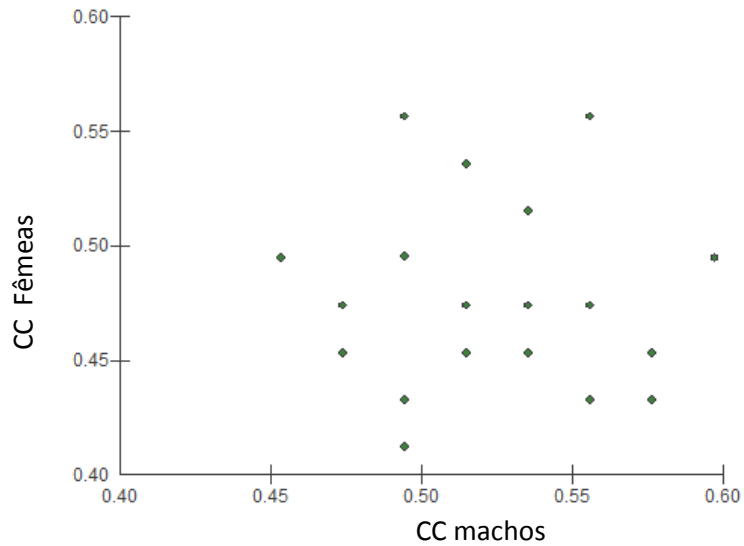


Gráfico 2 Correlação Linear de Pearson entre o comprimento de cefalotórax de macho e fêmeas de *Hyalella* sp. pareados.

A razão MP/M foi pequena em todos os casos, sendo sempre menor que 1 (Tabela 1), o que indica que em nenhum dos meses, o número de machos em pré-cópula superou o número de machos não pareados (Gráfico 3). O mês com a maior proporção foi o que antecedeu a seca (agosto de 2010), seguido por fevereiro de 2011, após a retomada das chuvas na região.

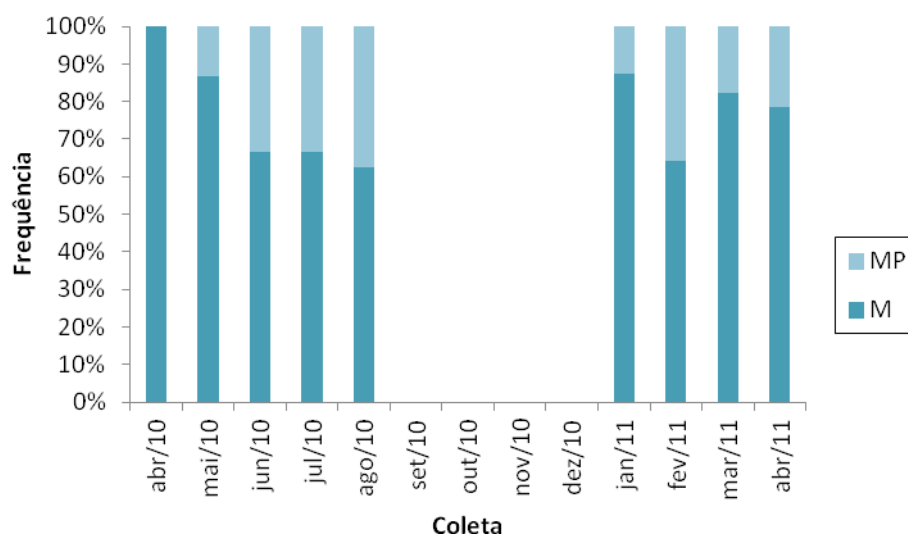


Gráfico 3 Proporção entre machos pareados e não pareados da população de *Hyalella* sp. no riacho em Arcos, MG, nos meses de coleta. MP = Machos pareados, M = Machos não pareados

No caso das fêmeas, a razão FP/F também foi pequena (Tabela 1), somente o mês de fevereiro de 2011 apresentando um número maior de fêmeas pareadas quando comparadas às fêmeas sem par (Gráfico 4).

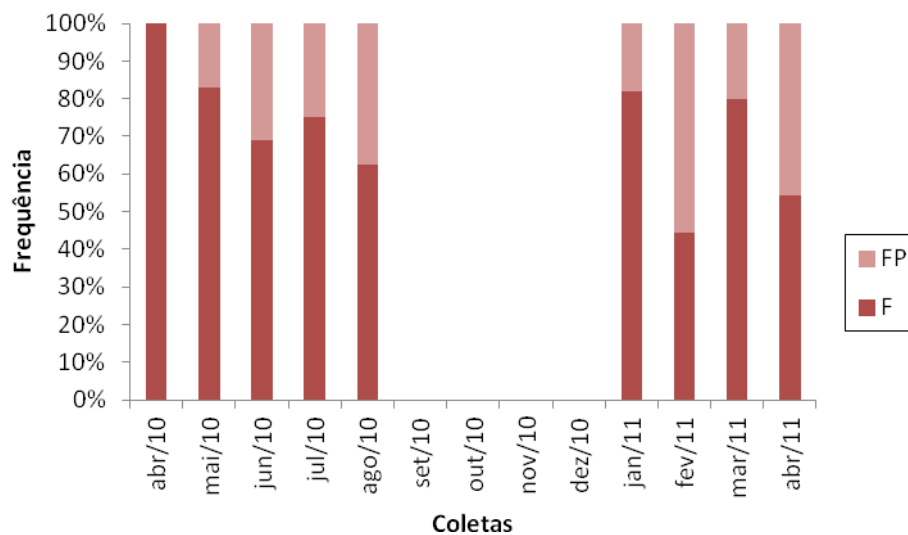


Gráfico 4 Proporção entre fêmeas pareadas e não pareadas da população de *Hyalella* sp. no riacho em Arcos, MG, nos meses de coleta. FP = Fêmeas pareadas, F = Fêmeas não pareadas

Levando em consideração o número total de adultos para cada mês, observa-se que os meses com maior proporção de adultos em comportamento de pré-cópula foram os meses de agosto de 2010, fevereiro e abril de 2011 (Tabela 1).

Tabela 1 Valores da proporção de machos pareados por machos não pareados (MP/M), fêmea pareada por fêmea não pareada (FP/F), e da proporção de casais em pré-cópula dentre os adultos da população de *Hyalella* sp. em Arcos, Minas Gerais ao longo de um ano (Abr/10 a Abr/11).

<b>Coleta</b>	<b>MP/M</b>	<b>FP/F</b>	<b>% PC</b>
abr-10	-	-	-
mai-10	0,1512	0,2031	12,15
jun-10	0,5000	0,4500	17,65
jul-10	0,5000	0,3333	13,33
ago-10	0,6000	0,6000	23,08
set-10	-	-	-
out-10	-	-	-
nov-10	-	-	-
dez-10	-	-	-
jan-11	0,1429	0,2222	6,90
fev-11	0,5556	1,2500	21,74
mar-11	0,2143	0,2500	20,00
abr-11	0,2750	0,8462	26,19

### 3.2 Fecundidade

Fêmeas ovígeras foram encontradas em todos os meses de coleta, com exceção do mês de março de 2011 e dos meses de seca, já que durante estes o fluxo do rio foi interrompido e a água superficial do ponto de coleta secou, não havendo habitat para os organismos. Foi encontrado um total de 207 fêmeas ovígeras, com ovos em diferentes estágios de desenvolvimento e juvenis.

Fêmeas ovígeras foram encontradas em maior proporção quando comparadas a fêmeas não-ovígeras nos meses que sucederam o período de seca do riacho, com exceção do mês de março (Tabela 2). O único período cuja razão obteve um valor inferior a 1 foi maio de 2010, indicando que em grande parte do



tempo de coleta, a maioria das fêmeas desta população de *Hyalella* sp. se encontram com ovos em seu marsúpio.

Tabela 2 Proporção de fêmeas ovígeras por fêmeas não-ovígeras (FO/F) de uma população de *Hyalella* sp. de Arcos, Minas Gerais ao longo de um ano (Abr/10 a Abr/11).

<b>Coleta</b>	<b>FO/F</b>
abr-10	1,3774
mai-10	0,4688
jun-10	1,1000
jul-10	1,1667
ago-10	1,0000
set-10	-
out-10	-
nov-10	-
dez-10	-
jan-11	2,0000
fev-11	3,5000
mar-11	0,0000
abr-11	1,3846

Quanto à fecundidade, uma média total de  $12,6 \pm 7,2$  ovos por fêmea foi encontrado, sendo que os meses que seguiram à seca apresentaram maiores médias de ovos por fêmea (Gráfico 4), havendo diferença significativa entre o número de ovos por fêmea ovígera ao longo dos meses de coleta ( $p < 0,001$ ). O mês de agosto apresentou um grande desvio padrão devido ao baixo número de indivíduos amostrados nesse mês ( $n=3$ ). Em nenhum dos meses os dados foram normais ( $p < 0,05$ ) (Tabela 3).

Tabela 3 Valores médios com desvio padrão, mínimo e máximo para o número de ovos por fêmea encontrado na população de *Hyaella* sp. em Arcos, Minas Gerais (Abr/10 a Abr/11).

<b>Coletas</b>	<b>Média ovos/fêmea</b>	<b>DP</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>
abr/10	11,25	3,866	2	18
mai/10	9,00	2,778	5	14
jun/10	8,81	4,929	2	20
jul/10	6,35	2,737	2	11
ago/10	4,33	2,082	2	6
set/10*	-	-	-	-
out/10*	-	-	-	-
nov/10*	-	-	-	-
dez/10*	-	-	-	-
jan/11	22,5	7,965	10	38
fev/11	17,07	6,684	7	31
mar/11**	0,00	0,000	0	0
abr/11	16,06	5,755	5	27

DP = desvio padrão, Min. = número mínimo de ovos encontrado no mês, Max = número máximo de ovos encontrado no mês.

\* Devido à seca, nesses meses toda a população desapareceu do ponto de coleta

\*\* Embora a população estivesse presente, nenhuma fêmea ovígera foi encontrada

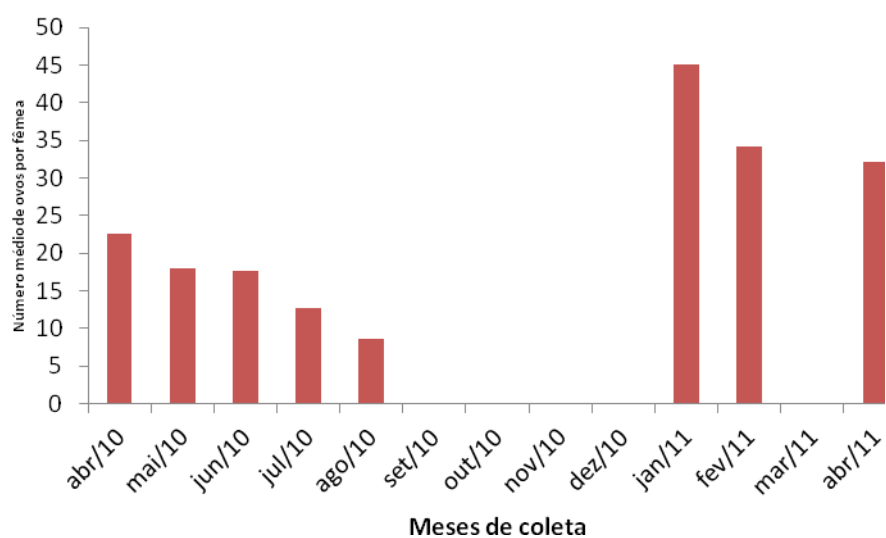


Gráfico 4 Número médio de ovos encontrados nos marsúpios de fêmeas de *Hyalella* sp. em Arcos, Minas Gerais ao longo do ano (Abr/10 a Abr/11).

Foi encontrado um grande número de fêmeas com ovos em estágio inicial de desenvolvimento (Gráfico 5), mas vale ressaltar que alguns destes ovos podem não ser viáveis e podem ser descartados pela fêmea (COTHRAN et al., 2010).

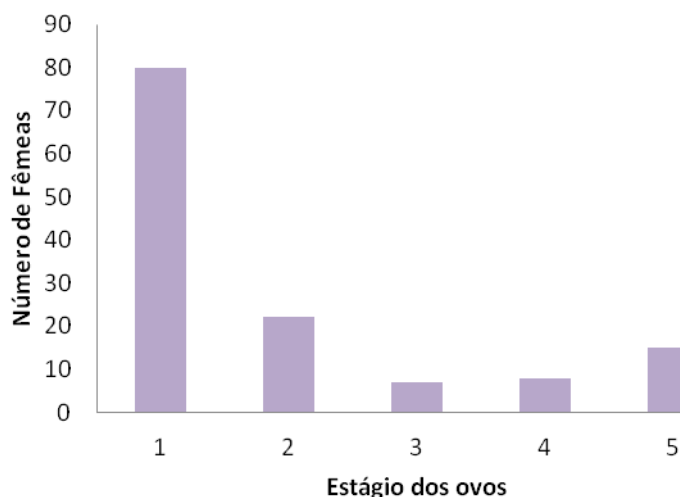


Gráfico 5 Números de fêmeas com relação ao estágio de ovos que carregam no marsúpio para uma população de *Hyalella* sp. em Arcos, Minas Gerais ao longo do ano. Estágio 1: ovos escuros e homogêneos, estágio 2: embriões recém-formados visíveis, estágio 3: embriões com olhos visíveis, estágio 4: embriões com tonalidade laranja, estágio 5: juvenis.

Ao longo dos meses, ovos em diferentes estágios foram encontrados nas fêmeas da população (Gráfico 6), indicando que a reprodução nesta espécie não é sincronizada, e que os organismos se reproduzem ao longo de todo o ano. O estágio mais representativo em grande parte dos meses foi o primeiro estágio, de ovos escuros, sendo o único tipo nos meses de janeiro e fevereiro de 2011. Apenas no mês de julho este estágio foi ultrapassado por uma maior porcentagem de ovos claros.

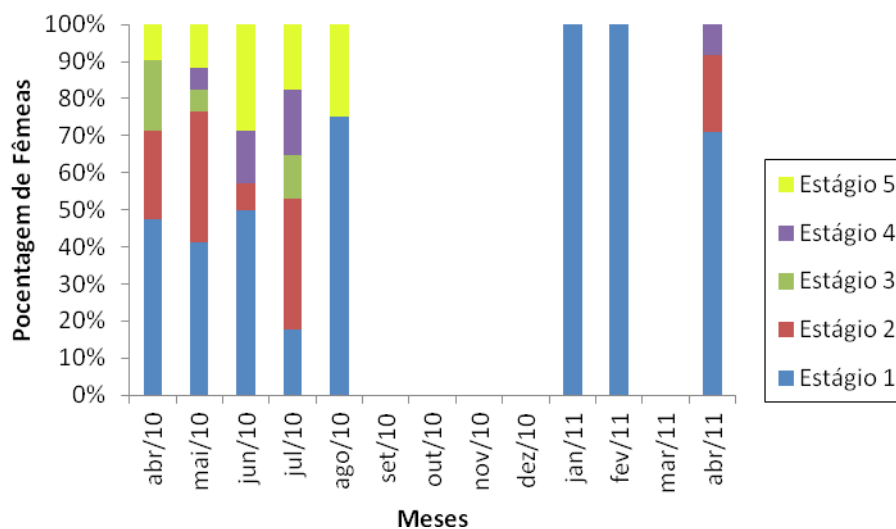


Gráfico 6 Porcentagem de fêmeas carregando cada estágio dos ovos em seu marsúpio marsúpio para uma população de *Hyalella* sp. em Arcos, Minas Gerais ao longo do ano (Abr/10 a Abr/11).

Foi comprovado também que o tamanho de CC das fêmeas está diretamente relacionado com o número de ovos que estas carregavam ( $R^2=0,2871$ ;  $p<0,001$ ). Os dados não foram normais ( $p<0,05$ ), e por tanto, para a realização da regressão linear simples os dados foram transformados em Ln. Isto indica que, quanto maior o CC de uma fêmea, maior o número de ovos que está conseguirá encubar em seu marsúpio (Gráfico 7).

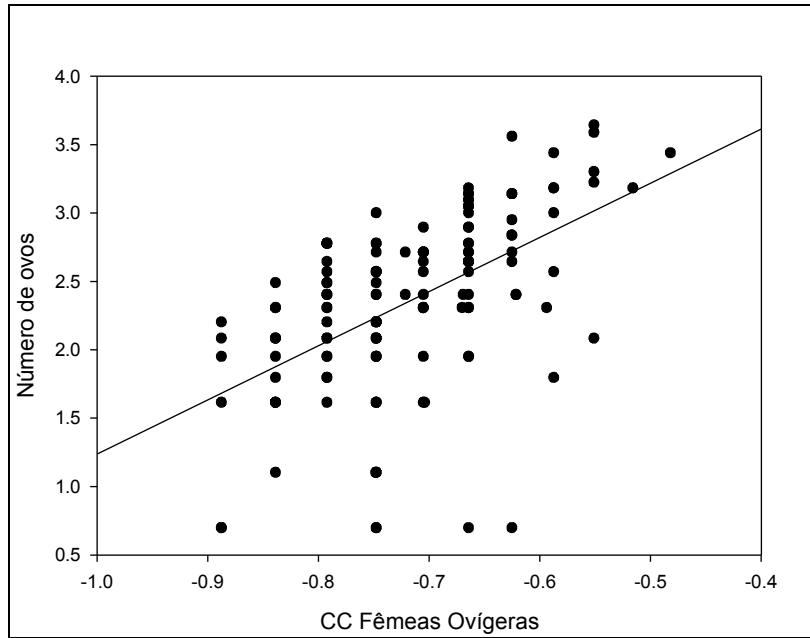


Gráfico 7 Regressão linear entre o Ln do comprimento de cefalotórax das fêmeas e o Ln do número de ovos que estas carregam em seus marsúpios marsúpio para uma população de *Hyalella* sp. em Arcos, Minas Gerais ao longo do ano (Abr/10 a Abr/11).

## 4 DISCUSSÃO

### 4.1 Pareamento

Reprodução em Amphipoda é comumente visualizada ao longo de todo o ano (CASTIGLIONI; BOND-BUCKUP, 2008b; GUERAO, 2003; STRONG, 1972), especialmente aqueles que habitam águas continentais de menores latitudes, já que o ambiente mais constante e a contínua disponibilidade de alimento propiciam o ambiente favorável (STEELE; STEELE, 1991; STRONG, 1972).

Nesta população de *Hyalella* sp., mesmo sendo encontrados em pares em todos os meses, as proporções de casais quando comparados a adultos não pareados ainda é baixo, assim como encontrados em outras populações de *Hyalella* (CASTIGLIONI; BOND-BUCKUP, 2008b; WELLBORN, 1995). Wellborn (1995) encontrou que menos de 10% dos adultos se encontravam em comportamento de reprodução para duas populações de *Hyalella* não identificadas. Na primeira, foi encontrado apenas 7,4% dos machos e 3,6% das fêmeas em amplexo. Já a segunda, apresentou um total de 8,6% dos machos e 5,7% das fêmeas pareados.

A baixa ocorrência amostrada de pares para *Hyalella* sp. pode estar ligada ao fato de que o tempo em que os organismos passam em pré-cópula pode ser pequeno, pois este comportamento pode deixá-los mais vulneráveis à predação (STRONG, 1973; WELLBORN, 1995), além do fato da coleta causar um distúrbio que pode levar à separação dos indivíduos. Quando em pares, indivíduos que habitam locais onde os predadores normalmente predam organismos maiores tem um maior índice de mortalidade, uma vez que não só ficam mais visíveis, mas também mais lentos para fugir (COTHRAN, 2004).

Um fator importante a ser considerado é o período de seca ao qual esta população está exposta. Nos meses em que a água deixou de fluir no canal do rio e os organismos se mantiveram em poças como refúgios, as condições para a reprodução podem não ter sido ideais (LAKE, 2003). Wellborn (1995) mostrou a importância dos fatores ambientais para o pareamento, pois embora não ocorreu a seca, o fato de a temperatura ter caído, fez com que uma população de *Hyaella azteca* cessasse sua reprodução durante uma das amostras. No caso do presente trabalho, fêmeas ovígeras foram observadas em poças permanentes, embora não fossem coletadas, e uma vez restabelecida a população, os organismos voltam a se reproduzir normalmente no ponto de coleta.

Outro fator que é levado em consideração é a comparação do tamanho corporal relativo entre machos e fêmeas, isto é, se machos maiores são mais frequentemente pareados com fêmeas maiores, e se o mesmo acontece com indivíduos menores. Embora exista um consenso quanto a uma correlação entre o tamanho de machos e fêmeas pareados em anfípodos (DICK; ELWOOD, 1993; WELLBORN, 1995) (2 das 3 populações estudadas) (CASTIGLIONI; BOND-BUCKUP, 2008b; FRANCESCHI et al., 2010; HUME et al., 2002), em alguns casos ocorre o contrário (WELLBORN, 1995) (em uma das 3 populações estudadas) (WELLBORN; BARTHOLF, 2005). A falta de relação pode ser devido a que não houve uma grande variação entre o tamanho dos machos pareados, ou até mesmo pelo fato de fêmeas de todos os tamanhos serem encontradas em pares (WELLBORN, 1995), uma vez que ao que tudo indica, elas controlam quando o amplexo se inicia e quanto tempo esse comportamento dura (WELLBORN; BARTHOLF, 2005). Devido ao fato de que a reprodução ocorre em apenas um pequeno período do ciclo de muda das fêmeas, e que em muitos casos a pré-cópula pode ter um alto custo energético, as fêmeas somente são receptivas aos machos poucos dias antes de sua muda (COTHRAN, 2004).



## 4.2 Fecundidade

Uma fecundidade continuada é também um resultado da reprodução ao longo de todo o ano, ou grande parte dele, e vários autores também encontraram fêmeas ovígeras ao longo de todo o período de coleta: *Hyaella azteca* (STRONG, 1972), *Echinogammarus longisetosus* (GUERAO, 2003), *Corophium orientale* (KEVREKIDIS, 2005), *H. castroi* e *H. pleoacuta* (CASTIGLIONI; BOND-BUCKUP, 2008a) e *H. curvispina* (CASSET; MOMO; GIORGI, 2001). Embora amostradas em quase todos os meses, a proporção das fêmeas com ovos em seus marsúpios pode variar de forma significativa, apresentando picos de abundância quando as condições são mais favoráveis (COOPER, 1965). Kruschwitz (1978), estudando uma população de *Hyaella azteca* encontrou que, embora essa espécie não se reproduza ao longo de todo o ano, ela possui um amplo período de reprodução com várias pequenas proles. Embora não coletadas, fêmeas ovígeras foram visualizadas durante os meses de seca em poças permanentes ao longo do curso do rio.

Assim, elas não só foram encontradas ao longo de todo o ano, como também foram maioria quando comparadas com as que não estavam com ovos, como já comprovado por diversos outros autores para populações de Amphipoda (KESTRUP; RICCIARDI, 2010; KEVREKIDIS, 2005; MARANHÃO et al., 2001). Para *Echinogammarus marinus* a porcentagem de fêmeas ovígeras foi maior do que as não-ovígeras durante todo o ano, apresentando, no entanto, uma pequena queda no começo do inverno, podendo ser comparado aqui com o período de seca ao qual esta população de *Hyaella* sp. atravessou (MARANHÃO et al., 2001).

O número de ovos que cada fêmea carregava, no entanto, foi significativamente variável. Já foi observado que em *Hyaella*, quando comparado a outro gamarídeos, possui um baixo número de ovos em seu

marsúpio, mas os juvenis ao eclodirem apresentam um maior tamanho. Foi o comprovado em *H. azteca* (STRONG, 1972; WELLBORN; COTHRAN; BARTHOLF, 2005), e ovos de espécies de água doce apresentam uma tendência a serem maiores (STEELE; STEELE, 1991). Neste trabalho, a seca foi um importante fator na produção de ovos, uma vez que nos meses que antecederam o distúrbio, a média de ovos foi menor, como esperado, mas após esse período, as fêmeas produziram um maior número de ovos, talvez para a recuperação da abundância da população após a recolonização de seu hábitat.

O estágio de desenvolvimento dos ovos de cada fêmea também foi registrado, e assim como relatado por Strong (1973) para *Hyaella*, a reprodução não é sincronizada, isto é, a grande maioria dos estágios é encontrada ao longo do ano, embora uma fêmea possua em seu marsúpio apenas um estágio entre todos os seus ovos. Isto ocorre não só com este gênero, mas com outros crustáceos anfípodos (MARANHÃO et al., 2001).

O grande número de fêmeas com ovos em primeiro estágio na população de *Hyaella* sp. analisada no presente trabalho, pode estar relacionado com o fato de que elas podem descartar esses ovos, já que alguns podem ser inviáveis e/ou ainda não fecundados (COTHRAN et al., 2010), embora fêmeas com ovos nos primeiros estágios foram também a maioria em uma população do Amphipoda *Crangonyx pseudogracilis*, onde 65% delas apresentaram ovos nos três primeiros estágios. Há uma tendência a um decréscimo do número de ovos por fêmea do estágio 1 ao 5 (DICK; FALOON; ELWOOD, 1998), devido à mortalidade larval, que vai diminuindo ao longo do desenvolvimento dos ovos.

Assim também, o tamanho corporal de fêmeas é um grande indicativo de fecundidade em várias espécies de crustáceos, uma vez que vários autores já comprovaram uma relação positiva existente entre o CC e o número de ovos que elas carregam em seus marsúpios (CASTIGLIONI; BOND-BUCKUP, 2007; COOPER, 1965; GUERAO, 2003; MARANHÃO et al., 2001; STEELE;

STEELE, 1991; STRONG, 1972; WELLBORN, 1995; WELLBORN; BARTHOLF, 2005), o que indica que fêmeas maiores possuem uma maior tendência a carregar mais ovos.

## 5 CONCLUSÃO

A reprodução de *Hyaella* sp. foi contínua durante o período de estudo, uma vez que casais em pré-cópula e fêmeas ovígeras foram encontradas em todos os meses. Muitos autores afirmam que esta característica é mais comumente encontrada em populações de zonas tropicais, onde a disponibilidade de alimento e as variáveis ambientais são mais constantes, favorecendo um prolongado período de reprodução.

Outro aspecto que corrobora a hipótese do recrutamento contínuo é o fato de que em um determinado momento, todos os estágios dos ovos são encontrados na população, não havendo uma sincronia no nascimento de juvenis. Dessa forma, sempre há novos indivíduos na população.

A relação positiva encontrada entre o CC das fêmeas ovígeras e o número de ovos que estas carregam em seus marsúpios é também muito estudada, e indicam que fêmeas maiores contribuem com uma maior prole para a população.

Entender os aspectos reprodutivos de uma população é importante, uma vez que estes nos permitem inferir sobre sua capacidade de se manter ao longo do tempo em um determinado ambiente, auxiliando desta forma na criação de políticas de conservação.

## REFERÊNCIAS

BRUSCA, R. C.; BRUSCA, G. J. **Invertebrados**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. 968 p.

CASSET, M. A.; MOMO, F. R.; GIORGI, A. D. N. Dinámica poblacional de dos especies de anfípodos y su relación con la vegetación acuática en un microambiente de la cuenca del río Luján, Argentina. **Ecologia Austral**, Buenos Aires, v. 11, n. 1, p. 79-85, 2011.

CASTIGLIONI, D. S.; BOND-BUCKUP, G. Ecological traits of two sympatric species of *Hyaella* Smith, 1874 (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae) from southern Brazil. **Acta Oecologica**, Paris, v. 33, n. 1, p. 36-48, 2008a.

\_\_\_\_\_. Pairing and reproductive success in two sympatric species of *Hyaella* (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae) from southern Brazil. **Acta Oecologica**, Paris, v. 33, n. 1, p. 49-55, 2008b.

\_\_\_\_\_. Reproductive strategies of two sympatric species of *Hyaella* Smith, 1874 (Amphipoda, Dogielinotidae) in laboratory conditions. **Journal of Natural History**, London, v. 41, n. 25/28, p. 1571-1584, 2007.

CLUTTON-BROCK, T. H. **The evolution of parental care**. Princeton: Princeton University, 1991. 352 p.

CONLAN, K. E. Precopulatory mating behavior and sexual dimorphism in the amphipod Crustacea. **Hydrobiologia**, The Hague, v. 223, n. 2, p. 255-282, 1991.

COOPER, W. E. Dynamics and production of a natural population of a freshwater amphipod, *Hyaella azteca*. **Ecological Monographs**, Lawrence, v. 35, n. 4, p. 377-394, 1965.

COTHRAN, R. D. Direct and indirect fitness consequences of female choice in a crustacean. **Evolution**, Lancaster, v. 62, n. 7, p. 1666-1675, July 2008.

\_\_\_\_\_. Precopulatory mate guarding affects predation risk in two freshwater amphipod species. **Animal Behaviour**, London, v. 68, p. 1133-1138, Sept. 2004.

COTHRAN, R. D. et al. Phenotypic manipulation provides insights into the function of a sexually selected trait in a freshwater crustacean species complex. **Animal Behaviour**, London, v. 80, n. 3, p. 543-549, June 2010.

DICK, J. T. A.; ELWOOD, R. W. The mating system of *Gammarus pulex*: a negligible role for micro-habitat segregation. **Animal Behaviour**, London, v. 45, p. 188-190, Apr. 1993.

DICK, J. T. A.; FALOOD, S. E.; ELWOOD, R. W. Active brood care in an amphipod: influences of embryonic development, temperature and oxygen. **Animal Behaviour**, London, v. 56, n. 3, p. 663-672, June 1998.

FRANCESCHI, N. et al. Size-assortative pairing in *Gammarus pulex* (Crustacea: Amphipoda): a test of the prudent choice hypothesis. **Animal Behaviour**, London, v. 79, p. 911-916, Feb. 2010.

GEISLER, F. S. Studies on the postembryonic development of *Hyaella azteca* (Saussure). **Biological Bulletin**, Woods Hole, v. 86, p. 6-22, Feb. 1944.

GUERAO, G. Some observations on the life history of the freshwater amphipod *Echinogammarus longisetosus* Pinkster, 1973 (Gammaridae) from Catalonia (Spain, N Iberian peninsula). **Animal Biodiversity and Conservation**, Barcelona, v. 26, n. 1, p. 31-39, 2003.

HUME, K. D. et al. Sexual dimorphism in amphipods: the role of male posterior gnathopods revealed in *Gammarus pulex*. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, New York, v. 58, p. 264-269, Apr. 2005.

KESTRUP, Å.; RICCIARDI, A. Influence of conductivity on life history traits of exotic and native amphipods in the St. Lawrence River. **Fundamental and Applied Limnology**, Stuttgart, v. 176, n. 3, p. 249-262, Mar. 2010.

KEVREKIDIS, T. Life history, aspects of reproductive biology and production of *Corophium orientale* (Crustacea: Amphipoda) in Monolimni lagoon (Evros Delta, North Aegean Sea). **Hydrobiologia**, The Hague, v. 537, n. 1, p. 53-70, 2005.

KRUSCHWITZ, L. G. Environmental factors controlling reproduction of the Amphipod *Hyaella azteca*. **Proceedings of the Oklahoma Academy of Science**, Edmond, v. 58, p. 16-21, 1978.

LAKE, P. S. Ecological effects of perturbation by drought in flowing waters. **Freshwater Biology**, Oxford, v. 48, p. 1161-1172, Feb. 2003.

MARANHÃO, P. et al. The influence of environmental factors on the population dynamics, reproductive biology and productivity of *Echinogammarus marinus* Leach (Amphipoda, Gammaridae) in the Mondego estuary, Portugal. **Acta Oecologica**, Paris, v. 22, n. 2, p. 139-152, Apr. 2001.

POORE, G. C. B. Superorder: Peracarida Calman, 1905, *Crustacea: Malacostraca. Syncarida, Peracarida: Isopoda, Tanaidacea, Mictacea, Thermosbaenacea, Spelaeogriphacea*. In: COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANISATION. **Zoological catalogue of Australia**. Melbourne: CSIRO, 2002. p. 24-25.

STEELE, D. H.; STEELE, V. J. Morphological and environmental restraints on egg production in amphipods. **Crustacean Issues, Crustacean Egg Production**, Amsterdam, v. 1, n. 1, p. 157-170, July 1991.

STRONG, D. R. Amphipod Amplexus: the significance of ecotypic variation. **Ecology**, Oxford, v. 54, n. 6, p. 1383-1388, Nov. 1973.

\_\_\_\_\_. Life history variation among populations of an Amphipod (*Hyaella azteca*). **Ecology**, Oxford, v. 53, n. 6, p. 1103-1111, Nov. 1972.

THIEL, M. Chemical communication in Peracarid Crustaceans. In: BREITHAUPT, T.; THIEL, M. (Ed.). **Chemical communication in Crustaceans**. New York: Springer, 2011. p. 199-218.

\_\_\_\_\_. Extended parental care behavior in crustaceans: a comparative overview. **Crustacean Issues**, London, v. 12, n. 1, p. 211-226, Jan. 2000.

WELLBORN, G. A. Determinants of reproductive success in freshwater amphipod species that experience different mortality regimes. **Animal Behaviour**, London, v. 50, n. 2, p. 353-363, Feb. 1995.

WELLBORN, G. A.; BARTHOLF, S. E. Ecological context and the importance of body and gnathopod size for pairing success in two amphipod ecomorphs. **Behavioural Ecology**, Oxford, v. 143, p. 308-316, Dec. 2005.

WELLBORN, G. A.; COTHRAN, R. D.; BARTHOLF, S. E. Life history and allozyme diversification in regional ecomorphs of the *Hyalella azteca* (Crustacea: Amphipoda) species complex. **Biological Journal of the Linnean Society**, London, v. 84, n. 1, p. 161-175, 2005.

## **CAPITULO 4**

**Ciclo de vida, pareamento e crescimento de *Hyaella* sp. em condições de  
laboratório**



## RESUMO

*Hyaella* são encontrados em ambientes de água doce e são os únicos representantes epígeos de Amphipoda na América do Sul. Devido a diversos aspectos de sua ecologia, eles são organismos ideais para estudos em laboratório. O objetivo deste trabalho foi estudar o ciclo de vida da espécie *Hyaella* sp. quando mantida em condições de laboratório. Eles foram coletados e levados ao laboratório, onde os pares foram montados e individualizados. Eles foram então observados diariamente para avaliar o pareamento, a condição ovígera e o crescimento. Ao comparar os períodos de pré-cópula e de condição ovígera, assim como a fecundidade entre organismos que cresceram no campo e que se desenvolveram no laboratório, não foram encontradas diferenças significativas. Quando comparadas a outras populações, no entanto, os períodos de pré-cópula e o tempo em que as fêmeas ficaram ovígeras foram menores. O CC dos juvenis ao eclodirem foi semelhante a várias outras populações de *Hyaella*, com uma média de  $0,159 \pm 0,018$ . O primeiro estágio dos juvenis apresentou um crescimento mais acentuado, um maior período de muda e uma grande mortalidade quando comparado aos demais estágios. Esses parâmetros foram relativamente constantes nos estágios mais avançados, com exceção do incremento por muda, que apresentou outro pico na muda onde foi determinado o dimorfismo sexual dos indivíduos, no estágio V. Desta forma, foi possível observar alguns comportamentos reprodutivos e o crescimento desta população de *Hyaella* sp. em laboratório, esclarecendo alguns aspectos de seu ciclo de vida, embora mais estudos nessa área sejam necessários.

Palavras-chave: ciclo de vida, crescimento, período de intermuda, *Hyaella*

## 1 INTRODUÇÃO

O gênero *Hyalella* é o único representante epígeo dentre os Amphipoda que habitam a região Neotropical (VÄINÖLÄ et al., 2008). As espécies estão distribuídas desde o Canadá até a Argentina, sendo que sua maior abundância é encontrada no Lago Titicaca (no território boliviano) e no Brasil. Atualmente são conhecidas 56 espécies válidas de *Hyalella*, sendo 17 delas ocorrentes no país, principalmente no Rio Grande do Sul.

Estes organismos habitam águas continentais, sendo encontrados associados a vegetação aquática. São importantes elos de cadeias alimentares nesses ambientes, já que se alimentam de partículas menores e são consumidos por invertebrados aquáticos e peixes, levando energia para os níveis maiores. Além disso, tem um papel importante na ciclagem de nutrientes (MUSKÓ, 1993).

Grande parte dos estudos para este grupo ainda se concentram no âmbito da taxonomia e sistemática, com poucos focando a parte ecológica. A espécie mais bem estudada neste grupo é *Hyalella azteca*, que habita a América do Norte e com a qual já foram realizados estudos de dinâmica (COOPER, 1965; STRONG, 1972; WELLBORN; BARTHOLF, 2005; WELLBORN; COTHRAN; BARTHOLF, 2005), ciclo de vida (GEISLER, 1944), crescimento (PANOV; MCQUEEN, 1998), assim como bioensaios e estudos de ecotoxicologia (NELSON; BRUNSON, 1995), provando sua importância não só ecológica, mas também auxiliando em estudos de monitoramento ambiental.

O corpo dos crustáceos é recoberto por um exoesqueleto rígido, razão pela qual seu crescimento é limitado. Para que haja a expansão de seu volume corporal, esses organismos precisam passar por um fenômeno chamado ecdise. Neste processo, o animal se livra de seu antigo esqueleto e permanece ‘mole’ para que seu corpo consiga crescer e seu exoesqueleto se enrijeça novamente.

Este processo tem um controle neuro-hormonal com fatores intrínsecos e extrínsecos influenciando no ciclo de muda. No primeiro grupo temos principalmente a temperatura e o fotoperíodo, enquanto no segundo se destacam a idade e o sexo (GEISLER, 1944).

Como toda Peracarida, espécies do gênero *Hyalella* carregam seus ovos em uma parte especial de seu corpo, o marsúpio (COOPER, 1965). Desta forma, fêmeas ovígeras são facilmente identificáveis, pois sua cutícula transparente permite que os ovos sejam vistos. O seu desenvolvimento é direto, ou seja, uma vez eclodidos dos ovos, os juvenis se assemelham morfológicamente aos adultos, embora ainda não possuam caracteres secundários e não estejam prontos para a reprodução (STEELE; STEELE, 1991).

Devido a alguns aspectos de sua ecologia, *Hyalella* são adequados para estudos em laboratório: sua fácil coleta e manutenção quando em cultivo, seu curto tempo de geração, uma ampla distribuição geográfica, e o fato de poderem ser usado em testes de ecotoxicologia (NELSON; BRUNSON, 1995).

Desta forma, o objetivo do autor com este trabalho foi estudar o ciclo de vida da espécie *Hyalella* sp. quando mantida em condições de laboratório e determinar aspectos como o crescimento, duração do comportamento de pré-cópula, duração da condição ovígera das fêmeas assim como a duração do período de intermuda de cada estágio desde a eclosão.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Área de estudo**

A área de onde os indivíduos de *Hyalella* sp. foram coletados foi a mesma dos capítulos anteriores, porém o ponto de coleta foi diferenciado do

ponto onde foi realizado o estudo da dinâmica populacional, no mesmo corpo d'água, mas a 500 metros de distância.

## **2.2 Coleta dos organismos**

Os organismos foram coletados da mesma forma como descrito nos capítulos 1 e 2, também pré-triados em campo utilizando uma bandeja branca e pipetas, e as plantas aquáticas às quais estes se encontravam associadas, também foram coletadas e levadas. No entanto, juvenis foram devolvidos ao córrego, enquanto machos e fêmeas adultas (incluindo ovígeras) foram levados vivos ao Laboratório de Carcinologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA). As coletas foram realizadas no mês de Abril de 2011.

## **2.3 Montagem do experimento**

No Laboratório, eles foram separados, devidamente sexados. Machos e fêmeas não-ovígeras foram agrupados em casais, colocando cada casal em um Becker de 500 ml próprio, com algumas plantas (Figura 1). As fêmeas que vieram ovígeras do campo foram separadas, identificadas e observadas até a eclosão de sua prole. Todos foram mantidos com um fotoperíodo de 12h de luz e 12h de escuro. Em cada recipiente foram colocados de 2 a 3 exemplares de macrófitas do gênero *Spirodella* sp.. A água de cada indivíduo foi trocada três vezes por semana, utilizando água mineral natural para a reposição, e no caso de consumos, houve reposição das macrófitas.



Figura 1 Beckeres individualizados onde os casais de *Hyalella* sp. foram mantidos durante o experimento. Autor: Silvia Torres. Abril 2011

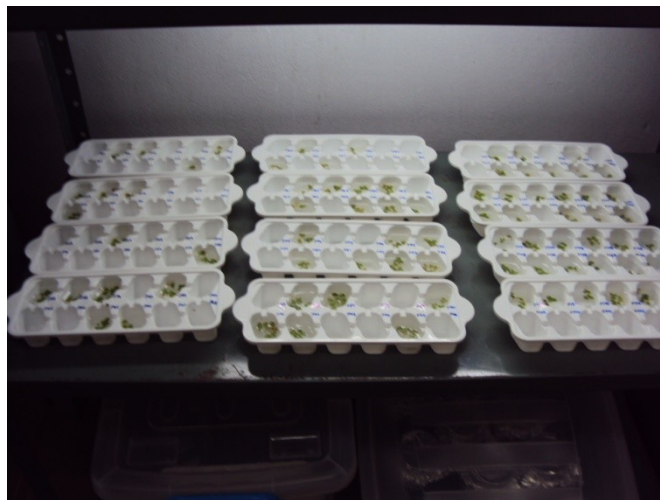


Figura 2 Recipientes aonde os juvenis de *Hyalella* sp. foram individualizados após sua eclosão. Autor: Silvia Torres. Abril 2011

Eles foram observados uma vez ao dia, e registrados quando em pré-cópula, contabilizando-se quantos dias esse comportamento durou. Após ser

detectada essa condição, os machos foram retirados e as fêmeas observadas para o registro do número de dias que permaneceram com ovos no marsúpio. Após a eclosão dos juvenis, estes foram individualizados (Figura 2) e seu crescimento acompanhado pelo número de mudas que sofreram. Para avaliar o incremento de tamanho em cada muda, as exúvias consecutivas de cada organismo foram colocadas em uma lâmina e medidas quanto ao seu comprimento de cefalotórax (CC).

#### **2.4 Análises dos dados**

Para avaliar o número de dias em que os casais permaneciam em pré-cópula, foram avaliados dois grupos diferentes: o primeiro constando de adultos que vieram do campo (Grupo I), e o segundo formado por indivíduos que nasceram em laboratório e atingiram sua maturidade em cultivo (Grupo II). Para comparar a média de dias que este comportamento durou entre os grupos, foi utilizado um teste t, precedido de um teste de Shapiro Wilk para comprovar a normalidade dos dados.

Da mesma forma, o número de dias que as fêmeas se mantiveram ovígeras foi documentado para as fêmeas que produziram ovos nos dois grupos acima mencionados. Um teste t também foi utilizado para comparar a média entre os grupos, uma vez testada a normalidade. Para estudar a fecundidade, foi avaliado o número de juvenis eclodidos de cada fêmea ovígera de três diferentes grupos: de fêmeas pertencentes aos grupos anteriormente mencionados e um grupo de fêmeas que já haviam sido coletadas com ovos em seus marsúpios (Grupo III). Para comparar a média de cada grupo, foi utilizado uma ANOVA, no caso dos dados serem normais ou um teste de Kruskal-Wallis, caso fossem não-paramétricos.

Cada juvenil foi medido quanto a seu CC quando abandonaram o marsúpio das fêmeas. A duração média (em dias) de cada estágio foi calculada ( $\pm$  desvio padrão) para todos os juvenis, sendo o primeiro estágio considerado o que seguiu a primeira muda, e assim sucessivamente após a constatação de uma exúvia no aquário. O incremento a cada estágio (em mm) foi determinado pela medição de cada uma das exúvias, e sua média calculada ( $\pm$  desvio padrão). O estágio em que cada organismo se encontrava foi utilizado como padrão para o crescimento já que o número de dias sofreu mais variação entre estudos. O período de intermuda (em dias) foi avaliado para cada um dos organismos e foi realizada uma média ( $\pm$  desvio padrão).

A longevidade foi avaliada para cada indivíduo como o número de dias que os organismos sobreviveram em cultivo, desde a eclosão. Um gráfico da mortalidade foi então realizado, calculando a quantidade de organismos que não sobreviviam ao próximo dia.

### **3 RESULTADOS**

Casais formados por indivíduos adultos coletados do campo apresentaram uma média de  $3 \pm 1,508$  dias de comportamento de pré-cópula, enquanto casais formados por indivíduos que nasceram e foram criados em laboratório ficaram em média  $3,4 \pm 1,647$  dias em amplexo. Os dados foram normais ( $p=0,257$ ), mas não diferiram significativamente entre si ( $t = -0,682$ ,  $p=0,501$ ) (Tabela 1).

Uma vez fecundados os ovos, fêmeas do grupo I permaneceram ovígeras por uma média de  $9,42 \pm 1,176$  dias, enquanto as do grupo II estiveram uma média de  $7,9 \pm 2,685$  dias carregando seus ovos. Estes dados não foram normais ( $p < 0,05$ ), e não apresentaram diferença significativa entre suas médias ( $p=0,198$ ) (Tabela 1).

Depois de seu período ovígero, o primeiro grupo liberou uma média de  $7,3 \pm 2,541$  juvenis por fêmea, enquanto uma média de  $6,43 \pm 2,149$  juvenis eclodiram por fêmea do grupo II. O grupo III, cujos períodos de pré-cópula e ovígero não foi possível determinar, produziram em média  $6,55 \pm 2,541$  juvenis por fêmea. A distribuição dos dados não foi normal ( $p < 0,05$ ), e não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos ( $p = 0,111$ ) (Tabela 1).

Tabela 1 Número de dias em que os casais de *Hyaella* sp. ficaram em pré-cópula, dias em que as fêmeas ficaram ovígeras, e número de juvenis eclodidos de acordo com os grupos de estudo, com o valor de p para o teste de Kruskal Wallis.

	Grupos			P
	I	II	III	
Dias em PC	$3 \pm 1,508$	$3,4 \pm 1,647$	-	0,501
Dias FO	$9,42 \pm 1,176$	$7,9 \pm 2,685$	-	0,198
Juvenis/Femea	$7,3 \pm 2,541$	$6,43 \pm 2,149$	$6,55 \pm 2,541$	0,111

PC = pré-cópula, FO = Fêmeas ovígeras, Grupo I: adultos que vieram do campo, Grupo II: indivíduos que nasceram em laboratório, Grupo III: fêmeas ovígeras do campo.

Foi utilizado um total de 179 juvenis que eclodiram no laboratório. Estes, ao nascer, apresentaram um CC médio de  $0,1594 \pm 0,018$  mm, e apresentaram dimorfismo sexual, considerados aqui como um aumento significativo no tamanho dos gnatópodos 2 dos machos, com uma média de  $0,3652 \pm 0,0426$  mm. Considerando-se então o valor para machos estima-se o que o dimorfismo ocorra entre os estágios IV e V (Tabela 2). O valor máximo de CC atingido foi de 0,5562 mm.



Tabela 2 Comprimento médio de cefalotórax  $\pm$  desvio padrão por estágio de intermuda de *Hyalella* sp.

<b>Estágio</b>	<b>CC <math>\pm</math> DP</b>
I	0,2239 $\pm$ 0,051
II	0,2771 $\pm$ 0,051
III	0,3147 $\pm$ 0,061
IV	0,3457 $\pm$ 0,064
V	0,3703 $\pm$ 0,067
VI	0,4127 $\pm$ 0,081
VII	0,4233 $\pm$ 0,085
VIII	0,4368 $\pm$ 0,078
IX	0,4463 $\pm$ 0,077
X	0,4764 $\pm$ 0,081
XI	0,4826 $\pm$ 0,091
XII	0,4573 $\pm$ 0,084
XIII	0,4996 $\pm$ 0,010
XIV	0,5081 $\pm$ 0,012
XV	0,5631 $\pm$ 0,083

CC= Comprimento do Cefalotórax; DP= Desvio padrão

O gráfico 1 mostra o comprimento de cefalotórax médio dos indivíduos por estágio, mostrando um incremento maior nos estágios iniciais. O estágio XII apresenta uma pequena queda na média, devido provavelmente ao fato de que os indivíduos sofreram a muda sem um aumento significativo em seu CC.

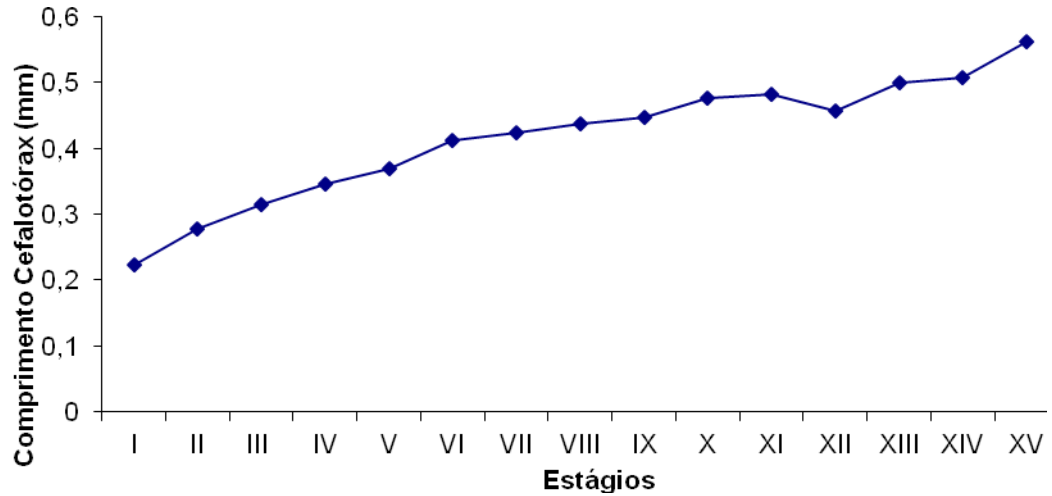


Gráfico 1 Relação dos estágios de intermuda com o comprimento médio de cefalotórax dos indivíduos de *Hyalella* sp.

O incremento ocorrido em cada um dos períodos de intermuda variou entre os estágios, devendo os últimos ser analisados cuidadosamente, devido ao fato de se tratarem de valores obtidos com apenas um indivíduo como amostra. Vale ressaltar dois picos, um no primeiro estágio, a primeira muda que o organismo sofre logo após abandonar o marsúpio, e o incremento associado à muda em que ocorre o dimorfismo sexual (Gráfico 2).

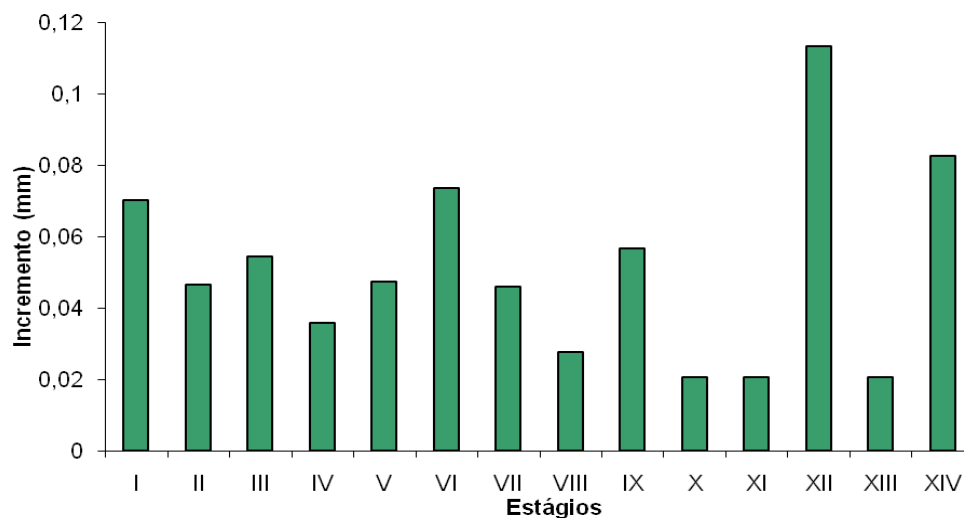


Gráfico 2 Incremento do comprimento de cefalotórax em milímetros a cada estágio de intermuda de *Hyalella* sp.

O valor da média de dias de cada um dos períodos de intermuda foi maior nos primeiros estágios (I e II) e nos últimos (Tabela 3), embora este último deva ser analisado com cuidado, devido ao mencionado acima. Há uma tendência à diminuição do período de intermuda à medida que os estágios avançam (Gráfico 3). Foram produzidos, no total, 32 fêmeas e 23 machos, embora não foi possível fazer uma comparação entre seu crescimento e duração intermuda.

Tabela 3 Duração média de cada estágio de intermuda  $\pm$  desvio padrão de *Hyalella* sp. em laboratório.

<b>Estágios</b>	<b>N</b>	<b>Dias <math>\pm</math> DP</b>
I	60	22 $\pm$ 13,395
II	53	14,057 $\pm$ 8,306
III	47	13,984 $\pm$ 8,28
IV	46	13,263 $\pm$ 8,105
V	41	11,733 $\pm$ 6,166
VI	29	9,818 $\pm$ 3,522
VII	20	11,792 $\pm$ 7,181
VIII	15	10,818 $\pm$ 5,51
IX	12	12,167 $\pm$ 4,834
X	8	13,667 $\pm$ 6,351
XI	7	10,5 $\pm$ 0,707
XII	1	8*
XIII	1	3*
XIV	1	11*
XV	1	22*
XVI	1	12*
XVII	1	26*

DP= desvio padrão

\*Dados obtidos com base em 1 indivíduo

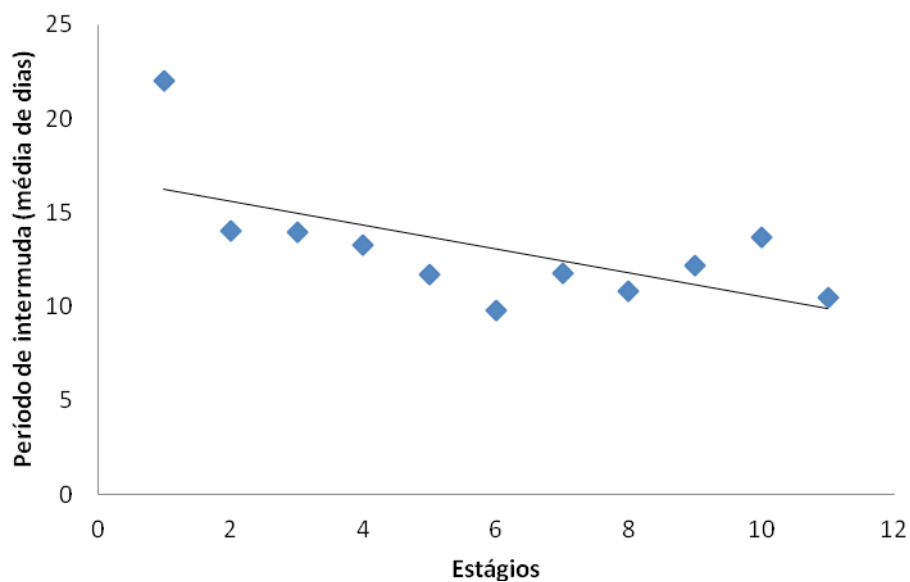


Gráfico 3 Duração média em dias dos estágios de intermuda de *Hyalella* sp. em laboratório.

A mortalidade entre os juvenis de primeiro estágio foi grande, apresentando uma mortalidade de 38,55% no estágio I, diminuindo drasticamente quando comparado ao segundo, e daí em diante, sofrendo pequenas flutuações em suas porcentagens (Tabela 4). Com isso, existe uma tendência da mortalidade ir diminuindo à medida que o organismo atinja estágios mais avançados de seu desenvolvimento (Gráfico 4). A média de CC dos organismos ao morrer é de  $0,2303 \pm 0,0853$  mm.

Tabela 4 Número total e porcentagem de mortalidade de *Hyalella* sp. em cada estágio de intermuda.

<b>Estágio</b>	<b>Mortalidade (N)</b>	<b>Mortalidade (%)</b>
I	69	38,55
II	11	6,15
III	6	3,35
IV	0	0
V	5	2,79
VI	5	2,79
VII	7	3,91
VIII	6	3,35
IX	1	0,55
X	4	2,23
XI	2	1,12

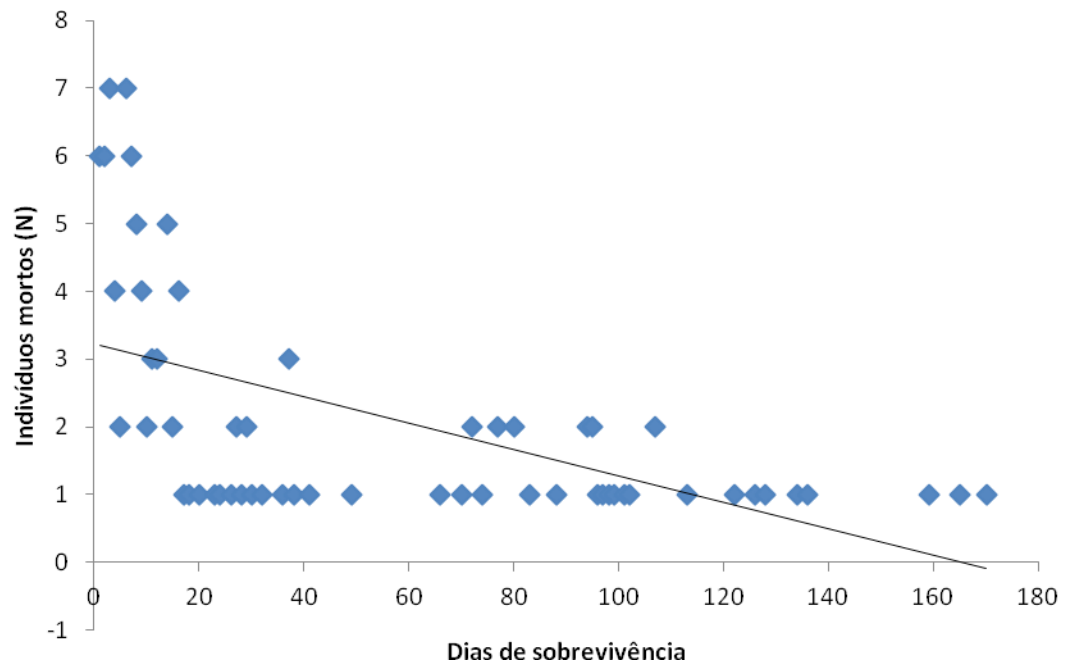


Gráfico 4 Mortalidade média em dias de *Hyalella* sp. em laboratório.

A longevidade dos organismos, considerada a partir do estágio onde ocorre o dimorfismo sexual, é de  $104 \pm 70$  dias. O grande desvio padrão pode se dar devido ao fato de pouco organismos sobreviverem até os últimos estágios.

#### 4 DISCUSSÃO

Populações naturais e cultivadas em laboratório estão sujeitas a diferentes condições ambientais e podem, com isso, apresentar diferenças quanto a alguns aspectos de seu ciclo de vida. No caso da população de *Hyaella* sp. apresentada neste trabalho, a diferença entre alguns aspectos entre grupos cultivados em laboratório e oriundos do campo não foi significativa. Para isto foram avaliados o número de dias de amplexo e o número de dias em que as fêmeas permaneceram ovíferas, assim como no número de juvenis que eclodiram de cada uma delas. Esses aspectos são fortemente influenciados por condições ambientais, como fotoperíodo e temperatura (COOPER, 1965; KRUSCHWITZ, 1978; STRONG, 1972), assim como pela qualidade e quantidade de alimento que eles obtêm durante seu crescimento, assim como nos períodos que antecedem a reprodução (HARGRAVE, 1970).

O alimento utilizado no laboratório para *Hyaella* sp. foram as mesmas plantas encontradas em campo, o que indica que provavelmente que essa dieta supre de forma satisfatória as necessidades nutricionais dessa população. Segundo Hargrave (1970), *Hyaella* se alimentam de bactérias e diatomáceas associadas à vegetação, embora no cultivo realizado neste trabalho, foram observados alguns indivíduos se alimentando diretamente das folhas e raízes dessas plantas aquáticas. Embora as condições sob as quais os grupos comparados cresceram foram diferentes, já que o primeiro cresceu em campo, enquanto o segundo foi cultivado em laboratório, estas não variaram antes e durante o comportamento pré-copulatório, a incubação dos ovos e a eclosão dos juvenis. Isto também prova que embora os organismos fossem levados do campo para o laboratório, o stress que poderia ser gerado com essa mudança não acarretou em um resultado negativo na reprodução dessa população de *Hyaella* sp, e sua adaptação às condições do cultivo foi efetiva, seja por uma forte



resiliência por parte dos organismos, ou pelo sucesso do cultivo ao reproduzir alguns aspectos ambientais do campo.

Quando comparada a outras populações dentro do gênero, *Hyalella* sp. apresentou uma menor duração de tempo de reprodução (período de pré-cópula mais os dias em que as fêmeas carregaram os ovos). Para *H. azteca* Geisler (1944) encontrou um período de 21 dias, enquanto *H. castroi* e *H. pleoacuta* apresentaram cerca de 20 dias de seu ciclo em comportamento reprodutivo (CASTIGLIONI et al., 2007). Wellborn e Bartholf (2005) encontraram também diferenças significativas entre a duração de pré-cópula entre duas populações de *H. azteca*, sendo os dias de amplexo do morfótipo maior quase o dobro do menor. Essa diferença entre as durações pode estar relacionada à pressão de predação à qual os organismos estão expostos em seu ambiente natural, uma vez que já foi comprovado que *Hyalella* que habitam locais com predadores que são visualmente orientados, como peixes, se mantêm menos tempo juntos, pois o risco de predação é maior, enquanto aqueles que habitam locais onde os principais predadores são invertebrados aquáticos, o risco de predação quando em pré-cópula é menor e por tanto esta pode ser mais demorada (COTHRAN, 2004).

Outro fator que influencia na duração do tempo de pré-cópula é a muda da fêmea, uma vez que em *Hyalella*, a fecundação dos ovos é restrita a apenas uma parte de seu período intermuda. Os machos, por outro lado, estão disponíveis para a cópula em qualquer momento de seu ciclo. Assim, a fêmea possui alguns mecanismos passivos e ativos para evitar que o pareamento se dê muito tempo antes de sua muda, para evitar um gasto energético desnecessário nesse comportamento (COTHRAN, 2008).

Após esse período juntos, o macho solta a fêmea e ela carrega os ovos em seu marsúpio e após a eclosão, os juvenis ainda permanecem dentro deste por um período (GEISLER, 1944). Embora muitas pré-cópulas tenham sido

observadas, um número menor de fêmeas carregou ovos que realmente se desenvolveram ao longo do experimento. O número de dias em que as fêmeas desta população de *Hyaella* sp. permaneceram ovígeras foi bem menor quando comparada a outras populações desse mesmo gênero. Para *H. pleoacuta* e *H. castroi* o tempo de incubação dos ovos foi de 15 e 16 dias respectivamente. Assim também, três populações de *Hyaella azteca* tiveram uma duração de 13,4, 11,1 e 10,9 dias em que as fêmeas permaneceram ovígeras (STRONG, 1972). Segundo Kruschwitz (1978), a temperatura tem uma influência direta no tempo necessário para o desenvolvimento dos ovos, uma vez que valores mais altos desta variável diminuem significativamente o intervalo deste e de outros vários comportamentos do ciclo de vida destes organismos. No entanto, em se tratando da quantidade de juvenis eclodidos por fêmea, Cooper (1965) afirma que este número é mais dependente do tamanho desta do que de condições ambientais, como a temperatura.

Após essa fase, os juvenis eclodem e passam a viver independente. Embora as condições e períodos de incubação sejam diferentes para as várias populações de *Hyaella azteca*, Kokkotis e McLaughlin (2002) comparando seus resultados com aqueles observados por Cooper (1965) e Strong (1972) afirmam que existe apenas uma pequena variação do CC com o qual estes organismos saem dos marsúpios. Ao comparar as medidas dos organismos do presente trabalho com as populações citadas nos trabalhos anteriores, foi observado que as variações entre eles também são pequenas.

No entanto, ao longo do desenvolvimento e crescimento, ocorrem algumas diferenças entre populações. O crescimento intermudas pode variar entre populações, especialmente devido à grande influencia dos fatores ambientais, sendo a temperatura a mais destacada, já que juvenis demonstraram uma relação positiva entre esta variável e um incremento em seu crescimento. No entanto, à medida que os organismos cresceram, a força desta influencia foi

diminuída (KRUSCHWITZ, 1978; PANOV; MCQUEEN, 1998). Castiglioni et al. (2007) observaram um maior incremento nos estágios iniciais de *H. castroi* e *H. pleoacuta*, embora a variação foi pequena, enquanto Cooper (1965) encontrou uma média de 0,034 mm de crescimento por muda, variando de 0,025 a 0,040 mm. Para *Hyaella* sp. o incremento por muda variou pouco, com a primeira muda se destacando dentre as outras. Geisler (1944) apresentou um crescimento lento, com um período de intermuda demorado, nos primeiro instares de *H. azteca*, o que demonstra um crescimento inicial lento, assim como o observado no primeiro estágio entre as mudas de *Hyaella* sp.

No restante de seu desenvolvimento, no entanto esta população apresentou períodos de intermuda relativamente pouco variáveis, assim como encontrado por Geisler (1944) e Nelson e Brunson (1995) para *H. azteca*. No entanto, a maioria dos estudos apresenta um crescimento inicial mais rápido, seguido por um crescimento mais demorado dentre os adultos (CASTIGLIONI et al., 2007; COOPER, 1965). Estudos com o crescimento de instares mais avançados, no entanto, são menos frequentes (KOKKOTIS; MCLAUGHLIN, 2002). Para a população do presente estudo, apenas um indivíduo sobreviveu a partir do XII estágio, dificultando avaliações estatísticas para esse período.

Ao se desenvolver, os organismos atingem o instar em que passam de juvenis para adultos, onde aparecem as primeiras características sexuais nos organismos. Para *H. castroi* e *H. pleoacuta*, o dimorfismo sexual foi observado nos indivíduos de quinto e sexto instar, respectivamente (CASTIGLIONI et al., 2007), enquanto *H. azteca*, caracteres secundários foram observados no quinto instar dos organismos em duas populações (GEISLER, 1944; KOKKOTIS; MCLAUGHLIN, 2002). Enquanto Nelson e Brunson (1995), embora não especifiquem o estágio do dimorfismo, colocam o início da maturidade sexual de sua população de *H. azteca* no sexto instar. Na população de *Hyaella* sp. analisada no presente estudo, machos e fêmeas já foram diferenciados

morfologicamente no quarto e quinto estágio de desenvolvimento. Geisler (1944) encontrou que os organismos não amadurecem ao mesmo tempo, podendo haver alguns indivíduos que apresentam características de adultos antes dos demais, ainda que venham de uma mesma prole.

A mortalidade é outro fator que varia de acordo com o desenvolvimento e o estágio em que os organismos se encontram. Os primeiros estágios de uma população são menos resistentes e provavelmente mais vulneráveis à predação e a mudanças ambientais. Assim como encontrado nesta população de *Hyaella* sp., a mortalidade dos juvenis também foi alta nos primeiros instares não só para este gênero (CASTIGLIONI et al., 2007), como também para outros Amphipoda (PRATO; BIANCOLINO; SCARDICCHIO, 2006). Este padrão, no entanto não foi encontrado para *H. azteca*, onde a sobrevivência dos primeiros instares é alta (COOPER, 1965; KOKKOTIS; MCLAUGHLIN, 2002; STRONG, 1972), podendo atingir valores de 90% em algumas populações, de acordo com a variação da temperatura (STRONG, 1972). Diminuição na sobrevivência dos indivíduos com o aumento da temperatura já foi observada para este gênero (PANOV; MCQUEEN, 1998).

## 5 CONCLUSÃO

O incremento de tamanho a cada muda, assim como a duração do período de intermuda foram maiores no primeiro estágio, mostrando que os juvenis de primeiro estágio apresentam um crescimento diferenciado. No entanto, a mortalidade entre os indivíduos de primeiro estágio também é grande, indicando que esse período é crítico para o seu desenvolvimento para a idade adulta.

Outro incremento que se destacou foi o que ocorreu no estágio onde foi possível observar os primeiros caracteres secundários, quando foi determinado o dimorfismo sexual, diferenciando machos e fêmeas. Provavelmente a partir deste ponto, o crescimento passar a ser diferente para cada sexo, uma vez que cada um deles aloca energia para diferentes atividades.

Ao eclodirem, os juvenis apresentaram um CC muito semelhante a diversas populações de outras espécies de *Hyaella*, antes de sofrerem sua primeira muda. Isto indica que eles vão se diferenciando ao longo de seu ciclo, apresentando diferentes incrementos, até atingirem cada população seu tamanho médio.

Conhecimentos sobre o ciclo de vida é importante para organismos experimentais, uma vez que conhecendo suas condições normais, experimentos de ecotoxicologia e bioindicação podem ser realizados com mais precisão.

## REFERÊNCIAS

CASTIGLIONI, D. S. et al. Intermolt duration and postembryonic growth of two sympatric species of *Hyalella* (Amphipoda, Dogielinotidae) in laboratory conditions. **Nauplius**, Rio Grande, v. 15, n. 2, p. 57-64, 2007.

COOPER, W. E. Dynamics and production of a natural population of a freshwater Amphipod, *Hyalella azteca*. **Ecological Monographs**, Lawrence, v. 35, n. 4, p. 377-394, 1965.

COTHRAN, R. D. Direct and indirect fitness consequences of female choice in a crustacean. **Evolution**, Lancaster, v. 62, n. 7, p. 1666-1675, July 2008.

\_\_\_\_\_. Precopulatory mate guarding affects predation risk in two freshwater amphipod species. **Animal Behaviour**, London, v. 68, p. 1133-1138, Sept. 2004.

GEISLER, F. S. Studies on the postembryonic development of *Hyalella azteca* (Saussure). **Biological Bulletin**, Woods Hole, v. 86, p. 6-22, Feb. 1944.

HARGRAVE, B. T. The utilization of benthic microflora by *Hyalella azteca* (Amphipoda). **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v. 39, n. 2, p. 427-437, 1970.

KOKKOTIS, A. T.; MCLAUGHLIN, J. D. Instar-specific head and body lengths of *Hyalella* (Amphipoda): criteria for starting and endpoints in experimental studies. **Hydrobiologia**, The Hague, v. 474, n. 2, p. 223-227, 2002.

KRUSCHWITZ, L. G. Environmental factors controlling reproduction of the Amphipod *Hyalella azteca*. **Proceedings of the Oklahoma Academy of Science**, Edmond, v. 58, p. 16-21, 1978.

MUSKÓ, I. B. Life history of *Dikerogammarus haemobaphes* (EICHW.) (Crustacea: Amphipoda) living on macrophytes in Lake Balaton (Hungary). **Archives Biology**, Stuttgart, v. 127, n. 2, p. 227-238, Apr. 1993.

NELSON, M. K.; BRUNSON, E. L. Postembryonic growth and development of *Hyalella azteca* in laboratory cultures and contaminated sediments. **Chemosphere**, Oxford, v. 31, n. 4, p. 3129-3140, Aug. 1995.

PANOV, V. E.; MCQUEEN, D. J. Effects of temperature on individual growth rate and body size of a freshwater amphipod. **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, v. 76, p. 1107-1116, Jan. 1998.

PRATO, E.; BIANCOLINO, F.; SCARDICCHIO, C. Postembryonic growth, development and reproduction of *gammarus aequicauda* (Martynov, 1931) (Gammaridae) in Laboratory Culture. **Zoological Studies**, Taipei, v. 45, n. 4, p. 503-509, Aug. 2006.

STEELE, D. H.; STEELE, V. J. Morphological and environmental restraints on egg production in amphipods. **Crustacean Issues, Crustacean Egg Production**, Amsterdam, v. 1, n. 1, p. 157-170, July 1991.

STRONG, D. R. Life history variation among populations of an Amphipod (*Hyaella azteca*). **Ecology**, Oxford, v. 53, n. 6, p. 1103-1111, Nov. 1972.

VÄINÖLÄ, R. et al. Global diversity of Amphipods (Amphipoda: Crustacea) in freshwater. **Hydrobiologia**, The Hague, v. 595, n. 2, p. 241-255, 2008.

WELLBORN, G. A.; BARTHOLF, S. E. Ecological context and the importance of body and gnathopod size for pairing success in two amphipod ecomorphs. **Behavioural Ecology**, London, v. 143, p. 308-316, Dec. 2005.

WELLBORN, G. A.; COTHRAN, R. D.; BARTHOLF, S. E. Life history and allozyme diversification in regional ecomorphs of the *Hyaella azteca*

(Crustacea : Amphipoda) species complex. **Biological Journal of the Linnean Society**, London, v. 84, n. 1, p. 161-175, May 2005.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho vem aumentar o conhecimento da ecologia e aspectos ecológicos de um grupo ainda pouco estudado no Brasil, os Amphipoda límnicos, neste caso o gênero *Hyaella*. Por se tratar de uma nova espécie, conhecer sua ecologia é uma forma de melhor entendê-los para preservá-los.

Por serem encontrados em uma região cárstica sujeita a diversos distúrbios, os conhecimentos obtidos podem também auxiliar na utilização destes organismos como bioindicadores de qualidade de água nessa área, para trabalhos de monitoramento e recuperação ambiental.

Um fator importante a ser considerado é o período de seca ao que esses organismos estão sujeitos. Mais estudos são necessários para desvendar como essa espécie sobrevive a esse período e se apenas os refúgios são utilizados, ou se existe algum mecanismo de resistência à seca.