

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE
ANIMAL**

**ESTRUTURA POPULACIONAL E BIOLOGIA
REPRODUTIVA DE DUAS ESPÉCIES DE *HYALELLA*
SMITH, 1874 (CRUSTACEA, AMPHIPODA,
HYALELLIDAE)**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Aline Vasum Ozga

**Santa Maria, RS, Brasil
2014.**

**ESTRUTURA POPULACIONAL E BIOLOGIA
REPRODUTIVA DE DUAS ESPÉCIES DE *HYALELLA*
SMITH, 1874 (CRUSTACEA, AMPHIPODA, HYALELLIDAE)**

Aline Vasum Ozga

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, da Universidade Federal de Santa Maria, como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Ciências Biológicas – Área Biodiversidade Animal**.

Orientadora: Prof. Dra. Daniela da Silva Castiglioni

**Santa Maria, RS, Brasil
2014.**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE
ANIMAL**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

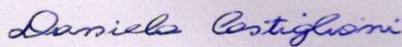
**ESTRUTURA POPULACIONAL E BIOLOGIA REPRODUTIVA
DE DUAS ESPÉCIES DE *HYALELLA* SMITH, 1874 (CRUSTACEA,
AMPHIPODA, HYALELLIDAE)**

elaborada por

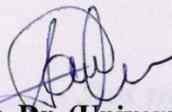
Aline Vasum Ozga

como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências
Biológicas – Área Biodiversidade Animal

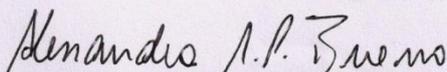
COMISSÃO EXAMINADORA



**Daniela da Silva Castiglioni, Dra.
(Presidente/Orientador)**



Sandro Santos, Dr. (Universidade Federal de Santa Maria)



**Alessandra Angélica de Pádua Bueno, Dra. (Universidade Federal de
Lavras)**

Santa Maria, 25 de agosto de 2014.

Aos meus pais e minha irmã Líana.

E ao meu namorado Rafael.

Amo vocês!

AGRADECIMENTOS

A Deus pelas bênçãos concedidas durante toda minha vida. Por me dar uma família maravilhosa, um amor eterno e força para lutar pelos meus sonhos.

Profissionais

Agradeço em especial minha orientadora Dra. Daniela da Silva Castiglioni que aceitou me orientar e desde lá sempre me incentivou a seguir em frente. Agradeço pelas oportunidades de aprendizado e pelo conhecimento dividido com generosidade. Pela dedicação com que me acompanhou nestes dois anos de estudo, estando sempre disponível para me auxiliar em todos os momentos. Obrigada pelos ensinamentos e por mostrar que o caminho das pedras pode ser difícil, mas tudo pode ser superado com muito trabalho e com amor ao que se faz. Obrigada por trabalhar sempre com seriedade e respeito. Enfim, agradeço pelas inúmeras vezes que ofereceu sua casa para minha estadia durante a análise dos dados e principalmente pela confiança que depositou em mim e no meu trabalho. Obrigada de coração! Obrigada por tudo!

As colegas e amigas da UFSM/CESNORS Palmeira das Missões, Vanessa de Castro, Giseli Bandeira e Morgana Streck pela ajuda nas coletas, na triagem do material e mensuração de alguns exemplares de *Hyalella*. A contribuição de vocês foi essencial para que este trabalho fosse realizado. Meu muito obrigada!

Ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal pela oportunidade e aos Coordenadores Dra. Sonia Zanini Cechin e Dr. Sandro Santos pela atenção dada no decorrer do curso. Agradeço ao secretário da PPGBio, Sidnei Cruz pelos lembretes de datas importantes e pela simpatia com que sempre me recebeu em sua sala.

A CAPES pelo apoio financeiro prestado a mim através da concessão de bolsa de estudo.

A todos os exemplares de *Hyalella* que foram mortos para a obtenção dos dados deste trabalho onde assim permitiram o desenvolvimento de novos estudos sobre a biologia e a ecologia dos membros deste gênero de anfípoda dulcícola.

Do coração

Aos meus pais Ernesto Ozga e Helena Ozga por terem me ensinado a lutar pelos meus ideais e sempre seguir em frente com a cabeça erguida. Obrigada pelo amor, apoio e pela torcida. Amo vocês!

A minha irmã Liana Ozga pelo carinho, pela amizade e pelo incentivo e a minha tia e dinda Noeli Engers por sempre acreditar em mim e vibrar junto com minhas conquistas. Amo vocês!

Ao meu namorado Rafael Duarte por trazer luz e alegria à minha vida e por ter contribuído para que eu alcançasse mais esta conquista, suportando minhas ausências, minhas chatices e meus surtos sempre me acalmando da forma mais carinhosa. És o amor da minha vida, meu amigo, meu companheiro de todas as horas, te amo.

Aos meus sogros Levi Duarte e Joana Duarte pelo carinho e pelo incentivo para seguir em frente, pelo apoio nos momentos difíceis. Amo vocês!

Aos meus amados filhos de quatro patas Lôlo, Nina, Joaquim e Manuela por serem tão queridos e especiais e tonarem a vida mais fácil de ser vivida.

A colega e amiga Ana Paula Gottlieb pela amizade que construímos nestes anos de convivência. Agradeço pelos conselhos, pelas conversas longas, pelos desabafos e pelas brincadeiras. Obrigada Aninha pela ajuda com os estudos, pelos avisos das datas importantes e por repassar o material das aulas sempre que necessário. Obrigada Tchê!

As colegas e amigas Daniane Zago e Kauna Tonin pela ajuda com os trabalhos, pela parceria sem igual, pela amizade e pelos momentos de descontração que tivemos juntas.

Por fim, a todos que de alguma forma tenham contribuído para a realização deste trabalho, o meu muito obrigada!

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal
Universidade Federal de Santa Maria

ESTRUTURA POPULACIONAL E BIOLOGIA REPRODUTIVA DE DUAS ESPÉCIES DE *HYALELLA* SMITH, 1874 (CRUSTACEA, AMPHIPODA, HYALELLIDAE)

AUTOR: ALINE VASUM OZGA

ORIENTADORA: DANIELA DA SILVA CASTIGLIONI

Data e Local de Defesa: Santa Maria, 25 de agosto de 2014.

As pesquisas sobre os aspectos de uma população são essenciais, pois fornecem informações não somente sobre a biologia das espécies, mas de toda sua conexão com o ambiente. O objetivo deste trabalho foi caracterizar a estrutura populacional e a biologia reprodutiva de duas espécies do gênero *Hyaella* Smith, 1874: *Hyaella* sp. 1 (exemplares amostrados em uma nascente) e *Hyaella* sp. 2 (exemplares amostrados em um açude). Para tal foram avaliados o tamanho dos animais, a distribuição de frequência em classes de tamanho de comprimento do cefalotórax (CC) total e sazonal, a proporção sexual total, mensal, sazonal e por classes de tamanho de CC, o período reprodutivo, o recrutamento, a maturidade sexual, a frequência de pareamento e a fecundidade. Os espécimes foram coletados com auxílio de puçá, durante 12 meses, em uma nascente e em um açude do Sítio Taqui no município de Palmeira das Missões, Estado do Rio Grande do Sul (27°53'56"S - 53°18' 50"W). O sexo e a condição ovígera das fêmeas foram registrados e todos os espécimes foram mensurados quanto ao comprimento do cefalotórax (mm). Ambas as espécies analisadas no presente estudo apresentaram distribuição de frequência em classes de tamanho total e sazonal bimodal tanto em machos como em fêmeas, os machos apresentaram tamanho corpóreo (comprimento do cefalotórax médio) superior ao das fêmeas, a proporção sexual favoreceu as fêmeas nas análises total, mensal e sazonal, a reprodução foi sazonal o recrutamento apresentou-se contínuo e a maturidade sexual dos machos é alcançada com tamanho superiores aos das fêmeas. Os indivíduos da espécie *Hyaella* sp. 1 apresentaram tamanho corpóreo médio superior aos indivíduos da espécie *Hyaella* sp. 2. Os casais em comportamento pré-copulatório foram amostrados ao longo do ano e foi observada correlação entre o tamanho dos machos e fêmeas nos casais em pré-copula, ou seja, machos grandes carregam fêmeas grandes em ambas espécies de *Hyaella*. Foi observado correlação positiva entre o comprimento do cefalotórax (CC) das fêmeas ovígeras e o número de ovos e juvenis produzidos e também uma redução do número de ovos ao longo do desenvolvimento embrionário para *Hyaella* sp. 1. A fecundidade média de *Hyaella* sp. 1 foi significativamente superior à de *Hyaella* sp. 2. O número de ovos produzidos ao longo das estações do ano se manteve constante em ambas as espécies de *Hyaella*. Neste estudo as espécies de *Hyaella* apresentaram uma dinâmica populacional e reprodutiva diferentes o que pode ser decorrência das estratégias de vida adotadas e das adaptações ao tipo de ambiente em que vivem.

Palavras-chave: *Hyaella*. Comprimento do cefalotórax. Reprodução. Recrutamento. Fecundidade.

ABSTRACT

Master Dissertation
Post-Graduation in Animal Biodiversity
Universidade Federal de Santa Maria

POPULATION STRUCTURE AND REPRODUCTIVE BIOLOGY OF TWO SPECIES OF *HYALELLA* SMITH, 1874 (CRUSTACEA, AMPHIPODA, HYALELLIDAE)

AUTHOR: ALINE VASUM OZGA
ADVISOR: DANIELA DA SILVA CASTIGLIONI

Research on aspects of a population are essential because they provide information not only about the biology of the species, but of all their connection to the environment too. The objective of this study was to characterize the population structure and reproductive biology of two species of *Hyaella* Smith, 1874: *Hyaella* sp. 1 (animals samples in nascent) and *Hyaella* sp. 2 (individuals sampled in weir). To this end we assessed the size of the animals, the frequency distribution by size classes of cephalothorax length (CC) and total, seasonal, monthly, and size classes of CC sex ratio, reproductive period, recruitment, sexual maturity, frequency pairing and fertility. The specimens were collected with the aid of netting for 12 months in a nascent and in a weir, located on Sítio Taqui, in the city of Palmeira das Missões, state of Rio Grande do Sul (27 °53'56 "S - 53°18 '50"W). Sex and the condition of ovigerous females were recorded and all specimens were measured as cephalothorax length (mm). Both species analyzed in this study showed frequency distribution classes bimodal in total and seasonal size in both males and females. Males had body size (cephalothorax length) bigger than females. The sex ratio favored females in the overall analysis monthly and seasonal. The reproduction was seasonal and the recruitment showed continuous and sexual maturity of males is higher than those attained with female size. Individuals of the species *Hyaella* sp. 1 showed higher mid body size among individuals of species *Hyaella* sp. 2. Couples in pre-copulatory behavior were sampled throughout the year and correlation was observed between the size of males and females in couples in pre-copulation, ie large males carry large females in both species of *Hyaella*. Positive correlation between cephalothorax length (CC) of the females and the number of eggs and juveniles produced and also a reduction in the number of eggs during embryonic development was observed for *Hyaella* sp. 1. The mean fecundity of *Hyaella* sp. 1 was significantly superior to *Hyaella* sp. 2. The number of eggs produced over the seasons remained constant in both species of *Hyaella*. In this study the species of *Hyaella* showed a different population dynamics and reproductive which may be due to the strategies adopted life and the adjustments to the type of environment in which they live.

Keywords: *Hyaella*. Cephalothorax length. Reproduction. Recruitment. Fertility.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Exemplar macho (A) e fêmea (B) de <i>Hyalella</i> sp. 1. Barra: 1 mm.	33
Figura 2- Exemplar macho (A) e fêmea (B) de <i>Hyalella</i> sp. 2. Barra: 1 mm.	33
Figura 3- Localização do município de Palmeira das Missões, Estado do Rio Grande do Sul. Brasil.....	34
Figura 4- Ponto de amostragem referente ao local de coleta P1, Nascente.....	34
Figura 5- Ponto de amostragem referente ao local de coleta P2, Açude.....	35
Figura 6- Proporção de <i>Hyalella</i> sp. 1 e <i>Hyalella</i> sp. 2 ao longo dos meses de amostragem. O “*” acima das colunas indica diferença significativa na proporção entre as diferentes espécies ($p < 0,05$).	44
Figura 7- Distribuição de frequência por classes de tamanho do comprimento do cefatotórax (mm) dos indivíduos da espécie <i>Hyalella</i> sp. 1 para machos, fêmeas e juvenis.	45
Figura 8- Distribuição de frequência por classes de tamanho do comprimento do cefatotórax (mm) dos indivíduos da espécie <i>Hyalella</i> sp. 2 para machos, fêmeas e juvenis.	45
Figura 9- Distribuição de frequência por classes de tamanho do comprimento do cefatotórax (mm) sazonal dos indivíduos da espécie <i>Hyalella</i> sp. 1.....	47
Figura 10- Distribuição de frequência por classes de tamanho do comprimento do cefatotórax (mm) sazonal dos indivíduos da espécie <i>Hyalella</i> sp. 2.....	48
Figura 11- Proporção sexual sazonal em <i>Hyalella</i> sp. 1. O “*” acima da coluna indica a diferença significativa na proporção de machos e fêmeas ($p < 0,05$).	50
Figura 12- Proporção sexual sazonal em <i>Hyalella</i> sp. 2. O “*” acima das colunas indica a diferença significativa na proporção de machos e fêmeas ($p < 0,05$).	50
Figura 13- Proporção sexual por classe de tamanho em <i>Hyalella</i> sp. 1. O “*” representa a diferença significativa na proporção de machos e fêmeas ($p < 0,05$).	51
Figura 14- Proporção sexual por classe de tamanho em <i>Hyalella</i> sp. 2. O “*” acima das colunas representa a diferença significativa na proporção de machos e fêmeas ($p < 0,05$).	51
Figura 15- Frequência de fêmeas ovígeras de <i>Hyalella</i> sp. 1 e <i>Hyalella</i> sp.2 carregando ovos ou juvenis no marsúpio ao longo dos meses de amostragem.	52
Figura 16- Frequência de fêmeas ovígeras de <i>Hyalella</i> sp. 1 e <i>Hyalella</i> sp. 2 carregando ovos ou juvenis no marsúpio ao longo das estações do ano. As letras maiúsculas representam <i>Hyalella</i> sp. 1, as letras minúsculas representam <i>Hyalella</i> sp. 2. Colunas com letras diferentes demonstram diferença significativa ($p < 0,05$).	52

Figura 17- Frequência relativa (%) de juvenis de <i>Hyalella</i> sp. 1 e <i>Hyalella</i> sp. 2 ao longo dos meses de amostragem.	53
Figura 18- Frequência relativa (%) de <i>Hyalella</i> sp. 1 e <i>Hyalella</i> sp. 2 por estações do ano. As letras maiúsculas representam <i>Hyalella</i> sp. 1, as letras minúsculas representam <i>Hyalella</i> sp. 2. Colunas com letras diferentes demonstram diferença significativa ($p < 0,05$).	53
Figura 19- Correlação entre o comprimento do cefalotórax de machos e fêmeas de <i>Hyalella</i> sp. 1 e <i>Hyalella</i> sp. 2 encontrados em comportamento pré-copulatório. CCm= comprimento do cefalotórax de machos; CCf= comprimento do cefalotórax de fêmeas; n= número de indivíduos.	74
Figura 20- Frequência relativa (%) sazonal de casais de <i>Hyalella</i> sp. 1 e <i>Hyalella</i> sp. 2 em comportamento pré-copulatório. As letras maiúsculas representam <i>Hyalella</i> sp. 1, as letras minúsculas representam <i>Hyalella</i> sp. 2. Colunas com letras diferentes demonstram diferença significativa ($p < 0,05$).	74
Figura 21- Correlação entre o tamanho do comprimento do cefalotórax (CC) das fêmeas ovígeras e o número de ovos produzidos por <i>Hyalella</i> sp. 1 e <i>Hyalella</i> sp. 2. F = fecundidade; CC = comprimento do cefalotórax; r^2 = coeficiente de determinação; r = coeficiente de correlação; número de fêmeas ovígeras.....	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Parâmetros ambientais dos pontos de amostragem, Sítio Taqui, Palmeira das Missões, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.....	35
Tabela 2- Número de exemplares amostrados mensalmente, proporção sexual mensal e análise de ajuste de bondade (χ^2) de <i>Hyaella</i> sp. 1, Palmeira das Missões, Estado do Rio Grande do Sul.	43
Tabela 3- Número de exemplares amostrados mensalmente, proporção sexual mensal e análise de ajuste de bondade (χ^2) de <i>Hyaella</i> sp. 2, Palmeira das Missões, Estado do Rio Grande do Sul.	44
Tabela 4- Tamanho corpóreo (comprimento do cefalotórax – CC em mm) de machos e fêmeas em comportamento pré-copulatório das espécies <i>Hyaella</i> sp. 1 e <i>Hyaella</i> sp. 2	73
Tabela 5- Número de ovos e juvenis e tamanho mínimo, máximo e médio (\pm desvio padrão) do comprimento do cefalotórax (CC) das fêmeas ovígeras de <i>Hyaella</i> sp. 1 nos diferentes estágios de desenvolvimento embrionário e número de juvenis dentro do marsúpio.	76
Tabela 6- Número de ovos e juvenis e tamanho mínimo, máximo e médio (\pm desvio padrão) do comprimento do cefalotórax (CC) das fêmeas ovígeras de <i>Hyaella</i> sp. 1 nos diferentes estágios de desenvolvimento embrionário e número de juvenis dentro do marsúpio.	76
Tabela 7- Fecundidade por estação do ano em <i>Hyaella</i> sp. 1 e <i>Hyaella</i> sp. 2.	77

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	5
ABSTRACT	8
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE TABELAS	11
INTRODUÇÃO GERAL	14
OBJETIVOS	21
REFERÊNCIAS	21
METODOLOGIA GERAL	31
REFERÊNCIAS	36
CAPÍTULO 1	38
ESTRUTURA POPULACIONAL DE DUAS ESPÉCIES DE AMPHIPODA DULCÍCOLA (CRUSTACEA, PERACARIDA, HYALELLIDAE) DO SUL DO BRASIL	38
RESUMO	38
ABSTRACT	38
INTRODUÇÃO	39
MATERIAIS E MÉTODOS	40
Caracterização da área de amostragem das espécies de <i>Hyalella</i>	40
Amostragem dos exemplares de <i>Hyalella</i>	41
Análise dos dados	42
RESULTADOS	43
DISCUSSÃO	53
CONCLUSÃO	58
REFERÊNCIAS	59
CAPÍTULO 2	68
BIOLOGIA REPRODUTIVA DE DUAS ESPÉCIES DE <i>HYALELLA</i> SMITH, 1874 (CRUSTACEA, AMPHIPODA, HYALELLIDAE) NA REGIÃO SUL DO BRASIL.	68

RESUMO	68
ABSTRACT	68
INTRODUÇÃO.....	69
MATERIAIS E MÉTODOS.....	70
Caracterização da área de amostragem dos anfípodos dulcícolas	70
Amostragem dos dados.....	71
Análise dos dados	71
RESULTADOS	72
DISCUSSÃO	77
CONCLUSÃO.....	83
REFERÊNCIAS	84

INTRODUÇÃO GERAL

O Subfilo Crustacea apresenta uma variedade morfológica não encontrada em nenhum outro grupo animal do planeta, constituindo assim um grupo heterogêneo de espécies animais com hábitos distintos (DUFFY & THIEL, 2007). Os crustáceos são considerados um grupo dominante e de grande sucesso evolutivo devido ao grande número de espécies, a grande variedade de estilos de vida e aos diferentes habitats onde são encontrados, como em ambientes marinhos, dulcícolas e terrestres. Esta grande diversidade de habitats permite observar entre os crustáceos padrões de história de vida e estratégias reprodutivas distintas, permitindo a sobrevivência das espécies em diferentes circunstâncias (SASTRY, 1983; HARTNOLL & GOULD, 1988; BRANDINI et al., 1997; MARTIN & DAVIS, 2001).

De acordo com Martins & Davis (2001) a Superordem Peracarida Calman, 1904 é conhecida pela sua abundância de espécies e está representada por 9 ordens: Spelaeogriphacea, Thermosbaenacea, Lophogastrida, Mysida, Mictacea, Amphipoda, Isopoda, Tanaidacea e Cumacea. Das ordens de peracáridos, a maior riqueza é observada em Amphipoda, Isopoda, Tanaidacea e Cumacea (HINOJOSA & THIEL, 2009). Os crustáceos peracáridos possuem uma característica diagnóstica única, o denominado marsúpio, onde ocorre a fertilização e a incubação dos ovos até a eclosão (BOROWSKY, 1981). O marsúpio também chamado de pericárdio (do latim “*pericardium*”) dá o nome então à Superordem Peracarida (BOROWSKY, 1991; DUFFY & THIEL, 2007; CHAPMAN, 2007). Esta estrutura é formada pela superfície ventral dos segmentos torácicos e pelos oostegitos, os quais são placas formadas a partir da superfície mediana das coxas torácicas das fêmeas (MORRIT & SPICER, 1996).

Em uma classificação mais antiga da ordem Amphipoda, Serejo (2004) designou o gênero *Hyalella* na superfamília Talitroidea, na família Dogielinotidae e a dividiu em três subfamílias na qual se encontrava Hyalellidae, porém recentemente Hyalellidae foi elevada ao nível de família novamente. A classificação mais recente da Ordem Amphipoda está representada em Lowry & Myers (2013) onde os autores citam a criação de uma nova subordem nomeada Senticaudata que compreende a quase todas as espécies de Amphipoda de água doce e algumas espécies marinhas que antes faziam parte da antiga Subordem Gammaridea. Estes autores afirmam a presença de uma sinapomorfia que não era reconhecida, tratando-se de robustas setas apicais nos ramos dos urópodos 1 e 2. Assim a nova Subordem Senticaudata divide-se em seis Infraordens: Carangoliopsida (2 famílias),

Talitrida (15 famílias), Corophiida (21 famílias), Hadziida (12 famílias), Bogidieliida (3 famílias) e Gammarida (40 famílias). Na Infraordem Talitrida foi recentemente criada a Parvordem Talitridira Rafinesque, 1815 onde se insere a Superfamília Talitroidea Rafinesque, 1815 a qual pertence à família Hyalellidae Bulycheva, 1957 e então o gênero *Hyaella* Smith, 1874. Atualmente o gênero *Hyaella* está alocado no Reino Animalia, Filo Artropoda, Subfilo Crustacea, Classe Malacostraca, Superordem Peracarida, Ordem Amphipoda, Subordem Senticaudata, Infraordem Talitrida e Família Hyalellidae (LOWRY & MYERS, 2013).

A Ordem Amphipoda é considerada um grupo bem-sucedido de crustáceos peracáridos e são conhecidos para diversos ambientes aquáticos, dominando a comunidade bêntica das zonas profundas de lagos (ISHIKAWA & URABE, 2002). Os anfípodos podem ser encontrados aderidos às folhas ou raízes da vegetação, em depósitos de detritos, substrato, ou em restos de animais e plantas em decomposição. A maioria dos anfípodos são detritívoros, mas podem se alimentar de matéria vegetal viva, como algas filamentosas e servem também de alimento para outros organismos, tais como aves, peixes e macroinvertebrados, constituindo assim uma importante ligação nos ecossistemas aquáticos permitindo que a energia produzida pelos vegetais seja transferida para níveis tróficos superiores (COOPER, 1965; MUSKÓ, 1990, 1993; PILGRIM & BURT, 1993).

Na América do Sul, a Ordem Amphipoda está representada por espécies que habitam tanto águas subterrâneas como águas superficiais (VÄINÖLA et al., 2008). No Estado do Rio Grande do Sul são encontrados representantes de 7 famílias da Subordem Senticaudata: Corophiidae, Stenothoidae, Hyalidae, Ischyriceridae, Gammaridae, Talitridae e Hyalellidae (BENTO & BUCKUP, 1999).

A Família Hyalellidae está representada apenas pelo gênero *Hyaella* Smith, 1874 que ocorre ao longo das regiões biogeográficas Neoártica e Neotropical, sendo endêmico das Américas apresentando distribuição restrita das espécies. Até o momento foram descritas 65 espécies do gênero *Hyaella* sendo que na América do Sul há registro de ocorrência de 55 espécies conferindo a América do Sul então a maior diversidade de espécies nas Américas (GONZÁLEZ & WATLING, 2002a; GONZÁLEZ & WATLING, 2002b; GONZÁLEZ & WATLING, 2003a; GONZÁLEZ & WATLING, 2003b; BALDINGER, 2004; PEREIRA, 2004; GONZÁLEZ et al., 2006; CARDOSO et al., 2011; BUENO et al., 2013; RODRIGUES et al., 2014). A diversidade de espécies de *Hyaella* vem aumentando expressivamente nos últimos anos, mas muitas espécies foram coletadas atualmente, porém ainda não foram descritas como pelo menos 100 espécies coletadas no Lago Titicaca na Bolívia (GONZÁLEZ & WATLING, 2003b).

No Brasil são conhecidas 23 espécies de *Hyaella* (BASTOS-PEREIRA & BUENO, 2013; BUENO et al., 2013; RODRIGUES et al., 2014; CARDOSO et al., 2014; BUENO et al., 2014), sendo que a região Sul do Brasil apresenta a maior diversidade. De acordo com González et al. (2006), Cardoso et al. (2011) e Bastos-Pereira (2014), no Rio Grande do Sul já foram descritas 9 espécies do gênero *Hyaella*: *H. bonariensis* Bond-Buckup, Araujo & Santos, 2008; *H. castroi* González, Bond-Buckup & Araujo, 2006; *H. pleoacuta* González, Bond-Buckup & Araujo, 2006; *H. curvispina* Shomaker, 1942; *H. montenegrinae* Bond-Buckup & Araujo, 1998; *H. pseudoazteca* González & Watling, 2003; *H. pampeana* Cavalieri, 1968; *H. imbya* Rodrigues & Bueno, 2012; *H. kaingang* Bueno & Araujo, 2013. No entanto no Estado do Paraná há registro de ocorrência de apenas uma espécie (*H. brasiliensis* Bousfield, 1996) e em Santa Catarina há espécimes coletados que possivelmente são espécies ainda desconhecidas da ciência (BASTOS-PEREIRA, 2014).

As espécies do gênero *Hyaella* são membros importantes da fauna bentônica de ambientes dulcícolas e apresentam diferentes hábitos alimentares, sendo registradas espécies herbívoras, carnívoras, onívoras e detritívoras (COOPER, 1965; WITT & HEBERT, 2000; VÄINÖLA et al., 2008). Estes crustáceos anfípodos trituraram partículas orgânicas grossas, importam e consomem algas e bactérias microbianas (MURKIN & ROSS, 2000) desempenhando assim um importante papel no sentido de facilitar o fluxo de energia no ambiente aquático, atuando diretamente na conversão de energia em matéria orgânica fina particulada (WEN, 1992).

As espécies do gênero *Hyaella* podem ser encontradas associadas à macrófitas, nadando na coluna d'água ou enterradas em tocas do sedimento permanentes de lagos, reservatórios e riachos (KRUSCHWITZ, 1978; WELLBORN, 1995). A maioria das espécies vive em ambientes epígeos, porém algumas espécies são encontradas tanto em ambientes epígeos quanto hipógeos e outras em ambiente troglóbios (PEREIRA, 1989; CARDOSO et al., 2011). Algumas espécies de *Hyaella* foram encontradas em cavernas como: *H. caeca* Pereira, 1989, *H. spelaea* Bueno & Cardoso, 2011, *H. imbya* Rodrigues & Bueno, 2012, *H. anophthalma* Ruffo, 1957, *H. muerta* Baldinger Threlhoff & Shepard, 2000, *H. veredae* Cardoso, Araujo Bueno & Ferreira, 2014 e *H. formosa* Cardoso Araujo Bueno & Ferreira, 2014 (CARDOSO et al., 2014). No entanto, apenas a espécie *H. rionegrina* Grosso & Peralta, 1999 é conhecida por habitar solos úmidos em uma floresta de gimnospermas na Argentina (GROSSO & PERALTA, 1999).

Os anfípodos são amplamente utilizados em trabalhos ecológicos e como bioindicadores de qualidade da água, pois possuem características essenciais a tais estudos,

como facilidade de coleta e manuseio, sensibilidade a poluentes e metais pesados, ciclo de vida curto, desenvolvimento direto e podem ser facilmente cultivados em laboratório (KRUSCHWITZ, 1978; DUAN et al., 1997). O número de espécies padronizadas para testes de toxicidades permanece limitado devido ao fato de que a maioria dos testes implica em cultivos contínuos de organismos-teste em estado saudável em número suficiente, o que restringe a seleção das espécies utilizadas (BRENDONCK & PERSOONE, 1993). Na maioria das vezes apenas as espécies *Hyaella azteca* Saussure, 1858 e *Gammarus lacustris* Sars, 1863 são utilizadas em testes de toxicidade (BUYLE, 1989; NELSON & BRUNSON, 1995; DUAN, et al., 1997; DUTRA et al., 2008, 2009).

Para que novas espécies do gênero *Hyaella* possam ser utilizadas em testes de toxicidade é necessário aprofundar o conhecimento sobre a biologia, a ecologia e fisiologia a partir de novos estudos tanto de animais coletados em ambiente natural como em cultivo em laboratório. Alguns aspectos como as estratégias reprodutivas e respostas comportamentais dos crustáceos podem indicar a sensibilidades destes animais a certos ambientes podendo ser importantes para a interpretação de dados sobre estudos da bioindicação e para o desenvolvimento de estudos ecotoxicológicos (RINDERHAGEN et al., 2000).

A caracterização da estrutura populacional é um conhecimento de base e fornece subsídios ao conhecimento do equilíbrio ecológico das populações naturais (HUTCHINSON, 1981; SANTOS et al., 1995). Para os anfípodos, a estrutura populacional tem sido analisada, principalmente, pela distribuição dos indivíduos em classes de tamanho, densidade populacional, distribuição etária, proporção sexual, período reprodutivo, recrutamento e crescimento (LA FRANCE & RUBER, 1985; WILSON & PARKER, 1996; MOORE & WONG, 1996; COSTA & COSTA, 1999; CUNHA et al., 2000; GONÇALVES et al., 2003; MARQUES et al., 2003; GUERAO, 2003; DIAS & SPRUNG, 2004; APPADOO & MYERS, 2004; KEVREKIDIS, 2004, 2005; SUBIDA et al., 2005).

Os trabalhos sobre ecologia das espécies de *Hyaella* existentes no Brasil restringem-se a dois estudos populacionais desenvolvidos por Castiglioni & Bond-Buckup (2008) com duas espécies nativas do Estado do Rio Grande do Sul (*H. pleoacuta* e *H. castroi*) e por Rodrigues (2011) o qual avaliou a distribuição e alguns aspectos populacionais de espécies do gênero *Hyaella* amostradas também no Estado do Rio Grande do Sul. Recentemente no Estado de Minas Gerais, Bastos-Pereira (2014) estudou a ecologia de populações e a biologia reprodutiva das espécies *Hyaella longistila*, Faxon, 1876 e *Hyaella carstica* Bastos-Pereira & Bueno, 2012.

As pesquisas sobre os aspectos de uma população são essenciais, pois fornecem informações não somente sobre a biologia das espécies, mas de toda sua conexão com o ambiente, sua estabilidade, produtividade e sua função na cadeia trófica do ecossistema (COOPER, 1965). A compreensão da dinâmica de uma população serve de base para medidas de preservação das espécies, pois a partir dos resultados obtidos, como taxas de crescimento e nascimento, reprodução e mortalidade, pode-se supor e determinar se uma população está em expansão ou se pode vir a entrar em extinção (COOPER, 1965; MUSKÓ, 1993).

Para o conhecimento do ciclo de vida das espécies não basta apenas avaliar a dinâmica populacional, mas também conhecer aspectos da biologia reprodutiva. Assim, no ciclo de vida dos animais a reprodução é considerada um evento crítico visto que está relacionada com a capacidade reprodutiva na qual é necessário direcionar uma grande quantidade de energia corporal durante todo o processo (LÓPEZ-GRECO & RODRÍGUEZ, 1999). No entanto, o estudo da biologia reprodutiva em crustáceos compreende dois aspectos distintos: a) eventos relacionados com a corte, incluindo processos que antecedem e estendem-se até o comportamento de cópula; b) o ciclo reprodutivo de uma espécie, como a maturidade sexual, o desenvolvimento dos ovos e as relações entre reprodução e ciclo de muda (GONZÁLEZ-GURRIARÁN, 1985).

O dimorfismo sexual dos anfípodos é representado pelo segundo par de gonatópodos ampliados nos machos e pelos oostegitos que juntamente com a superfície ventral do tórax formam o marsúpio nas fêmeas (MORRIT & SPICER, 1996). O segundo par de gonatópodos avantajados dos machos é utilizado para conduzir a fêmea durante comportamento pré-copulatório (KRUSCHWITZ, 1978).

No comportamento reprodutivo dos crustáceos anfípodos podem ser identificadas diferentes etapas como: etapa 1- localização do parceiro, o qual é auxiliado pela secreção de ferormônios; etapa 2- formação do casal, sendo estimulada pelo contato e estímulos devido à liberação de ferormônios; etapa 3- macho e fêmea permanecem juntos até a fêmea sofrer muda; etapa 4- cópula, a qual ocorre brevemente após a muda da fêmea e é provavelmente estimulada por ferormônios (BOROWSKY, 1991). De acordo com este mesmo autor na maioria das espécies de anfípodos estudadas pode-se encontrar a mesma fisiologia reprodutiva básica e as mesmas quatro fases, porém em alguns casos as três primeiras etapas podem diferir dependendo da adaptação aos diferentes ambientes onde habitam.

Os crustáceos jovens ou imaturos sofrem transformações morfológicas e fisiológicas chegando então à maturidade sexual e passam a produzir gametas que podem fertilizar ou serem fertilizados (MANTELATTO, 2003). A maturidade sexual das fêmeas de anfípodos,

assim como as espécies em *Hyalella*, são facilmente identificadas pelos seus ovários desenvolvidos, os quais são externamente visíveis de coloração verde escuro e pela presença de um marsúpio e/ou ovos dentro do marsúpio. Nos machos a maturidade sexual é determinada pelo alargamento completo do própodo do segundo par de gnatópodos (KRUSCHWITZ, 1978; NELSON & BRUNSON, 1995). De acordo com Borowsky (1991) o comportamento pré-copulatório é o indicativo mais preciso de que machos e fêmeas estão aptos a reprodução.

Após as espécies de anfípodos terem atingido a maturidade sexual ocorre à indução do comportamento reprodutivo através da liberação de ferormônios denominado então de comportamento pré-copulatório ou amplexo (BOROWSKY, 1991). Durante o período pré-copulatório os machos transportam as fêmeas junto à região torácica por dias prendendo seu primeiro par de gnatópodos nas placas coxais da fêmea. Como o esperma não pode ser estocado pelas fêmeas, os machos maduros permanecem pareados com as fêmeas até a ovulação e fertilização (BOROWSKY, 1991). Devido ao elevado custo energético deste comportamento (CALOW, 1979), os machos apenas iniciam o pareamento com as fêmeas quando a ovulação está prestes a ocorrer (IRIBARNE et al., 1996).

Após a cópula o casal separa-se para permitir a muda pré-puberal da fêmea (HYNES, 1955). Os ovos são liberados diretamente dentro do marsúpio das fêmeas, onde ocorre a fertilização dos mesmos, sendo que estes eclodem com a morfologia corporal semelhante a do adulto (desenvolvimento direto) (STRONG, 1972; BOROWSKY, 1991; STEELE & STEELE, 1991; MORRIT & SPICER, 1996). Assim o desenvolvimento dos anfípodos pode ser dividido em duas etapas: 1) período embrionário - da ovulação a eclosão; 2) período juvenil - da eclosão a emergência dos juvenis do marsúpio (BOROWSKY, 1980).

O marsúpio é local onde ocorre a fertilização e a incubação dos ovos (BOROWSKY, 1991). Essa estrutura é formada pela superfície ventral dos segmentos torácico e por seis placas laminadas que se localizam na dimensão entre as bases das coxas 2 e 5: os oostegitos (CHAPMAN, 2007). O marsúpio confere aos embriões e aos juvenis marsupiais proteção contra predação (SHILLAKER & MOORE, 1987; THIEL, 1999a) onde esta proteção pode resultar numa tendência de as espécies produzirem poucos embriões, mas estes são maiores quando comparados às espécies que não apresentam nenhum cuidado com a prole (SHEADER, 1977).

Algumas espécies de crustáceos peracáridos apresentam um cuidado parental logo após a eclosão dos juvenis (AOKI, 1997; THIEL, 1998; THIEL, 1999a, b), no qual os juvenis podem permanecer aderidos ao corpo das fêmeas (AOKI & KIKUCHI, 1991; AOKI, 1999;

THIEL 2003), dentro do marsúpio das fêmeas (CASTIGLIONI & BOND-BUCKUP, 2007) ou em moradias dos pais, como tubos ou tocas (THIEL, 1999c; THIEL, 2003b).

Outro aspecto importante na caracterização da biologia reprodutiva de uma espécie pode-se citar o período reprodutivo o qual é definido como o intervalo de tempo no qual as fêmeas de uma determinada população encontram-se ovíferas, podendo apresentar picos na frequência destas fêmeas onde estes podem estar associados às variações de fatores bióticos e abióticos como temperatura, luz e disponibilidade de alimento, entre outros (SASTRY, 1983).

Em relação ao ciclo de vida é importante salientar a fecundidade que é um importante parâmetro reprodutivo a qual corresponde ao número de ovos produzidos por uma fêmea em uma simples desova ou durante um determinado período do seu ciclo de vida (BOURDON, 1962; SASTRY, 1983). Calcular a fecundidade inclui tanto uma ferramenta para medir o potencial reprodutivo dos indivíduos de uma dada população, quanto em um pré-requisito para compreender a evolução das estratégias reprodutivas (BASTOS-PEREIRA, 2014).

O número de ovos e a taxa na qual este são produzidos pelas fêmeas das espécies de anfípodos pode ser característico da espécie e pode possuir significância tanto para a sua estratégia de história de vida como para a sua ecologia. Entretanto, o número de ovos produzidos por uma determinada espécie pode variar de acordo com a idade e o tamanho da fêmea e também por influência de fatores ambientais, especialmente temperatura e disponibilidade de alimento (MARANHÃO & MARQUES, 2003; CASTIGLIONI & BOND-BUCKUP, 2009).

VAN DOLAH & BIRD (1980) consideraram os crustáceos anfípodos como organismos ideais para analisar e comparar a produção de ovos por diversos motivos como: (a) o desenvolvimento dos ovos é completado dentro do marsúpio; (b) o desenvolvimento é direto com a prole eclodindo com a forma de juvenil; (c) o tempo de desenvolvimento, história de vida e ecologia de muitas espécies já foi descrito na literatura e (d) o tamanho e número de ovos são facilmente mensurados.

Até o presente momento apenas Castiglioni & Bond-Buckup (2007, 2008b, 2009) publicaram estudos aspectos reprodutivos de duas espécies simpátricas de *Hyaella* encontradas no sul da América do Sul. Além disto, recentemente Bastos-Pereira (2014) avaliou a ecologia e a biologia reprodutiva de duas espécies de *Hyaella* nativas do Estado de Minas Gerais, mas os seus resultados ainda não foram publicados. Diante do exposto, torna-se então necessário o desenvolvimento de novas pesquisas acerca da biologia reprodutiva do gênero, principalmente das espécies brasileiras.

OBJETIVOS

Devido a importância do gênero *Hyaella* para os ecossistemas aquáticos onde habitam e da falta de estudos sobre a ecologia e reprodução destes organismos, esta dissertação foi realizada com o objetivo de caracterizar a estrutura populacional e a biologia reprodutiva de duas espécies do gênero *Hyaella* (*Hyaella* sp. 1 e *Hyaella* sp. 2) que ocorrem em Palmeira das Missões, Estado do Rio Grande do Sul. Assim, a presente dissertação foi dividida em dois capítulos como mencionado abaixo.

No primeiro capítulo analisaram-se os aspectos populacionais como o tamanho corpóreo (Comprimento do cefalotórax – mm) mínimo, máximo e médio (\pm desvio padrão) de machos e fêmeas, a distribuição em frequência de classes de tamanho de comprimento do cefalotórax total e sazonal, a proporção sexual total, mensal, sazonal e por classes de tamanho de comprimento do cefalotórax, o período reprodutivo e o recrutamento.

Para o segundo capítulo analisaram-se os aspectos reprodutivos como a maturidade sexual, a frequência de pareamento e a fecundidade.

REFERÊNCIAS

AOKI, M. & KIKUCHI, T. Two types of maternal care for juveniles observed in *Caprella decipiens* Mayer, 1890 (Amphipoda: Caprellidae). **Hydrobiologia**, v. 223, p. 229- 237, 1991.

AOKI, M. Comparative study of mother-young association in caprellid amphipods: is maternal care effective. **Journal of Crustacean Biology**, v. 17, p. 447-458, 1997.

AOKI, M. Morphological characteristics of young, maternal care behaviour and microhabitat use by caprellid amphipods. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 79, p. 629-638, 1999.

APPADOO, C. & MYERS, A.A. Reproductive bionomics and life history traits of three gammaridean amphipods, *Cymadusa filosa* Savigny, *Ampithoe laxipodus* Appadoo and Myers and *Mallacoota schellenbergi* Ledoyer from tropical Indian Ocean (Mauritius). **Acta Oecologica**, v. 26, p. 227-238, 2004.

BALDINGER, A. J. A new species of *Hyaella* (Crustacea, Amphipoda, Hyaellidae) from Ash Springs, Lincoln Country, USA, with a key to the species of the genus in North America and the Caribbean region. **Journal of Natural History**, v. 38, p. 1087-1096, 2004.

BASTOS- PEREIRA, R.; BUENO, A.A.P. A new species of freshwater amphipod (Dogielinotidae, Hyalella) from Southeastern Brazil. **Nauplius**, v. 21, p. 79-87. 2013.

BASTOS- PEREIRA, R. **Ecologia de populações e biologia reprodutiva em *Hyalella* (Crustacea, Amphipoda, Hyalellidae)**. 2014. 111 p. Dissertação (Mestrado Ecologia Aplicada), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

BENTO, F.M. & BUCKUP, L. Subordem Gammaridea. *In*: BUCKUP, L. & BOND-BUCKUP, G. **Os Crustáceos do Rio Grande do Sul**. Editora da Universidade, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 502 p, 1999.

BOROWSKY, B. Reproductive patterns of three intertidal salt-marsh gammaridean amphipods. **Marine Biology**, v. 55, p. 327-334, 1980.

BOROWSKY, B. Patterns of reproduction of some amphipod crustaceans and insights into the nature of their stimuli. *In*: BAUER, R.T. & MARTIN, W. **Journal of Crustacean Sexual Biology**, 355p, 1991.

BOURDON, R. Observations préliminaires sur la ponte des xanthidae. **Bulletin de la Societe Lorraine des Sciences**, v. 2, p. 2-27, 1962.

BRANDINI, F. P.; LOPES, R. M.; GUTSEIT, K. S.; SPACH, H. L. & SASSI, R. Planctonologia na plataforma continental do Brasil - Diagnose e revisão bibliográfica, **Avaliação do potencial sustentável de recursos vivos na Zona Econômica Exclusiva**. MMA/CIRM/Femar. 196 p, 1997.

BRENDONCK, L. & PERSOONE, G. Biological/ecological characteristics of large freshwater branchiopods from endorheic regions and consequences for their use in cystbased toxicity test. *In*: SOARES, A.M.V.M. & P. CALOW. **Progress in standardization of aquatic toxicity test**. Lewis Publishers, 1993.

BUENO, A.A.P.; ARAUJO, P.B.; CARDOSO, G.M.; GOMES, K.M.; BOND-BUCKUP, G. Two new species of *Hyalella* (Amphipoda, Dogielinotidae) from Brazil. **Crustaceana**, v. 86, p. 802-819. 2013.

BUENO, A. A. P.; RODRIGUES, S. G.; ARAUJO, P.B. O estado da arte do gênero *Hyalella* Smith, 1874 (Crustacea, Amphipoda, Senticaudata, Hyalellidae) no Brasil. *In*: CARMINO HAYASHI. (Org.). **Tópicos de Atualização em Ciências Aquáticas**. 1ed. Uberaba: UFTM, 2014, v. 1, p. 57-88, 2014

BUYLE, I.R.B.G. Ecotoxicological testes on benthic organisms. **Archiv für Hydrobiologie Beiheft Ergebnisse der Limnologie**, v. 33, p. 485-491, 1989.

CALOW, P. The cost of reproduction - a physiological approach. **Biological Review**, v. 54, p. 23-40, 1979.

CARDOSO, G.M.; BUENO, A. A. P.; FERREIRA, R.L. A new troglobiotic species of *Hyaella* (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae) from Southeastern Brazil. **Nauplius**, v. 19, p. 17-26, 2011.

CARDOSO, G.M.; ARAUJO, P.B.; BUENO, A.A.P. & FERREIRA, R.L. Two new subterranean species of *Hyaella* Smith, 1874 (Crustacea: Amphipoda: Hyaellidae) from Brazil. **Zootaxa**, v. 3814, p. 253-348, 2014.

CASTIGLIONI, D.S.; GARCIA-SCHROEDER, D.; BARCELOS, D.F.; BOND-BUCKUP, G. Intermolt duration and pstembrionic growth of two sympatric species of *Hyaella* (Amphipoda, Dogielinotidae) in laboratory conditions. **Nauplius**, v. 15, p. 57-64, 2007.

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**, v. 41, p. 25-28, 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**, v. 33, p. 36-48, a2008.

CASTIGLIONI, D. S.; BOND-BUCKUP, G. Pairing and reproductive success in two sympatric species of *Hyaella* (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae) from southern Brazil. **Acta Oecologica**, v. 33, p. 49-55, b2008.

CASTIGLIONI, D. S.; BOND-BUCKUP, G. Egg production of two sympatric species of *Hyaella* Smith, 1874 (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae) in aquaculture ponds in southern Brazil. **Journal of Natural History**, v. 43, p. 1273-1289, 2009.

CASTIGLIONI, D. S. **Os ciclos biológicos de duas espécies simpáticas 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.

CHAPMAN, J.W. Amphipoda. IN: **The light and Smith manual: intertidal invertebrates from central California to Oregon**. Oregon: Oregon State University, p. 545-618, 2007.

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

COSTA, F.O. & COSTA, M.H. Life history of the amphipod *Gammarus locusta* in the Sado estuary (Portugal). **Acta Oecologica**, v. 20, p. 305-314, 1999.

CUNHA, M.R.; SORBE, J.C. & MOREIRA, M.H. The amphipod *Corophium multisetosum* (Corophiidae) in Ria de Aveiro (NW Portugal). I. Life history and aspects of reproductive biology. **Marine Biology**, v. 137, p. 637-650, 2000.

DIAS, N. & SPRUNG, M. Population dynamics and production of the amphipod *Orchestia gammarellus* (Talitridae) in a ria Formosa saltmarsh (southern Portugal). **Crustaceana**, v. 76, p. 1123-1141, 2004.

DUAN, Y.; GUTTMA, S.I. & ORIS, JT. Genetic differentiation among laboratory populations of *Hyalella azteca*: implications for toxicology. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 16, p. 691-695, 1997.

DUFFY, J. E.; THIEL, M. **Evolutionary ecology of social and sexual systems: crustaceans as model organisms**. Oxford: Oxford University. 519 p, 2007.

DUTRA, B.K., FERNANDES, F.A., OLIVEIRA, G.T., Carbofuran-induced alterations in biochemical composition, lipoperoxidation and Na⁺/K⁺ATPase activity of *Hyalella pleoacuta* and *Hyalella curvispina* (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae) in bioassays. **Comparative Biochemistry and Physiology C**, v. 147, p. 179-188, 2008.

DUTRA, B.K., FERNANDES, F.A., LAUFER, A.L., OLIVEIRA, G.T., Carbofuran-induced alterations in biochemical composition, lipoperoxidation and Na⁺/K⁺ATPase activity of *Hyalella castroi* (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae) in bioassays. **Comparative Biochemistry and Physiology C**, v. 149, p. 640-646, 2009.

GONÇALVES, S.C.; MARQUES, J. C.; PARDAL, M.A.; BOUSLAMA, M.F.; EL GTARI, M.; CHARFICHEIKHROUHA, F. Comparison of the biology, dynamics, and secondary production of *Talorchestia brito* (Amphipoda, Talitridae) in Atlantic (Portugal) and Mediterranean (Tunisia) populations. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 58, p. 901-916, 2003.

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

GONZÁLEZ, E.R. & WATLING, L. A new species of *Hyaella* from the Andes in Peru (Crustacea: Hyaellidae). **Revista de Biología Tropical**, v. 50, p. 649-658, a2002.

GONZÁLEZ, E.R. & WATLING, L. Redescription of *Hyaella azteca* from its type locality, Vera Cruz, Mexico (Amphipoda: Hyaellidae). **Journal of Crustacean Biology**, v. 22, p. 173-183, b2002.

GONZÁLEZ, E.R. & WATLING, L. A new species of *Hyaella* from the Patagonia, Chile, with the redescription of *H. simplex* Schellenberg, 1943 (Crustacea: Amphipoda). **Journal of Natural History**, v. 37, p. 2077-2094, a2003.

GONZÁLEZ, E.R. & WATLING, L. A new species of *Hyaella* from Brazil (Crustacea: Amphipoda), and redescriptions of three other species in the genus. **Journal of Natural History**, v. 37, p. 2045-2076, b2003.

GONZÁLEZ-GURRIARÁN, E. Reproducción de la nécora *Macropipus púber* (L) (Decapoda, Brachyura), y ciclo reproductivo en la Ría de Arousa (Galicia, NW España). **Boletín del Instituto Español de Oceanografía**, v. 2, p. 10-32, 1985.

GROSSO, L. & PERALTA, M. Anfípodos de agua dulce sudamericanos. Revisión del género *Hyaella* Smith. **Acta Zoologica Lilloana**, v. 45, p. 79-98, 1999.

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

HARTNOLL, R.G. & GOULD, P. Brachyuran life history strategies and the optimization of egg production. **Symposia of the Zoological Society of London**, Oxford, v. 59, p. 1-9, 1988.

HINOJOSA, I. A. & THIEL, M. Floating marine debris in fjords, gulfs and channels of southern Chile. **Marine Pollution Bulletin**, v. 58, p. 341-350, 2009.

HUTCHINSON, G.E. **Introducción a la ecología de poblaciones**. Editora Blume, Barcelona. 492 p, 1981.

HYNES, H.B.N. The reproductive cycle of some British freshwater gammaridae. **Journal of Animal Ecology**, v. 24, p. 352-387, 1955.

IRIBARNE, O.; FERNANDEZ, M. & AMSTRONG, D. Male choice in the amphipod *Eogammarus ociani* Bousfield: the role of current velocity, random assortment, habitat heterogeneity and male's behavior. **Marine and Freshwater Behavioral Physiology**, v. 27, p. 223-237, 1996.

ISHIKAWA, T. & URABE, J. Population dynamics and production of *Jesogammarus annandalei*, an endemic amphipod, in Lake Biwa, Japan. **Freshwater Biology**, v. 47, p. 1935-1943, 2002.

KEVREKIDIS, T. Population dynamics, growth and reproduction of *Corophium insidiosum* (Crustacea: Amphipoda) at low salinities in Monolimni lagoon (Evros Delta, north Aegean Sea). **Hydrobiologia**, v. 522, p. 117-132, 2004.

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

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

LA FRANCE, K. & RUBER, E. The life cycle and productivity of the amphipod *Gammarus mucronatus* on a northern Massachusetts salt marsh. **Limnology and Oceanography**, v. 30, p. 1067-1077, 1985.

LÓPEZ-GRECO, L.S. & RODRÍGUEZ, E.M. Annual reproduction and growth of adult crabs *Chasmagnathus granulata* (Crustacea, Brachyura, Grapsidae). **Cahiers de Biologie Marine**, v. 40, p. 155-164, 1999.

LOWRY, J.K.; MYERS, A.A. A phylogeny and classification of the Senticaudata subord. Nov. (Crustacea: Amphipoda). **Zootoxa**, v. 3610, p. 1-80, 2013.

MANTELATTO, F.L.M. Biologia e ecologia dos crustáceos decápodes: uma análise na evolução da investigação. **Tese de Livre-Docência**, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 2003.

MARANHÃO, P. & MARQUES, J C. The influence of temperature and salinity on the duration of embryonic development, fecundity and growth of the amphipod *Echinogammarus marinus* Leach (Gammaridae). **Acta Oecologica**, v. 24, p. 5-13, 2003.

MARQUES, J.C.; GONÇALVES, S.C.; PARDAL, M.A.; CHELAZZI, L.; COLOMBINI, I.; FALLACI, M.; BOUSLAMA, M.F.; EL GTARI, M; CHARFI-CHEIKHROUHA, F.; SCAPINI, F. Comparison of *Talitrus saltator* (Amphipoda, Talitridae) biology, dynamics, and secondary production in Atlantic (Portugal) and Mediterranean (Italy and Tunisia). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 58, p. 127-148, 2003.

MARTIN, J.W. & DAVIS, G.E. An Updated Classification of the Recent Crustacea. **Natural History Museum of Los Angeles**, 124 p, 2001.

MOORE, P.G. & WONG, Y.M. Observations on the life history of *Orchomene nanus* (Kroyer) (Amphipoda: Lysionanassoidea) at Millport Scotland as deduced from baited trapping. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 195, p. 53-70, 1996.

MORRIT, D. & SPICER, J.I. The culture of eggs and embryos of amphipod crustaceans: implications for brood pouch physiology. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 76, p. 361-376, 1996.

MURKIN, H. & ROSS, L.C.M. Invertebrates in prairie wetlands. In: MURKIN, H.; CLARK, W. **Prairie wetland ecology: the contribution of the Marsh Ecology Research Program**. Iowa State University Press, p 201-247, 2000.

MUSKÓ, I.B. Qualitative and quantitative relationships os Amphipoda (Crustacea) living on macrophytes in Lake Balaton (Hungary). **Hydrobiologia**, v. 191, p. 269-274, 1990.

MUSKÓ, I.B. Life history of *Corophium curvispinum* G. O. Sars (Crustacea, Amphipoda) living on macrophytes in Lake Balaton. **Hydrobiologia**, v. 243/244, p. 197-202, 1993.

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

PEREIRA, V.F.G. Uma espécie de anfípode cavernícola do Brasil - *Hyaella caeca* sp. n. (Amphipoda, Hyaellidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 6, p. 49-55, 1989.

PEREIRA, V.F.G.C. *Hyaella dielaii* sp. nov. from São Paulo Brazil (Amphipoda, Hyaellidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, p. 179-184, 2004.

PILGRIM, W. & BURT, M.D.B. Effect of acute pH depression on the survival of the freshwater amphipod *Hyalella azteca* at variable temperatures: field and laboratory studies. **Hydrobiologia**, v. 254, p. 91-98, 1993.

RINDERHAGEN, M.; RITTERHOFF, J. & ZAUKE, G.P. Crustaceans as bioindicators. Biomonitoring of Polluted Water - Reviews on Actual Topics (A. Geerhardt, ed.), Trans Tech Publications - Scitech Publications, **Environmental Research Forum**, v. 9, p. 161-194, 2000.

RODRIGUES, S. G.; BUENO, A. A. P. & FERREIRA, R. L. A new troglotrophic species of *Hyalella* (Crustacea, Amphipoda, Hyalellidae) with a taxonomic key for the Brazilian species. **Zootaxa**, v. 3815, p. 200–214, 2014.

SANTOS, S.; NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. & FRANSOZO, A. Estructura poblacional de *Portunus spinimanus* Latreille, 1819 (Crustacea, Brachyura, Portunidae) en la Enseada de la Fortaleza, Ubatuba (SP). **Revista de Investigaciones Marinas**, v. 16, p. 37-43, 1995.

SASTRY, A.N. Ecological aspects of reproduction. In: F.J. VERNBERG & VERNBERG, W.B. (Eds.). **The Biology of Crustacea: Environmental adaptations**. v. 8. Academic Press, 383 p, 1983.

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

SHEADER, M. Breeding and marsupial development in laboratory-maintained *Parathemisto gaudichaudi* (Amphipoda). **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 57, p. 943-954, 1977.

SHILLAKER, R.O. & MOORE, P.G. The biology of brooding in the amphipods *Lembos websteri* Bate and *Corophium bonnellii* Milne-Edwards. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 110, p. 113-132, 1987.

STEELE, D.H. & STEELE, V.J. Morphological and environmental restraints on egg production in amphipods. In: WENNER, A. & A. KURIS (Eds.). **Crustacean Egg production** - Crustacena Isses 7. A. A. Balkema, Rotterdam, 1991.

STRONG, Jr. D.R. Life history variation among populations of an amphipod (*Hyalella azteca*). **Ecology**, v. 53, p. 1103-1111, 1972.

SUBIDA, M.D.; CUNHA, M.R. & MOREIRA, M.H. Life history, reproduction, and production of *Gammarus chevreuxi* (Amphipoda: Gammaridae) in the Ria de Aveiro,

northwestern Portugal. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 24, p. 82-100, 2005.

THIEL, M. Extended parental care in marine amphipods. I. Juvenile survival without parents. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 227, p. 187-201, 1998.

THIEL, M. Extended parental care behavior in crustaceans - a comparative overview. **Crustacean Issues**, v. 12, p. 211-226, a1999.

THIEL, M. Extended parental care in marine amphipods. II. Maternal protection of juveniles from predation. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 234, p. 235-253, b1999.

THIEL, M. Duration of extended parental care in marine amphipods. **Journal of Crustacean Biology**, v. 19, p. 60-71, c1999.

THIEL, M. Extended parental care in crustaceans - an update. **Revista Chilena de Historia Natural**, v. 76, p. 205-218, a2003.

VAINOLA, R.; WITT, J.D.S.; GRABOWSKI, M.; BRADBURY, J.H.; JAZDZEWSKI, K. & SKET, B. Global diversity of amphipods (Amphipoda; Crustacea) in freshwater. **Hydrobiologia**, v. 595, p. 241-255, 2008.

VAN DOLAH, R.F. & BIRD, E. A comparison of reproductive patterns in epifaunal and infaunal gammaridean amphipods. **Estuarine and Coastal Marine Science**, v. 2, p. 593-604, 1980.

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

WEN, Y.H. Life history and production of *Hyaella azteca* (Crustacea, Amphipoda) in a hypereutrophic prairie pond in southern Alberta. **Canadian Journal of Zoology**, v. 70, p. 1417-1424, 1992.

WILSON, W.H. JR. & PARKER, K. The life history of the amphipod *Corophium volutator*: the effects of temperature and shorebird predation. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 196, p. 239-250, 1996.

WITT, J.D.S.; HEBERT, P.D.N. Cryptic species diversity and evolution in the amphipod genus *Hyaella* within central glaciated North America: a molecular phylogenetic approach. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 57, p. 687-698, 2000.

METOLOGIA GERAL

Os exemplares das espécies *Hyaella* sp. 1 (exemplares amostrados na nascente) (Figura 1) e *Hyaella* sp. 2 (exemplares amostrados no açude) (Figura 2) foram amostrados mensalmente no período de Agosto/2012 a Julho/2013. Foram amostrados um açude e uma nascente em uma propriedade rural privada conhecida como Sítio Taqui localizado no interior do município de Palmeira das Missões, Estado do Rio Grande do Sul ($27^{\circ}53'56''$ S - $53^{\circ}18'50''$ O) (Figura 3).

A área de Palmeira das Missões está localizada no Planalto Norte Rio-Grandense na região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Apresenta clima temperado caracterizado como mesotérmico brando com temperaturas médias entre 10°C e 15°C . (IBGE, 2014).

Primeiramente foram realizadas saídas de campo piloto para a padronização dos métodos de amostragem das espécies de *Hyaella* onde foram amostrados corpos de água doce como açudes, banhados e riachos. Após esta saída de campo piloto foram definidos dois pontos de coleta permanente, pontos estes que apresentaram grande quantidade de exemplares de *Hyaella*. Os pontos de coleta foram definidos como P1 (a nascente - $27^{\circ}57'52,79''$ S $53^{\circ}14'02,59''$ O) na qual foram amostrados o corpo d'água e o ralo formado pela água da nascente que escoava para um pequeno córrego (Figura 4). Este ponto de amostragem apresentava macrófitas na superfície da água, gramíneas e pteridófitas e arbustos os quais sombreavam toda a nascente, mas os exemplares de *Hyaella* sp. 1 foram encontrados junto ao sedimento deste ponto. O ponto de coleta 2 (P2) refere-se a um açude raso (aproximadamente 30 cm) ($27^{\circ}57'54,30''$ S $53^{\circ}14'03,09''$ O) (Figura 5) nos quais as macrófitas do gênero *Salvinia* serviam de abrigo e suporte para os exemplares de *Hyaella* sp. 2.

Durante as amostragens, ainda em campo, as fêmeas ovígeras e os casais em comportamento pré-copulatório visíveis nas bandejas foram individualizados em microtubos antes do acondicionamento e transporte ao laboratório. Para a captura dos animais, as macrófitas presentes em cada ponto de amostragem foram retiradas cuidadosamente com puçá (malha de $250\ \mu\text{m}$), durante 20 minutos por uma pessoa e as mesmas foram acondicionadas em sacos plásticos e colocadas em isopor com gelo para serem transportadas ao laboratório. Posteriormente, em laboratório, as plantas foram lavadas em água corrente e os animais ficaram retidos em peneiras com malha de $0,177\ \text{mm}$. Todos os exemplares amostrados foram

identificados quanto à espécie, ao sexo e condição ovígera, através da presença de ovos ou juvenis dentro do marsúpio.

Para a identificação das espécies de *Hyaella* utilizou-se bibliografia especializada (PEREIRA, 1985, 1989; BOUSFIELD, 1996; BOND-BUCKUP & ARAUJO, 1998; GROSSO & PERALTA, 1999; GONZÁLEZ & WATLING, 2001, 2003; GONZÁLEZ, 2003; PEREIRA, 2004; GONZÁLEZ et al., 2006; BASTOS- PEREIRA & BUENO, 2013; BUENO, et al., 2013; RODRIGUES et al., 2014). Porém mesmo com a tentativa de identificação não foi possível definir a quais espécies pertencem os indivíduos coletados e possivelmente pode-se tratar de duas espécies novas ainda não descritas. Nomeamos então de *Hyaella* sp. 1 para a espécie encontrada na nascente e *Hyaella* sp. 2 para a espécie encontrada no açude. Cabe salientar que *Hyaella* sp. 1 é muito parecida com *H. castroi*, no entanto as mesmas apresentam diferenças em relação ao padrão de distribuição de setas do urópodo 1, na forma do urópodo 3, no número de setas paposas presentes na face internas do gnatópodo 1, na forma do gnatópodo 2 do macho, especialmente no lobo do carpo e além disto, o formato do télson e o número e padrão de distribuição de setas desta estrutura. Por outro lado, a espécie chamada no presente trabalho de *Hyaella* sp. 2 apresenta uma morfologia externa semelhante a *H. bonariensis*, no entanto estas espécies diferem com relação a forma e número de setas do gnatópodo 2 do macho, número de setas presentes na palma interior do gnatópodo 1 do macho, padrão de distribuição e número de setas do urópodo 1. Além disto, *H. bonariensis* apresenta duas setas paposas na maxila 2 e *Hyaella* sp. 2 possui apenas uma seta paposa neste apêndice.

As diferentes espécies de *Hyaella* foram reunidas em quatro categorias demográficas: juvenis (indivíduos sem caráter sexual secundário desenvolvido como o gnatópodo nos machos e o marsúpio nas fêmeas), machos (indivíduos com o gnatópodo 2 bem desenvolvido), fêmeas (indivíduos com oostegitos e gnatópodo 2 pequeno) e fêmeas ovígeras (fêmeas que carregavam ovos ou juvenis dentro do marsúpio) (BOROWSKY, 1991; CASTIGLIONI & BOND-BUCKUP, 2008a).

Os espécimes de *Hyaella* foram mensurados quanto ao comprimento do cefalotórax da margem anterior do rostro até a margem posterior do cefalotórax (região corpórea chamada também de comprimento da cabeça) sob uma ocular micrométrica de estereomicroscópio. De acordo com Castiglioni & Bond-Buckup (2008a) o comprimento do cefalotórax apresenta correlação positiva com o comprimento total do corpo onde então esta dimensão pode representar o tamanho dos indivíduos do gênero *Hyaella*.

Juntamente com a amostragem dos animais, foram mensurados mensalmente alguns parâmetros físicos e químicos da água como a temperatura do ar, temperatura da água, pH e condutividade.

Posteriormente foram realizadas para as espécies *Hyaella* sp. 1 e *Hyaella* sp. 2 a caracterização da estrutura populacional e a biologia reprodutiva. Para a análise da estrutura populacional analisou-se a distribuição em frequência de classes de tamanho de comprimento do cefalotórax total e sazonal, o tamanho do corpo (Comprimento do cefalotórax – mm) mínimo, máximo e médio (\pm desvio padrão) de machos e fêmeas, a proporção sexual total, mensal, sazonal e por classes de tamanho de comprimento do cefalotórax (mm), o período reprodutivo e o recrutamento. Na análise da biologia reprodutiva foram estimados a maturidade sexual, a frequência de pareamento e a fecundidade total, sazonal e por estágio de desenvolvimento embrionário.

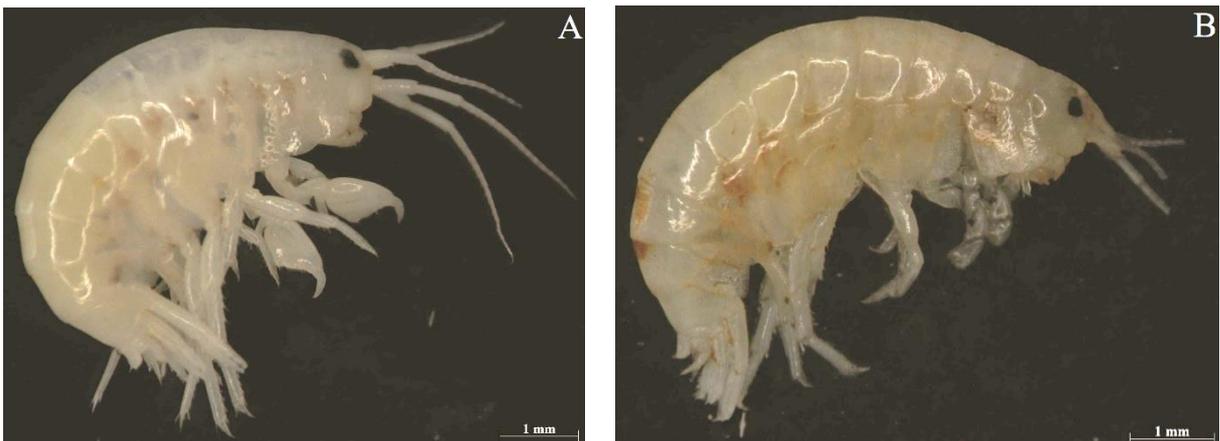


Figura 1- Exemplo macho (A) e fêmea (B) de *Hyaella* sp. 1. Barra: 1 mm.

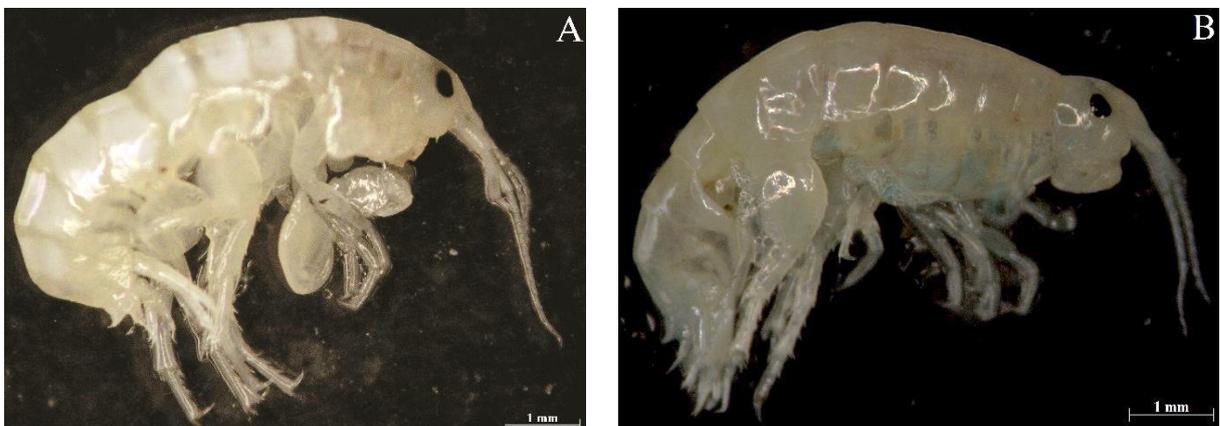


Figura 2- Exemplo macho (A) e fêmea (B) de *Hyaella* sp. 2. Barra: 1 mm.

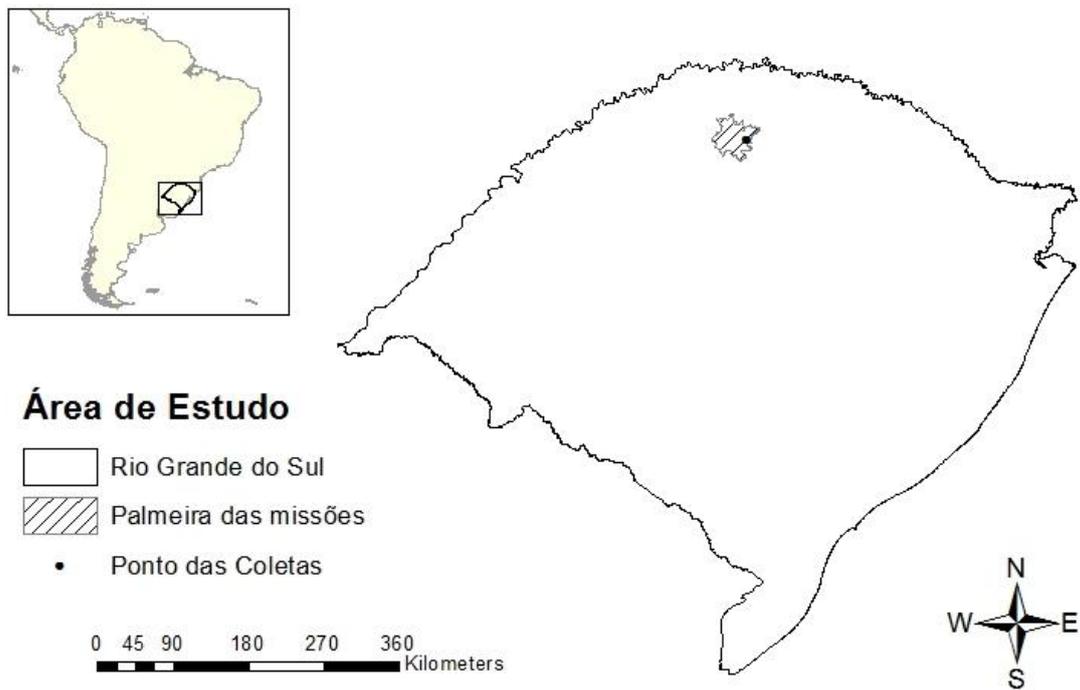


Figura 3- Localização do município de Palmeira das Missões, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.



Figura 4- Ponto de amostragem referente ao local de coleta P1, Nascente.



P2- Açude



P2- Açude



P2- Macrófitas do açude

Figura 5- Ponto de amostragem referente ao local de coleta P2, Açude.

Tabela 1- Parâmetros ambientais dos pontos de amostragem, Sítio Taqui, Palmeira das Missões, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

	Condutividade (σ)		pH		Temperatura da água (°C)		Temperatura do ar (°C)	
	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2
Ago 12	2,9	15,2	7,09	6,2	18,1	18,5	19	18,9
Set 12	24,3	20,9	6,07	6,44	17,7	18	16,9	22,3
Out 12	18	18,5	6,28	6	21,3	21,1	22	23,1
Nov 12	11,8	22	6,55	6,48	19,2	20,5	22,7	23,6
Dez 12	17,5	-18	6,6	7,15	20,3	20,6	21,6	22,3
Jan 13	26,8	7,7	6,4	6,73	19,1	20,2	20,2	20
Fev 13	28,9	18,7	6,36	6,57	19,03	20,4	21,5	22,9
Mar 13	42	40	6,24	6,86	19,5	24	20,6	23,6
Abr 13	41,7	41,1	6,02	6,23	19,2	18	17	18,8
Mai 13	30	30,2	6,3	6,35	18,2	18,7	18,7	19,2
Jun 13	20,5	32,2	6,45	6,22	17,5	18,2	18,2	18,6
Jul 13	9,1	47	6,8	6,11	17,8	16	19,6	18,2

Nota: os parâmetros ambientais estão expressos em valores médios; P1= ponto 1; P2= ponto 2.

REFERÊNCIAS

- BASTOS-PEREIRA, R.; BUENO, A.A.P. A new species of freshwater amphipod (Dogielinotidae, Hyalella) from Southeastern Brazil. **Nauplius**, v. 21, p. 79-87, 2013.
- BOND-BUCKUP, G.; ARAUJO, P.B., *Hyalella montenegrinae* sp. n., um Amphipoda de águas continentais do sul do Brasil (Crustacea, peracarida, hyalellidae). **Nauplius**, v. 6, p. 53-59, 1998.
- BOROWSKY, B. Patterns of reproduction of some amphipod crustaceans and insights into the nature of their stimuli. *In*: BAUER, R.T. & W. MARTIN (Eds). **Journal of Crustacean Sexual Biology**. New York, Columbia, 355p, 1991.
- BOUSFIELD, E.L. A contribution to the reclassification of Neotropical freshwater hyalellid amphipods (Crustacea: Gammaridea, Talitroidea). **Bolletino del Museo Civico di Storia Naturale de Verona**, v. 20, p. 175-224, 1996.
- BUENO, A.A.P.; ARAUJO, P.B.; CARDOSO, G.M.; GOMES, K.M.; BOND-BUCKUP, G. Two new species of *Hyalella* (Amphipoda, Dogielinotidae) from Brazil. **Crustaceana**, v. 86, p. 802-819, 2013.
- CASTIGLIONI, D. S.; BOND-BUCKUP, G. Ecological traits of two sympatric species of *Hyalella* Smith, 1874 (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae) from southern Brazil. **Acta Oecologica**, v. 33, p. 36-48, a2008.
- GONZÁLEZ, E.R. A família Hyalellidae. **PHD Thesis** Marine Biology, School of Marine Sciences, University of Maine, U.S.A, 471 p, 2003.
- GONZÁLEZ, E.R.; BOND-BUCKUP, G. & ARAUJO, P.B. Two new species of *Hyalella* from southern Brazil (Amphipoda: Hyalellidae) with a taxonomic key. **Journal of Crustacean Biology**, v. 26, p. 355-365, 2006.
- GONZÁLEZ, E.R. & WATLING, L. Three new species of *Hyalella* from Chile (Crustacea: Amphipoda: Hyalellidae). **Hydrobiologia**, v. 464, p. 175-199, 2001.
- GONZÁLEZ, E.R. & WATLING, L. A new species of *Hyalella* from Brazil (Crustacea: Amphipoda), and redescriptions of three other species in the genus. **Journal of Natural History**, v. 37, p. 2045-2076, 2003.

GROSSO, L. & PERALTA M. Anfípodos de agua dulce sudamericanos. Revisión del género *Hyaella* Smith. **Acta Zoologica Lilloana**, v. 45, p. 79-98, 1999.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2014. Disponível em < <http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em 20 de junho de 2014.

PEREIRA, V.F.G. Redescricao de *Hyaella pernix* (Moreira) (Amphipoda - Hyaellidae) com discussao de seu sinônimo *H. curvispina* Shoemaker. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 3, p. 209-217, 1985.

PEREIRA, V.F.G. Uma espécie de anfípode cavernícola do Brasil - *Hyaella caeca* sp. n. (Amphipoda, Hyaellidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 6, p. 49-55, 1989.

PEREIRA, V.F.G.C. *Hyaella dielai* sp. nov. from São Paulo Brazil (Amphipoda, Hyaellidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, p. 179-184, 2004.

RODRIGUES, S. G.; BUENO, A. A. P. & FERREIRA, R. L. A new troglotrophic species of *Hyaella* (Crustacea, Amphipoda, Hyaellidae) with a taxonomic key for the Brazilian species. **Zootaxa**, v. 3815, p. 200-214, 2014.

CAPÍTULO 1

ESTRUTURA POPULACIONAL DE DUAS ESPÉCIES DE AMPHIPODA DULCÍCOLA (CRUSTACEA, PERACARIDA, HYALELLIDAE) DO SUL DO BRASIL

Aline Vasum Ozga; Daniela da Silva Castiglioni

RESUMO

Os anfípodos são conhecidos para diversos ambientes aquáticos e possuem um importante papel nos ecossistemas onde habitam. A caracterização da estrutura populacional é um conhecimento de base e fornece subsídios ao conhecimento do equilíbrio ecológico das populações naturais. O objetivo deste trabalho foi caracterizar a estrutura populacional de *Hyaella* sp. 1 e *Hyaella* sp. 2. Os espécimes foram coletados com auxílio de puçá, durante 12 meses, em uma nascente (*Hyaella* sp. 1) e em um açude (*Hyaella* sp. 2) no município de Palmeira das Missões, Estado do Rio Grande do Sul. O sexo e a condição ovígera das fêmeas foram registrados e todos os espécimes foram mensurados quanto ao comprimento do cefalotórax (mm). Ambas as espécies analisadas no presente estudo apresentaram distribuição de frequência em classes de tamanho total e sazonal bimodal tanto em machos como em fêmeas, os machos apresentaram tamanho corpóreo (comprimento do cefalotórax) superior ao das fêmeas, a proporção sexual favorecendo as fêmeas nas análises total, mensal e sazonal, as fêmeas ovígeras foram amostradas o ano todo, -mas com maior intensidade na primavera e no verão para as espécies *Hyaella* sp. 1 e *Hyaella* sp. 2 respectivamente, caracterizando a reprodução como sazonal. Em ambas as espécies o recrutamento contínuo, mas com maior intensidade na primavera -nas duas espécies analisadas. A espécie *Hyaella* sp. 2 foi sete vezes mais frequente do que *Hyaella* sp. 1 e *Hyaella* sp. 1 apresentou organismos maiores do que *Hyaella* sp. 2. As características observadas na estrutura populacional das duas espécies de *Hyaella* analisadas no presente trabalho podem estar relacionadas com as estratégias de história de vida destes animais que facilitam suas adaptações ao habitat onde vivem.

PALAVRAS-CHAVE: *Hyaella*. Distribuição de frequência. Tamanho corpóreo. Proporção sexual. Período reprodutivo. Recrutamento.

ABSTRACT

The amphipods are known in various aquatic environments and have an important role in the ecosystems where they habit. The characterization of the population structure is a base knowledge and provides grants to knowledge of the ecological balance of natural populations. The objective of this study was to characterize the population structure of *Hyaella* sp. 1 and *Hyaella* sp. 2. The specimens were collected with the aid of netting for 12 months in a

nascent (*Hyalella* sp. 1) and a weir (*Hyalella* sp. 2) in the city of Palmeira das Missões, State of Rio Grande do Sul. Sex and the condition of ovigerous females were recorded and all specimens were measured as cephalothorax length (mm). Both species analyzed in this study showed frequency distribution classes bimodal size in total and seasonal for both males and females. Males had body size (cephalothorax length) bigger than females. The sex ratio favoring females in the overall analysis monthly and seasonal, continuous playback was more intense in spring and summer for the species *Hyalella* sp. 1 and *Hyalella* sp. 2 respectively, and the continuous recruitment with greater intensity in the spring in both species. The specie *Hyalella* sp. 2 was seven times more frequent than *Hyalella* sp. 1 and *Hyalella* sp. 1 showed higher organisms than *Hyalella* sp. 2. The features observed in the population structure of two species of *Hyalella* analyzed in this study may be related to the life history strategies of these animals that facilitate their adaptation to the habitat where they live.

KEYWORDS: *Hyalella*. Frequency distribution. Body size. Sex ratio. Reproductive period. Recruitment.

INTRODUÇÃO

A Ordem Amphipoda é considerada um grupo bem-sucedido de crustáceos peracáridos e são conhecidos para diversos ambientes aquáticos, dominando a comunidade bêntica das zonas profundas de lagos (ISHIKAWA & URABE, 2002). Os anfípodos possuem um importante papel nos ecossistemas onde habitam, representando em ocasiões uma fração significativa da biomassa animal embora sua taxa de rotatividade não seja muito alta (CASSET et al., 2001).

Alocado dentro da ordem Amphipoda está o gênero *Hyalella* que ocorre ao longo das regiões biogeográficas Neoártica e Neotropical, sendo endêmico das Américas apresentando distribuição restrita das espécies (BOUSFIELD, 1996). Até o momento foram descritas 65 espécies do gênero *Hyalella* sendo que na América do Sul há registro de ocorrência de 55 espécies conferindo a esta a maior diversidade de espécies nas Américas (GONZÁLEZ & WATLING, 2002a; GONZÁLEZ & WATLING, 2002b; GONZÁLEZ & WATLING, 2003a; GONZÁLEZ & WATLING, 2003b; BALDINGER, 2004; PEREIRA, 2004; GONZÁLEZ et al., 2006; CARDOSO et al., 2011; BUENO et al., 2013; RODRIGUES et al., 2014; MARRÓN-BECERRA et al., 2014).

Para os anfípodos, a estrutura populacional tem sido analisada, principalmente, pela distribuição dos indivíduos em classes de tamanho, densidade populacional, distribuição etária, proporção sexual, período reprodutivo, recrutamento e crescimento (LA FRANCE & RUBER, 1985; WILSON & PARKER, 1996; MOORE & WONG, 1996; COSTA & COSTA, 1999; CUNHA et al., 2000; GONÇALVES et al., 2003; MARQUES et al., 2003; GUERAO,

2003; DIAS & SPRUNG, 2004; APPADOO & MYERS, 2004; KEVREKIDIS, 2004, 2005; SUBIDA et al., 2005).

As pesquisas sobre os aspectos de uma população são essenciais, pois fornecem informações não somente sobre a biologia das espécies, mas de toda sua conexão com o ambiente, sua estabilidade, produtividade e sua função na cadeia trófica do ecossistema (COOPER, 1965). A compreensão da dinâmica de uma população serve de base para medidas de preservação das espécies, pois a partir dos resultados obtidos, como taxas de crescimento e nascimento, reprodução e mortalidade, pode-se supor e determinar se uma população está em expansão ou se pode vir a entrar em extinção (COOPER, 1965; MUSKÓ, 1993).

Os trabalhos sobre ecologia das espécies de *Hyalella* existentes no Brasil restringem-se apenas a um estudo desenvolvido por Castiglioni & Bond-Buckup (2008) com duas espécies nativas do Estado do Rio Grande do Sul (*H. pleoacuta* e *H. castroi*). Assim, este trabalho tem como objetivo aumentar o conhecimento acerca da ecologia populacional das espécies do gênero *Hyalella* existentes no Brasil, onde para isto estimou-se o tamanho corpóreo, a distribuição em frequência de classes de tamanho, a proporção sexual, o período reprodutivo e o recrutamento de duas novas espécies de *Hyalella* do município de Palmeira das Missões, região noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da área de amostragem das espécies de *Hyalella*

Para o estudo da estrutura populacional das espécies *Hyalella* sp. 1 e *Hyalella* sp. 2, os indivíduos foram coletados mensalmente no período de Agosto/2012 a Julho/2013 em uma nascente e em um açude, respectivamente no Sítio Taqui localizado no interior do município de Palmeira das Missões, Estado do Rio Grande do Sul (27°53'56" S 53°18' 50"O).

O município de Palmeira das Missões situa-se no sul do Brasil, no Planalto Norte Rio-Grandense, e é de grande interesse econômico nos setores agrícola e agropecuário e apresenta clima temperado com temperaturas médias entre 10 °C e 15 °C (IBGE, 2014).

As amostragens mensais foram realizadas em dois pontos respectivamente: Ponto de coleta 1 (P1) uma nascente sombreada por árvores de pequeno porte e rodeada por gramíneas e pteridófitas apresentando no corpo d'água macrófitas, mas os indivíduos de *Hyalella* sp. 1 foram encontrados no sedimento deste ponto. Já o P2 (um açude de profundidade rasa - 30

cm) apresentava um grande número de macrófitas aquáticas do gênero *Salvinia* os quais eram utilizados como abrigo e suporte para os exemplares de *Hyaella* sp. 2

Amostragem dos exemplares de *Hyaella*

Em campo as fêmeas ovígeras (com ovos ou juvenis dentro do marsúpio) e os casais em comportamento pré-copulatório visíveis nas bandejas foram individualizados em microtubos contendo álcool 70%. Os exemplares de *Hyaella* foram coletados com auxílio de puçá com malha de 250 µm. Durante 20 minutos as macrófitas e o sedimento presentes em cada ponto de amostragem foram retirados com puçá por uma pessoa e acondicionadas em sacos plásticos para serem transportadas ao laboratório.

Em laboratório as macrófitas e sedimento foram depositados em peneiras com malha de 0,177 mm e lavados em água corrente onde apenas os exemplares ficaram retidos.

Para a identificação das espécies de *Hyaella* utilizou-se bibliografia especializada (PEREIRA, 1985, 1989; BOUSFIELD, 1996; BOND-BUCKUP & ARAUJO, 1998; GROSSO & PERALTA, 1999; GONZÁLEZ & WATLING, 2001, 2003; GONZÁLEZ, 2003; PEREIRA, 2004; GONZÁLEZ, et al., 2006; BASTOS- PEREIRA; BUENO, 2013; BUENO, et al., 2013). Porém mesmo com a tentativa de identificação não foi possível definir a quais espécies pertencem os indivíduos coletados e possivelmente pode-se tratar de duas espécies novas ainda não descritas. Nomeamos então de *Hyaella* sp.1 os indivíduos coletados na nascente e *Hyaella* sp.2 os indivíduos coletados no açude.

As espécies *Hyaella* sp. 1 e *Hyaella* sp. 2 foram reunidas em quatro categorias distintas: juvenis (indivíduos sem caráter sexual secundário desenvolvido), machos (indivíduos com o gnatópodo 2 bem desenvolvido), fêmeas (indivíduos com oostegitos e gnatópodo 2 pequeno) e fêmeas ovígeras (fêmeas que carregavam ovos ou juvenis dentro do marsúpio) (BOROWSKY, 1991; CASTIGLIONI & BOND-BUCKUP, 2008a).

Todos os espécimes de *Hyaella* amostrados foram mensurados quanto ao comprimento do cefalotórax (CC) em (mm) obtido da margem anterior do rostro até a margem posterior do cefalotórax sob uma ocular micrométrica em estereomicroscópio. De acordo com Castiglioni & Bond-Buckup (2008a) o comprimento do cefalotórax apresenta correlação positiva com o comprimento total do corpo onde então esta dimensão pode representar o tamanho dos indivíduos do gênero *Hyaella*.

Juntamente com a amostragem dos animais, foram mensurados mensalmente alguns parâmetros físicos e químicos da água como a temperatura do ar, temperatura da água, pH e condutividade.

Análise dos dados

Os tamanhos mínimo, médio e máximo do CC de machos e fêmeas foram estimados para cada espécie. Os valores do tamanho médio foram expressos seguidos dos valores do desvio padrão. O tamanho médio foi comparado entre os sexos e entre as espécies por meio do teste t ($\alpha = 0.05$) (ZAR, 1996).

A distribuição de frequência por classe de tamanho de machos e fêmeas total e sazonal da população de cada espécie amostrada foi estimada a fim de acompanhar as variações temporais da distribuição de frequência etária das populações e também para analisar a sazonalidade do processo de recrutamento das espécies. Para a determinação da amplitude das classes foi utilizado o valor de $\frac{1}{4}$ do desvio padrão das médias do cefalotórax dos indivíduos amostrados (MARKUS, 1971). A normalidade das distribuições de frequência foi analisada através do teste de Shapiro-Wilk ($\alpha = 0.05$) (ZAR, 1996).

A proporção sexual total, mensal, sazonal e por classes de tamanho (CC) foi expressa como o número total de machos dividido pelo número total de fêmeas. A fim de verificar se a proporção segue o padrão de 1:1 (machos: fêmeas) utilizou-se o teste de ajuste de bondade (Qui-quadrado, χ^2) com nível de significância de 5% (ZAR, 1996).

Para a análise do período reprodutivo mensal e sazonal, a frequência de fêmeas ovígeras em relação às fêmeas adultas de cada espécie foram estimadas. A proporção de fêmeas ovígeras foram comparadas entre os meses e estações do ano utilizando o teste de proporções multinomiais (MANAP; $\alpha = 0,05$) (CURI & MORAES, 1981). Foram consideradas fêmeas adultas todas as fêmeas que apresentaram tamanho do comprimento do cefalotórax (CC) superior a 0,40 mm para *Hyaella* sp. 1 e 0,35 para *Hyaella* sp. 2.

Para o estudo do recrutamento as proporções de juvenis serão comparadas entre os meses do ano, usando o teste de proporções multinomiais (MANAP; $\alpha = 0,05$) (CURI & MORAES, 1981).

RESULTADOS

Foram coletados um total de 2.708 indivíduos de *Hyalella* sp. 1, sendo 1.117 machos, 1.247 fêmeas (destas 213 foram fêmeas ovígeras) e 344 juvenis (Tabela 2). Para a espécie *Hyalella* sp. 2 o número de indivíduos obtidos foi superior totalizando 18.953 indivíduos, destes 6.403 machos, 6.706 fêmeas (destas 1.488 fêmeas ovígeras) e 5.844 juvenis (Tabela 3).

Tabela 2- Número de exemplares amostrados mensalmente, proporção sexual mensal e análise de ajuste de bondade (χ^2) de *Hyalella* sp. 1, Palmeira das Missões, Estado do Rio Grande do Sul.

	Machos	Fêmeas	Fêmeas ovígeras	Juvenis	Total	M:F	χ^2
Ago/12	33	30	41	0	104	0,46:1	13,88*
Set/12	201	179	21	89	490	1,01:1	0,00
Out/12	157	128	8	0	293	1,15:1	1,51
Nov/12	172	62	68	4	306	1,32:1	5,84*
Dez/12	103	146	20	161	430	0,62:1	14,75*
Jan/13	165	234	29	54	482	0,63:1	22,44*
Fev/13	77	69	16	13	175	0,91:1	0,40
Mar/13	38	34	3	0	75	1,03:1	0,01
Abr/13	59	49	0	1	109	1,20:1	0,93
Mai/13	38	33	0	9	80	1,15:1	0,35
Jun/13	30	30	1	0	61	0,97:1	0,02
Jul/13	44	40	6	13	103	0,96:1	0,04
Total	1.117	1.034	213	344	2.708	0,90:1	7,17*

Nota: o asterisco indica diferença significativa na proporção de machos e fêmeas ($p < 0,05$).

Tabela 3- Número de exemplares amostrados mensalmente, proporção sexual mensal e análise de ajuste de bondade (χ^2) de *Hyalella* sp. 2, Palmeira das Missões, Estado do Rio Grande do Sul.

	Machos	Fêmeas	Fêmeas ovíferas	Juvenis	Total	M:F	χ^2
Ago/12	286	193	46	233	758	1,20:1	4,21*
Set/12	1.931	1.644	37	1.515	5.127	1,15:1	17,30*
Out/12	1.476	1.110	123	2.469	5.178	1,20:1	21,80*
Nov/12	314	299	27	984	1.624	0,96:1	0,23
Dez/12	110	188	11	59	368	0,55:1	25,63*
Jan/13	514	242	349	27	1.132	0,87:1	5,37*
Fev/13	761	844	283	111	1.999	0,68:1	70,95*
Mar/13	223	110	155	110	598	0,84:1	3,61
Abr/13	342	185	226	222	975	0,83:1	6,32*
Mai/13	135	173	72	63	443	0,55:1	31,84*
Jun/13	197	162	47	37	443	0,94:1	0,35
Jul/13	114	68	112	14	308	0,63:1	14,82*
Total	6.403	5.218	1.488	5.844	1.893	0,95:1	7,00

Nota: o “*” indica diferença significativa na proporção de machos e fêmeas ($p < 0,05$).

A espécie *Hyalella* sp. 2 foi aproximadamente 7 vezes mais frequente do que *Hyalella* sp. 1 ($\chi^2 = 12183,19$; $p < 0,05$) no total. Observou-se também que *Hyalella* sp. 2 foi mais frequente do que *Hyalella* sp. 1 durante todos os meses de amostragem ($p < 0,05$) (Figura 6).

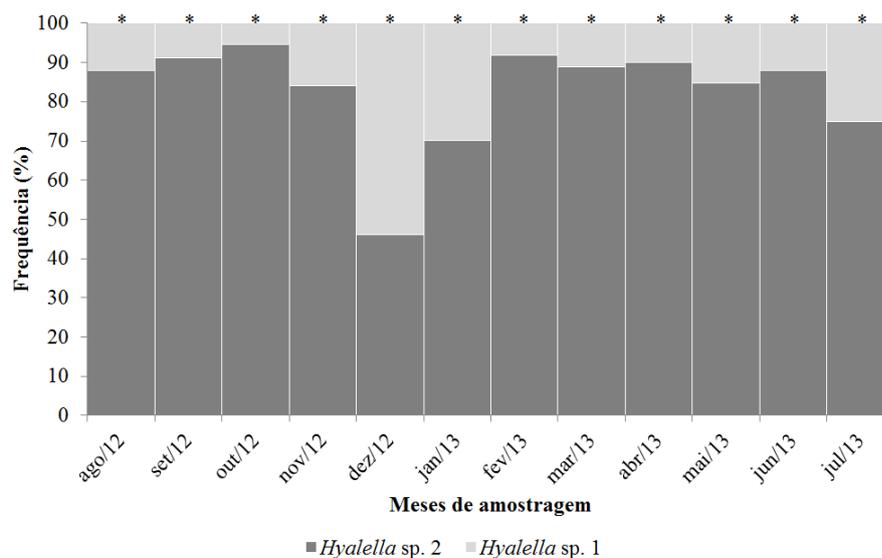


Figura 6- Proporção de *Hyalella* sp. 1 e *Hyalella* sp. 2 ao longo dos meses de amostragem. O “*” acima das colunas indica diferença significativa na proporção entre as diferentes espécies ($p < 0,05$).

Ao testar a normalidade nas distribuições de frequência total de machos e fêmeas nas espécies *Hyalella* sp. 1 e *Hyalella* sp. 2 observou-se que a mesma não é normal ($p < 0,05$) (*Hyalella* sp. 1: machos $W = 0,97$ e fêmeas $W = 0,95$; *Hyalella* sp. 2: machos $W = 0,92$ e fêmeas $W = 0,94$). Ambas as espécies de *Hyalella* apresentam distribuição bimodal, nas quais as populações estão divididas em dois grupos: juvenis e animais adultos (Figura 7 e Figura 8).

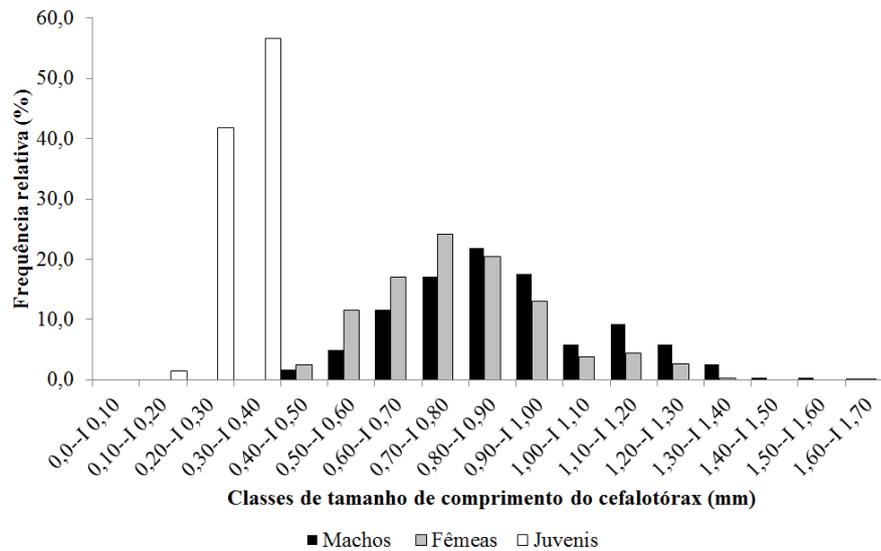


Figura 7- Distribuição de frequência por classes de tamanho do comprimento do cefalotórax (mm) dos indivíduos da espécie *Hyalella* sp. 1 para machos, fêmeas e juvenis.

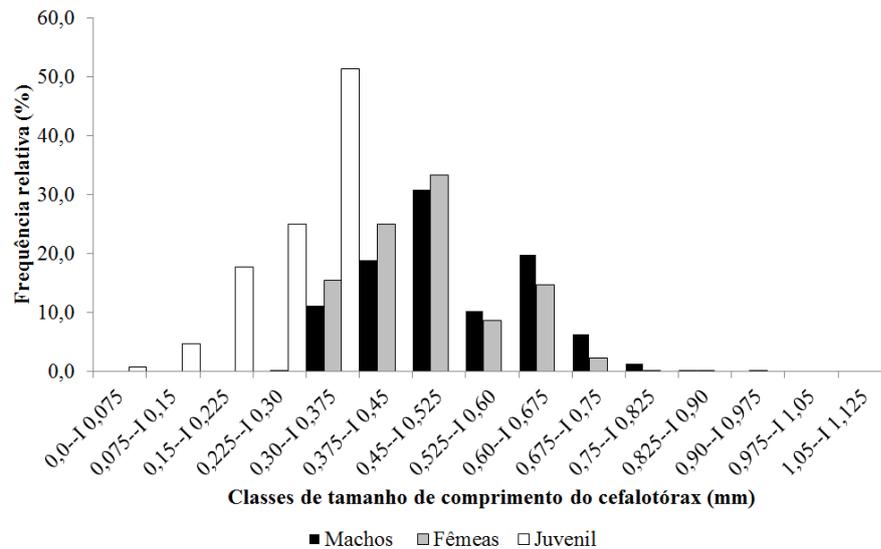
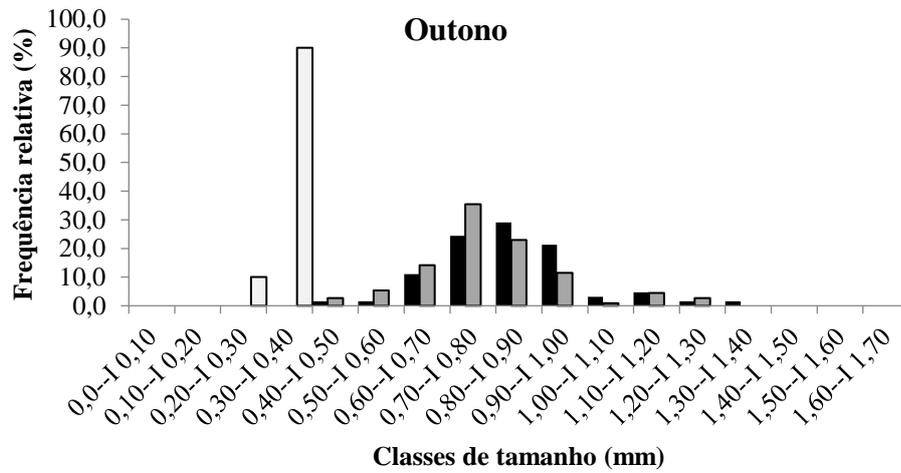
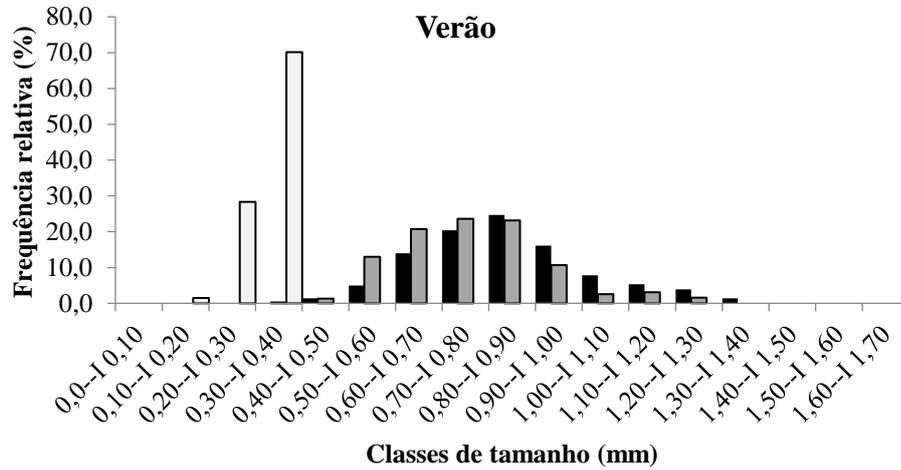


Figura 8- Distribuição de frequência por classes de tamanho do comprimento do cefalotórax (mm) dos indivíduos da espécie *Hyalella* sp. 2 para machos, fêmeas e juvenis.

Na distribuição de frequência sazonal foi observada bimodalidade na maioria das estações do ano em ambas as espécies de *Hyaella*, sendo as populações compostas de um grupo de juvenis e outro de adultos (Figura 9 e Figura 10).



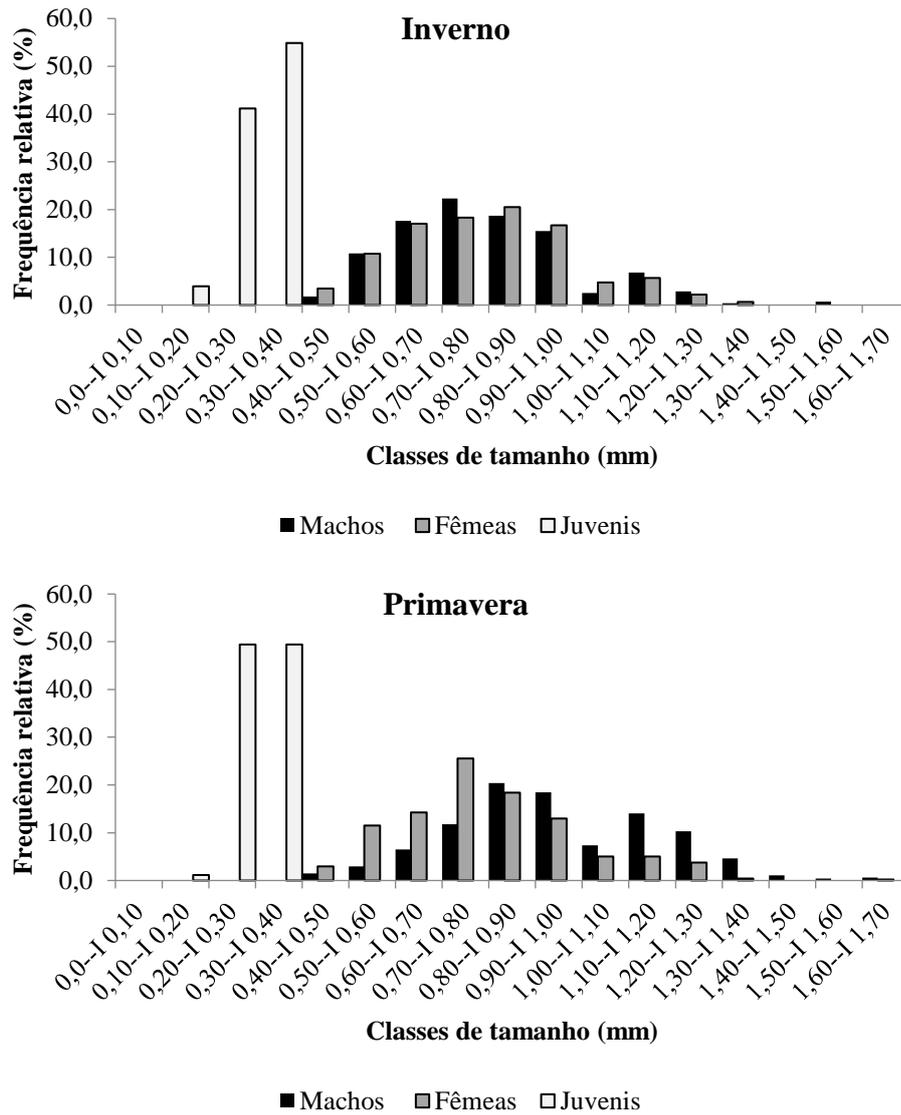
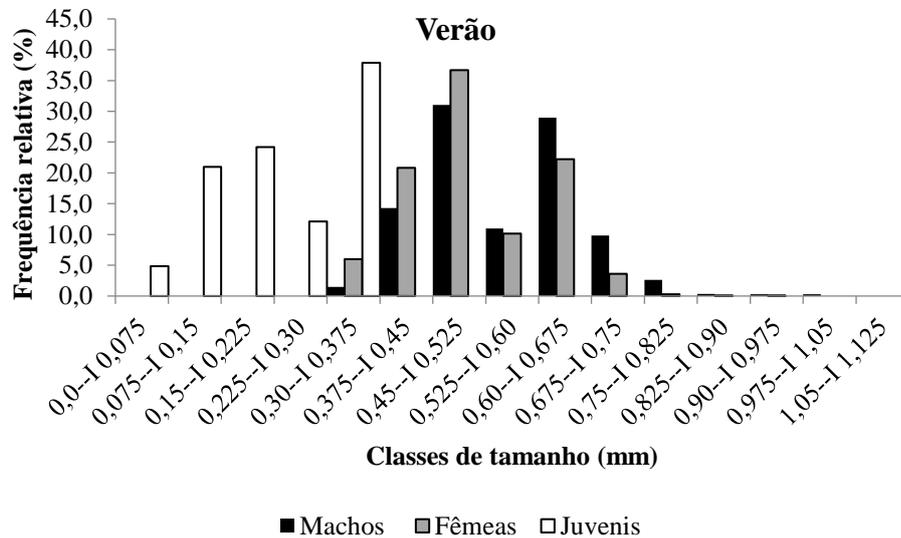


Figura 9- Distribuição de frequência por classes de tamanho do comprimento do cefalotórax (mm) sazonal dos indivíduos da espécie *Hyalella* sp. 1.



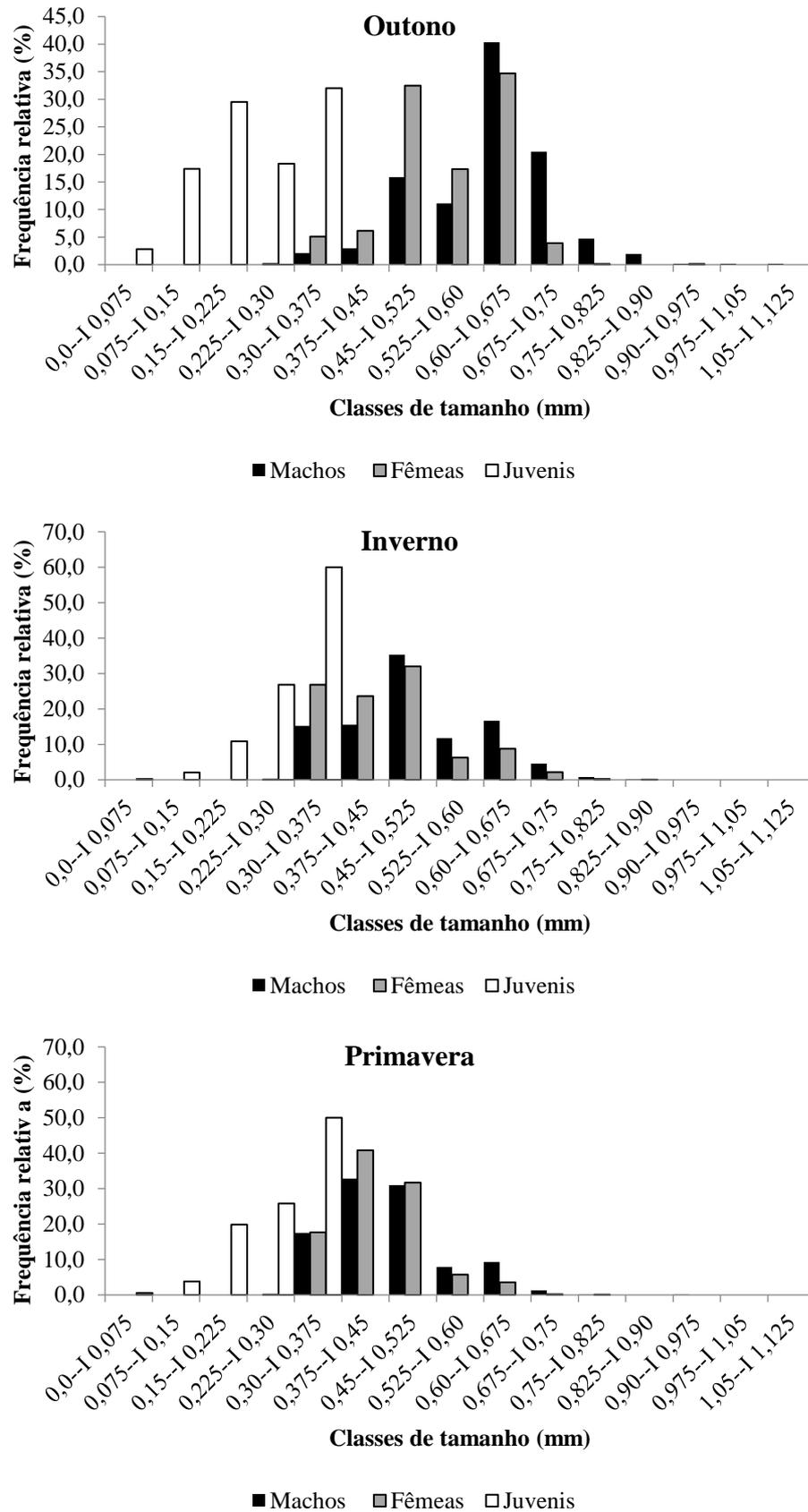


Figura 10- Distribuição de frequência por classes de tamanho do comprimento do cefalotórax (mm) sazonal dos indivíduos da espécie *Hyalella* sp. 2.

Os machos de *Hyalella* sp. 1 apresentaram comprimento do cefalotórax que variou de 0,40 a 1,61 mm e nas fêmeas a variação foi de 0,37 a 1,61 mm. Nesta espécie os machos apresentaram comprimento do cefalotórax médio (0,89 mm \pm 0,22) superior aos das fêmeas (0,79 mm \pm 0,19) ($t = 11,92$; $p < 0,05$). Já em *Hyalella* sp. 2 o comprimento do cefalotórax dos machos variou de 0,35 a 1,12 mm e nas fêmeas de 0,35 - 0,97 mm. Para esta espécie os machos (0,52 mm \pm 0,11) foram significativamente maiores do que as fêmeas (0,48 mm \pm 0,09) ($t = 18,88$; $p < 0,05$). Os machos e fêmeas da espécie *Hyalella* sp. 1 apresentaram tamanho médio do CC superior aos de *Hyalella* sp. 2 (machos $t = 87,54$; fêmeas $t = 87,16$; $p < 0,05$).

A proporção sexual total para *Hyalella* sp. 1 e *Hyalella* sp. 2 favoreceu as fêmeas (*Hyalella* sp.1 – 0,90 macho:1 fêmea; $\chi^2 = 7,17$; $p < 0,05$) (*Hyalella* sp. 2 – 0,95 macho:1 fêmea; $\chi^2 = 7,00$; $p < 0,05$).

Em *Hyalella* sp. 1 as fêmeas foram mais frequentes do que os machos nos meses de agosto/2012, dezembro/2012 e em janeiro/2013 ($p < 0,05$; Tabela 2). Já os machos foram mais frequentes que as fêmeas apenas no mês de novembro/2012 ($p < 0,05$; Tabela 2). Em *Hyalella* sp. 2 as fêmeas foram mais frequentes do que os machos na maioria dos meses: dezembro/2012, janeiro/2013, fevereiro/2013, abril/2013, maio/2013 e julho/2013 ($p < 0,05$; Tabela 3). Por outro lado, os machos foram mais frequentes apenas em agosto/2012, setembro/2012 e outubro/2012 ($p < 0,05$; Tabela 3).

Na análise da proporção sexual sazonal as fêmeas de *Hyalella* sp. 1 foram mais frequentes do que os machos apenas no verão ($\chi^2 = 16,58$; $p < 0,05$) (Figura 11). Em *Hyalella* sp. 2 as fêmeas foram mais frequentes no outono ($\chi^2 = 23,70$; $p < 0,05$) e no verão ($\chi^2 = 67,59$, $p < 0,05$) e os machos foram mais frequentes que as fêmeas no inverno ($\chi^2 = 12,04$; $p < 0,05$) e na primavera ($\chi^2 = 5,51$; $p < 0,05$) (Figura 12).

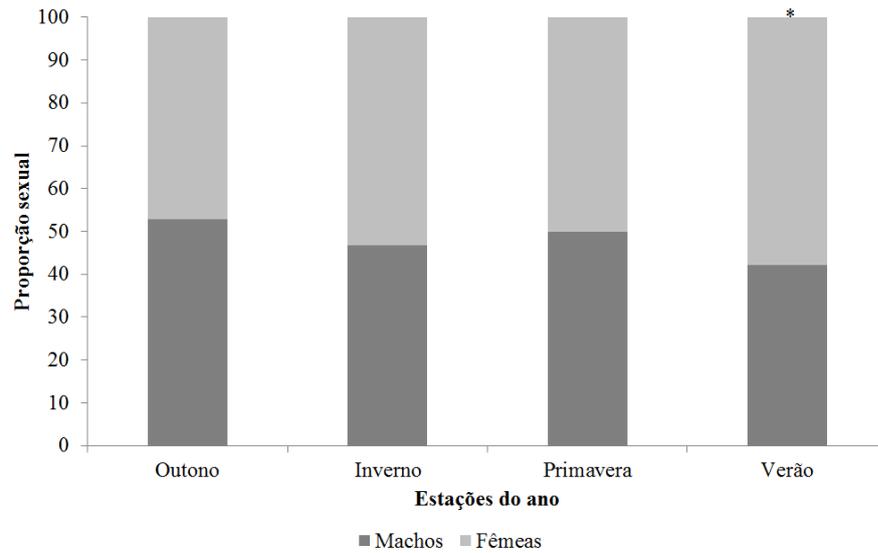


Figura 11- Proporção sexual sazonal em *Hyalella* sp. 1. O “*” acima da coluna indica a diferença significativa na proporção de machos e fêmeas ($p < 0,05$).

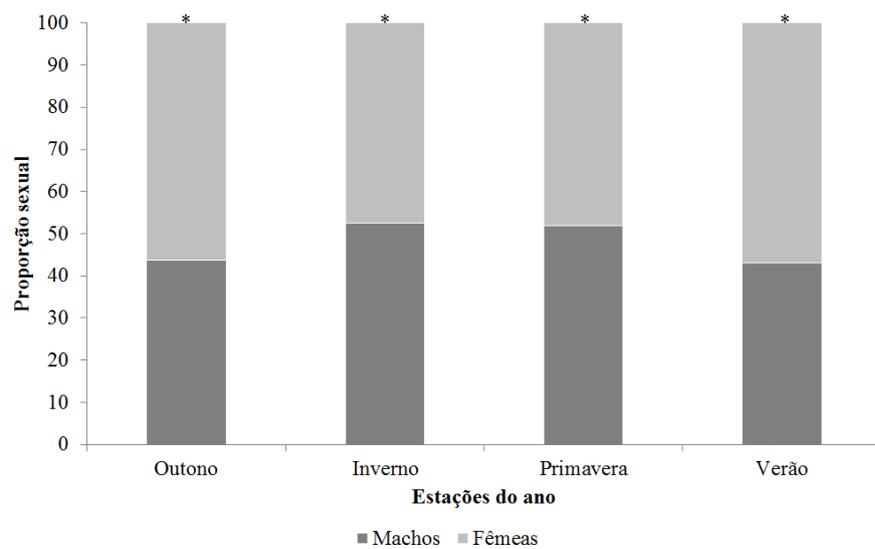


Figura 12- Proporção sexual sazonal em *Hyalella* sp. 2. O “*” acima das colunas indica a diferença significativa na proporção de machos e fêmeas ($p < 0,05$).

A análise da proporção sexual por classe de tamanho de comprimento do cefalotórax (CC – mm) demonstra que as fêmeas foram mais frequentes nas classes de tamanho intermediárias e os machos nas classes superiores em ambas as espécies (Figura 13 e Figura 14).

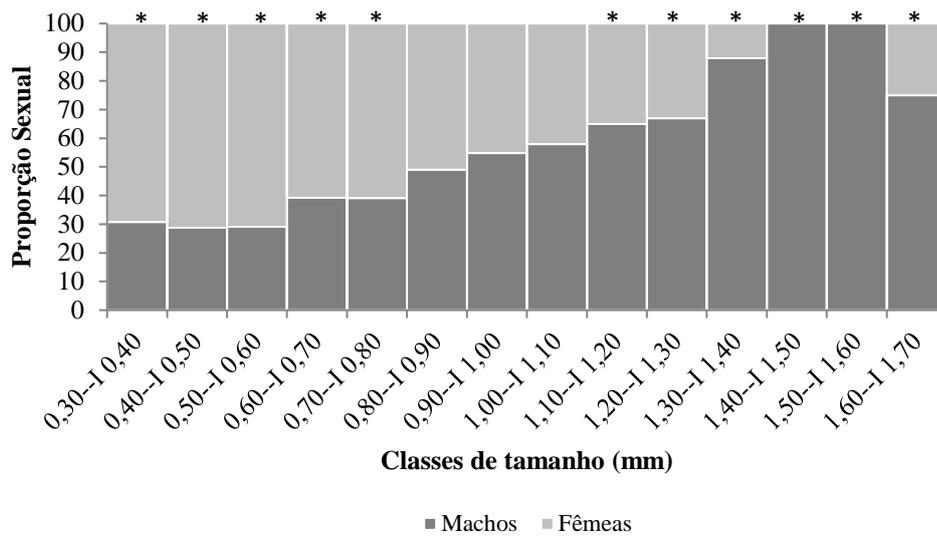


Figura 13- Proporção sexual por classe de tamanho em *Hyalella* sp. 1. O “*” representa a diferença significativa na proporção de machos e fêmeas ($p < 0,05$).

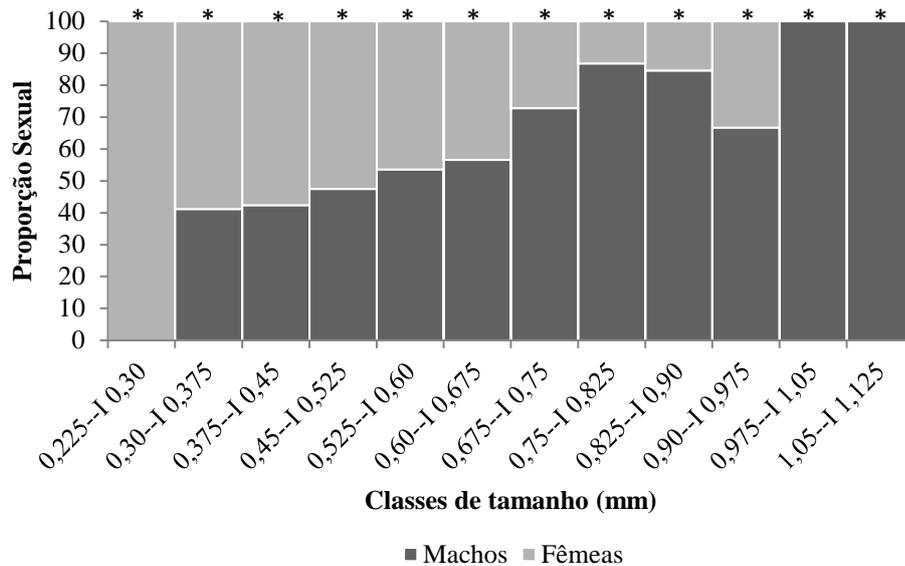


Figura 14- Proporção sexual por classe de tamanho em *Hyalella* sp. 2. O “*” acima das colunas representa a diferença significativa na proporção de machos e fêmeas ($p < 0,05$).

As fêmeas ovíferas (fêmeas com ovos ou juvenis no marsúpio) de *Hyalella* sp. 1 foram amostradas em todos os meses exceto nos meses de abril/2013 e maio/2013 (Figura 15). Na espécie *Hyalella* sp. 2 as fêmeas ovíferas foram coletadas o ano todo de agosto/2012 a julho/2013, e nesta espécie podemos observar maior flutuação na frequência de fêmeas ovíferas ao longo do ano em relação à *Hyalella* sp. 1 (Figura 15). A maior intensidade

reprodutiva de *Hyaella* sp. 1 ocorreu na primavera ($\chi^2 = 213,82$; $p < 0,05$) e em *Hyaella* sp. 2 o pico reprodutivo foi observado no verão ($\chi^2 = 67,57$; $p < 0,05$) (Figura 16).

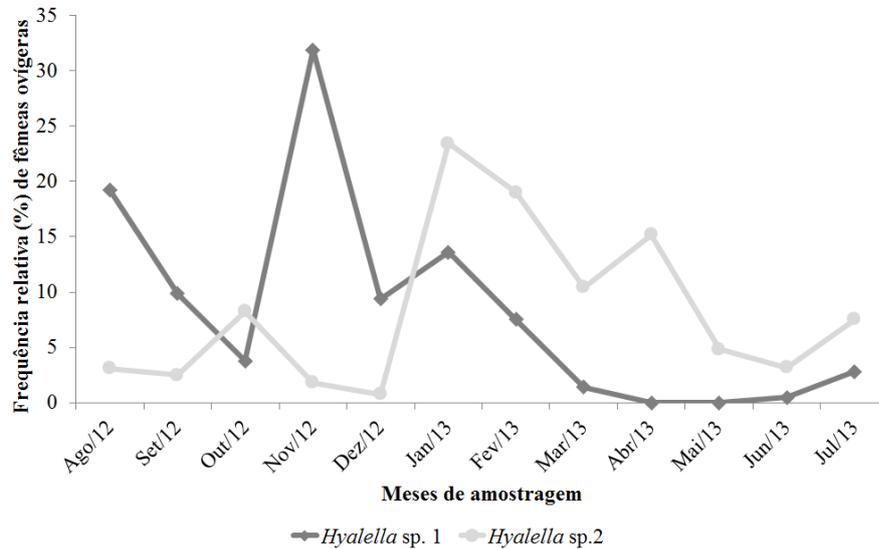


Figura 15- Frequência de fêmeas ovígeras de *Hyaella* sp. 1 e *Hyaella* sp. 2 carregando ovos ou juvenis no marsúpio ao longo dos meses de amostragem.

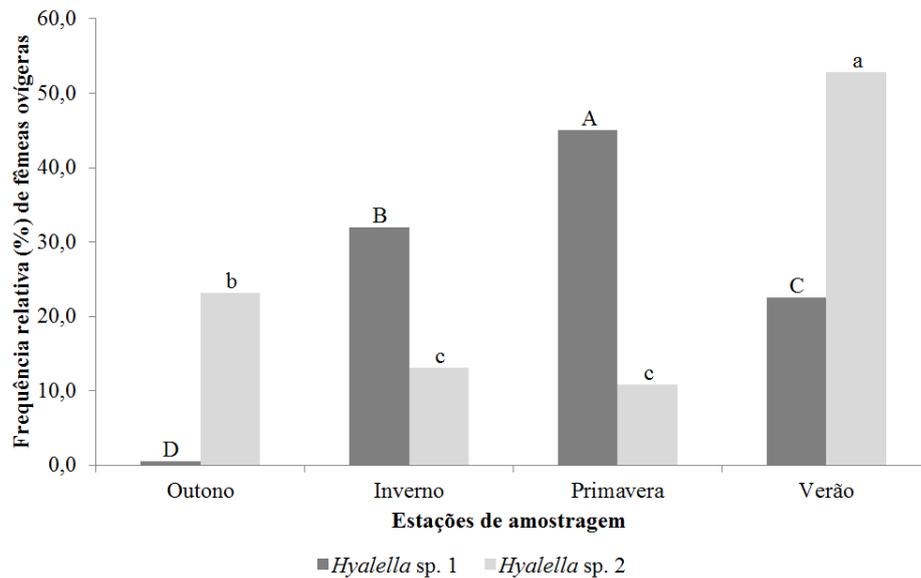


Figura 16- Frequência de fêmeas ovígeras de *Hyaella* sp. 1 e *Hyaella* sp. 2 carregando ovos ou juvenis no marsúpio ao longo das estações do ano. As letras maiúsculas representam *Hyaella* sp. 1, as letras minúsculas representam *Hyaella* sp. 2. Colunas com letras diferentes demonstram diferença significativa ($p < 0,05$).

O recrutamento apresentou picos maiores nos meses de dezembro/2012 para *Hyaella* sp. 1 e em outubro/2012 para a espécie *Hyaella* sp. 2 (Figura 17). Para as estações do ano o

recrutamento foi contínuo apresentando maior intensidade na primavera para ambas as espécies *Hyaella* sp.1 e *Hyaella* sp.2 (Figura 18).

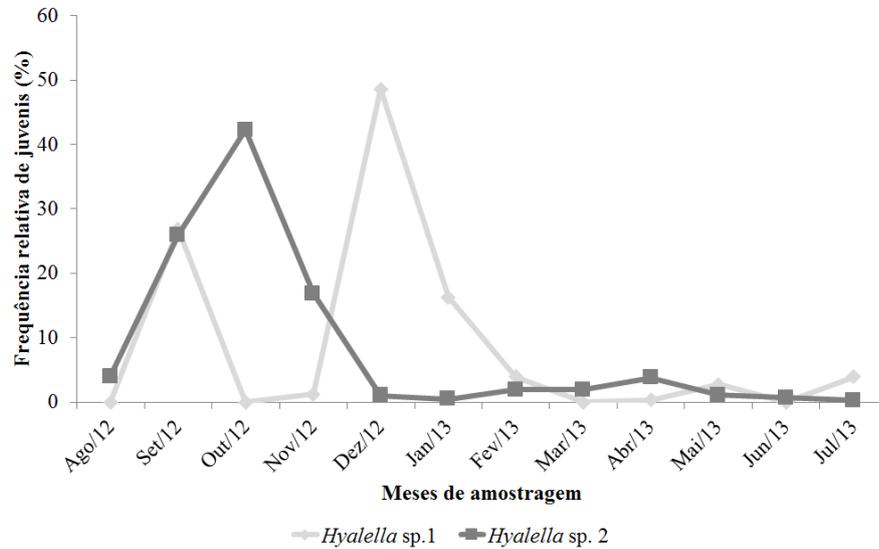


Figura 17- Frequência relativa (%) de juvenis de *Hyaella* sp. 1 e *Hyaella* sp. 2 ao longo dos meses de amostragem.

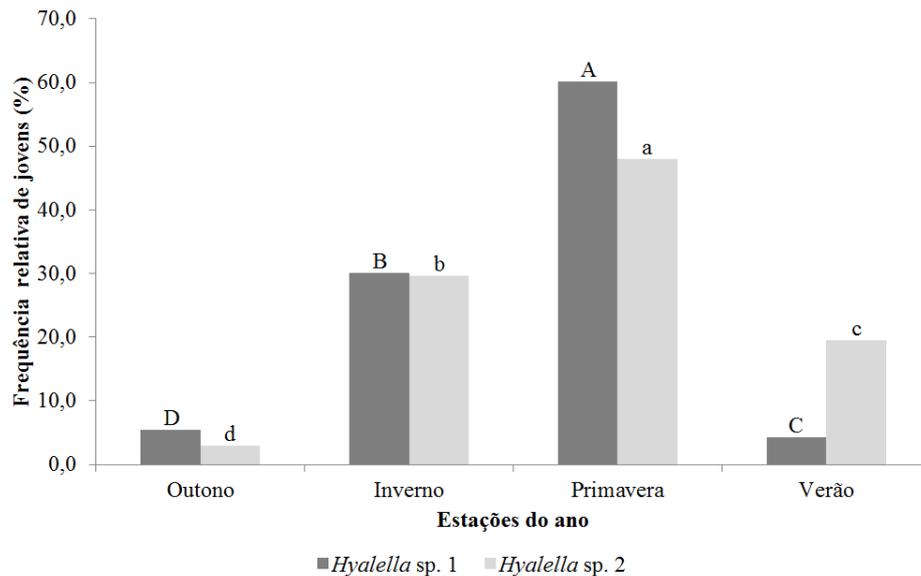


Figura 18- Frequência relativa (%) de *Hyaella* sp. 1 e *Hyaella* sp. 2 por estações do ano. As letras maiúsculas representam *Hyaella* sp. 1, as letras minúsculas representam *Hyaella* sp. 2. Colunas com letras diferentes demonstram diferença significativa ($p < 0,05$).

DISCUSSÃO

As espécies analisadas no presente estudo (*Hyaella* sp. 1 e *Hyaella* sp. 2) apresentaram diferenças significativas entre o tamanho corpóreo (comprimento do cefalotórax) e o número de indivíduos amostrados. Os indivíduos de *Hyaella* sp. 1

apresentaram tamanho corpóreo superior aos de *Hyalella* sp. 2, porém menor número de organismos foram amostrados durante o ano de estudo. Estas diferenças podem ser entendidas se consideradas algumas estratégias de história de vida e algumas características do local onde habitam, como observado por Castiglioni & Bond-Buckup (2008a) em outras duas espécies de *Hyalella* da região dos Campos de Cima da Serra do Estado do Rio Grande do Sul. Algumas diferenças foram observadas nos locais de amostragem dos anfípodos deste estudo e podem estar ligadas as diferentes estratégias de vida das espécies analisadas como a disponibilidade de alimento e o local aonde foram coletados os indivíduos sendo que os espécimes de *Hyalella* sp. 1 foram amostrados no sedimento da nascente e os espécimes de *Hyalella* sp. 2 juntos as macrófitas ou nadando na coluna d'água.

Há organismos que sobrevivem em habitats onde ocorre intensa competição por recursos e estes organismos tendem a produzir proles menores, mas com indivíduos de maior tamanho corporal. Neste caso observa-se que a seleção natural tende a favorecer a produção de um número menor de descendentes, porém com indivíduos de maior tamanho que se tornarão melhores competidores e garantindo assim maior sobrevivência da prole (TOWNSEND et al., 2010).

Algumas espécies podem ser bem sucedidas em ambientes sujeitos a perturbações periódicas produzindo indivíduos com grande número de descendentes, porém com indivíduos de menor tamanho (TOWNSEND et al., 2010). De acordo com Bastos-Pereira (2014) os indivíduos de menor tamanho atingem a maturidade sexual mais rápido e assim podem se reproduzir mais cedo do que indivíduos com tamanhos superiores, o que pode promover grandes tamanhos corpóreos dos indivíduos na população. Os exemplares de *Hyalella* sp. 2 foram amostrados em um açude que está sujeito a perturbações ambientais relacionada ao regime das chuvas. O regime hídrico tem grande influência na estrutura da comunidade de macroinvertebrados influenciando principalmente as espécies que possuem todo o ciclo de vida aquático, como os crustáceos (WELLBORN et al., 1996). Uma grande quantidade de exemplares de *Hyalella* sp. 2 foi amostrada nos meses de temperaturas mais elevadas e com menor índice pluviométrico, ou seja, na primavera e verão. Segundo Boschi et al. (2011), nos meses de primavera e verão, o Estado do Rio Grande do Sul sofre regularmente de deficiências hídricas, mesmo em períodos climatológicos normais. Nestas estações, houve um aumento da quantidade de alimento disponível como macrófitas, algas e também da quantidade de locais que servem como abrigo para estes anfípodos visto que os indivíduos de *Hyalella* sp. 2 foram amostrados juntos as macrófitas ou nadando na coluna d'água (observação pessoal).

A bimodalidade característica tanto nas populações de *Hyalella* sp. 1 e *Hyalella* sp. 2 caracterizou estas populações como sendo divididas em um grupo de juvenis e outro de adultos. Este fato pode estar relacionado com a reprodução sazonal com picos de recrutamento no grupo de juvenis. A máxima nas classes de tamanho nos indivíduos adultos das espécies *Hyalella* sp. 1 e *Hyalella* sp. 2 pode ter ocorrido entre indivíduos com maior capacidade de competição do que os indivíduos de outras classes de tamanho. A bimodalidade ou polimodalidade na frequência de distribuição de classes de tamanho pode ser influenciada por pulsos de recrutamento ou migração, mortalidade ou diferenças comportamentais (DÍAZ & CONDE, 1989). Aparentemente frequências bimodais se mostram mais vantajosas pois o recrutamento de juvenis se dá nos meses mais quentes aumentando assim as chances de sobrevivência devido a maior disponibilidade de alimento (APPADOO & MYERS, 2004). A bimodalidade é comumente encontrada em anfípodos, como em *Corophium multisetosum* Stock, 1952 (CUNHA et al., 2000), *Cymadusa filosa* Savigny, 1816, *Mallacoota schellenbergi* Ledoyer, 1984 (APPADOO & MYERS, 2004) e *Gammarus chevreuxi* Sexton, 1913 (SUBIDA et al., 2005). A distribuição de frequência sazonal de *Hyalella* sp. 1 e *Hyalella* sp. 2 caracterizada como bimodal para a maioria das estações do ano provavelmente se dá pelo fato das espécies apresentarem reprodução sazonal ao longo do ano. Castiglioni & Bond-Buckup (2008a) em seus estudos sobre características ecológicas de duas espécies simpátricas de *Hyalella* encontraram bimodalidade na distribuição de frequência por classe de tamanho de comprimento do cefalotórax de *Hyalella pleoacuta* e concluíram que provavelmente nesta espécie ocorre reprodução mais intensa em alguns meses do ano ou mortalidade diferencial ao longo do ano.

O tamanho corpóreo é considerado uma das características mais significantes ecologicamente e é determinante para o sucesso ecológico das espécies do gênero *Hyalella* (WELLBORN, 2002). A variação do tamanho corpóreo entre machos e fêmeas pode ocorrer de acordo com a latitude e condições ambientais (PANOV & MACQUEEN, 1998; XINQING et al., 2013), mas também pode ser por interações ecológicas como a competição e a predação (WELLBORN, 2002). Nas espécies analisadas no presente estudo, *Hyalella* sp. 1 e *Hyalella* sp. 2, os machos apresentaram tamanho significativamente superior ao das fêmeas demonstrando assim um dimorfismo sexual em relação ao tamanho. Esta diferença de tamanho entre os machos e fêmeas também foi relatada em outras espécies de *Hyalella*, como por exemplo, Castiglioni & Bond-Buckup (2008a) para *Hyalella pleoacuta* e *H. castroi*, por Pereira (2004) para *H. longistila* Faxon, 1876 e *H. carstica* Bastos-Pereira & Bueno, 2012 e por Geisler (1944), Wen (1993) e Wellborn et al. (2005) para *H. azteca* Saussure, 1858.

Machos e fêmeas geralmente apresentam crescimento semelhante e, após a maturidade os machos possuem desenvolvimento superior (LOW, 1978). As fêmeas devido à produção e a incubação dos ovos apresentam menor crescimento (HARTNOLL, 1982) e já os machos se concentram no acasalamento e durante este período continuam crescendo, obtendo tamanhos corporais maiores devido a muda ou ecdise (WEN, 1992). Durante o período de incubação as fêmeas não sofrem a muda o que dificulta continuar a crescer na mesma proporção que os machos (CARDOSO & VELOSO, 1996). Além disto, durante o período pré-copulatório os machos transportam as fêmeas na região torácica até que ocorra a ovulação e a fertilização (BOROWSKY, 1991), sendo que as fêmeas menores são mais facilmente carregadas pelos machos (ADAMS & GREENWOOD, 1983; ADAMS et al., 1985) e os machos maiores obtêm vantagem na competição por fêmeas com outros machos (WARD, 1983).

Machos e fêmeas de anfípodos podem apresentar razão sexual na população de 1:1 ou demonstrar variações dependendo da estação do ano, quando machos podem ser mais abundantes em meses mais frios e fêmeas nos meses mais quentes (MOORE, 1981). Como observado em alguns estudos em anfípodos a proporção entre os sexos demonstra flutuações sazonais e as fêmeas são mais numerosas do que os machos (CARDOSO & VELOSO, 1996; APPADOO & MYERS, 2004; KEVREKIDIS, 2004). Para ambas as espécies *Hyalella* sp. 1 e *Hyalella* sp. 2 foi observado maior proporção de fêmeas em relação aos machos. Uma razão para isto provavelmente deve-se ao fato de que os machos se dedicam a escolha e o cuidado das fêmeas tornando-se mais suscetíveis a predação (MOORE, 1981; KEVREKIDIS, 2005). A proporção maior de fêmeas também foi observada para as espécies *H. pleoacuta* e *H. castroi* nos estudos de Castiglioni & Bond- Buckup (2008a) e na espécie *H. azteca* segundo Strong (1972). De acordo com Emmerson (1994) o predomínio de fêmeas na população, aumenta o potencial reprodutivo da espécie.

Assim como descrito por Wenner (1972) e Castiglioni & Bond- Buckup (2008a) a proporção sexual das espécies de *Hyalella* analisadas no presente estudo difere em classes intermediárias favorecendo as fêmeas e em classes superiores favorecendo os machos, caracterizando um padrão anômalo de proporção sexual. O fato dos machos atingirem maiores dimensões corpóreas do que as fêmeas e assim predominarem nas classes de tamanho superiores, deve-se provavelmente ao comportamento de cuidado parental prolongado desenvolvido pelas fêmeas da maioria das espécies de anfípodos, nas quais as fêmeas carregam a progênie junto ou sobre o corpo da mãe (BOROWSKI, 1991; THIEL, 2003). Assim as fêmeas direcionam o gasto energético para o cuidado com a prole e não para a muda ou ecdise, ou seja, a muda é adiada o que limita o crescimento da fêmea (THIEL, 2003).

No presente estudo, as fêmeas ovígeras foram amostradas ao longo do ano em *Hyaella* sp. 2 apresentando picos em alguns meses caracterizando assim uma reprodução sazonal. Já em *Hyaella* sp. 1 em alguns meses do outono não foram coletadas nenhuma fêmea ovígera o que pode ser resultado da baixa disponibilidade de alimento visto que a nascente onde foram amostrados os indivíduos de *Hyaella* sp.1 apresentou aumento do nível de água em decorrência do grande volume de precipitações pluviométricas e conseqüentemente as macrófitas, algas e outros organismos (observação pessoal) utilizados como alimento para esta espécie diminuíram nesta estação. Em decorrência da baixa disponibilidade de alimento, provavelmente aumentou a competição entre os indivíduos da população, tanto que nos meses de outono ocorreu também uma redução do número total de indivíduos coletados. Na maioria dos estudos realizados com anfípodos a reprodução foi contínua como em *Gammarus troglophilus* Hubricht e Mackin de 1940 (JENIO, 1980) e *H. azteca* (ALCOCER et al., 2002). Além disto, Castiglioni e Bond-Buckup (2008a) observaram reprodução contínua para as espécies *H. pleoacuta* e *H. castroi*, com maior intensidade reprodutiva durante o inverno e outono, respectivamente, assim como Bastos-Pereira (2014) observou reprodução contínua para a espécie *H. longistila* com maior intensidade reprodutiva também no inverno, diferindo assim das espécies *Hyaella* sp. 1 e *Hyaella* sp. 2 analisadas no presente estudo. A diferença observada na reprodução sazonal e reprodução contínua pode estar relacionada com regime de chuvas entre as regiões onde os estudos sobre as populações do gênero *Hyaella* foram realizados. Na região Sul, especificamente no Rio Grande do Sul a distribuição de chuvas é praticamente homogênea ao longo do ano não havendo muita distinção entre período seco e úmido (SIMON et al., 2013). Já na região Sudeste a distinção entre o período seco e úmido é bem acentuado (MINUZZI et al., 2007). O período reprodutivo de *Hyaella* sp. 1 é mais intenso durante a primavera, resultado também observado em *H. azteca* por Kruschwitz (1978). Para *Hyaella* sp. 2 foram encontradas fêmeas ovígeras o ano todo com pico de reprodução no verão.

As macrófitas aquáticas servem de alimento e abrigo para as espécies do gênero *Hyaella* (HARGRAVE, 1970; CASTIGLIONI & BOND-BUCKUP, 2008a). Além disto, a disponibilidade de alimento (XINQING et al., 2013) e a qualidade do alimento (DUTRA et al., 2011) influenciam na capacidade reprodutiva dos indivíduos, ocasionando variações na abundância de anfípodos. Nos meses com temperaturas em elevação, ocorreu uma diminuição no volume de água e o aumento no número de macrófitas (observação pessoal) possibilitando assim um ambiente propício para que ocorra a reprodução. A disponibilidade de alimento para os adultos e o desenvolvimento de todo o seu ciclo de vida pode ser um dos fatores mais

importantes para a atividade reprodutiva (SASTRY, 1983). No estudo realizado por Castiglioni & Bond-Buckup (2009) com duas espécies de *Hyaella* da região dos Campos de Cima da Serra do Estado do Rio Grande do Sul, os autores observaram que flutuações na intensidade reprodutiva aparentemente estão relacionadas à cobertura de macrófitas já que estas representam comida e abrigo para as fêmeas ovígeras e juvenis contribuindo desta forma para o sucesso reprodutivo das espécies.

O recrutamento nas espécies *Hyaella* sp. 1 e *Hyaella* sp. 2 ocorreu durante todo o ano e apresentou picos de recrutamento em alguns meses como também observado em *H. pleoacuta* e *H. castroi* no estudo de Castiglioni & Bond-Buckup (2008a).

Para *Hyaella* sp. 1 o pico de recrutamento e o pico da intensidade reprodutiva coincidiram nos meses de saída da primavera e início do verão. Uma hipótese levantada é que o pico de reprodução e o pico de recrutamento podem ocorrer na mesma estação visto que levando em consideração a duração do período embrionário e do cuidado parental a fêmea pode tornar-se ovígera e também liberar os juvenis dentro do período de uma estação do ano. O desenvolvimento embrionário partindo da ovulação a eclosão pode durar cerca de 10 a 25 dias como foi observado por Castiglioni & Bond-Buckup (2007) nas espécies *H. pleoacuta* e *H. castroi* com período embrionário de cerca 12 dias e por Geisler (1944) e Cooper (1965) na espécie *H. azteca* com período embrionário de 21 dias e 9,3 dias, respectivamente. Posteriormente o cuidado parental (tempo em que os juvenis de *Hyaella* permanecem dentro do marsúpio da fêmea) pode durar cerca de 6 dias como observado em *H. pleoacuta* e *H. castroi* que apresentaram cuidado parental de 1 a 6 dias (CASTIGLIONI & BOND-BUCKUP, 2007) e *H. azteca* que apresentou cuidado parental de 3 dias segundo Geisler (1944).

Nos trópicos a disponibilidade de alimento é contínua permitindo que as espécies que ali habitam podem se reproduzir o ano todo como observado em Castiglioni & Bond-Buckup (2008a) para as espécies *H. pleoacuta* e *H. castroi*, que se adaptam a este ambiente para compensar a alta mortalidade dos seus juvenis, reproduzindo-se o ano todo. Esta estratégia reprodutiva também pode ser observada para *Hyaella* sp. 1 e *Hyaella* sp. 2.

CONCLUSÃO

A estrutura populacional de ambas as espécies de *Hyaella* analisadas neste estudo foram semelhantes em relação a distribuição de frequência, o tamanho maior dos machos em relação as fêmeas, proporção sexual favorecendo as fêmeas, reprodução sazonal e

recrutamento contínuo. Diferenças foram observadas em relação ao tamanho dos organismos amostrados no qual *Hyaella* sp. 1 apresentou indivíduos maiores do que da espécie *Hyaella* sp. 2 e em relação ao número de organismos amostrados durante o período de estudo para qual a espécie *Hyaella* sp. 2 foi sete vezes mais frequente do que *Hyaella* sp. 1. Tais semelhanças e diferenças observadas na estrutura populacional das duas espécies de *Hyaella* estudadas podem estar relacionadas com as estratégias de história de vida destes animais que facilitam suas adaptações ao habitat onde vivem visto que a temperatura, a disponibilidade de alimento, a competição e a predação podem influenciar a dinâmica destas populações de anfípodos. Além de que informações sobre populações fornece subsídios para o conhecimento da estabilidade ecológica das espécies em um determinado habitat e permitem a compreensão da biologia das espécies.

REFERÊNCIAS

ADAMS, J. & GREENWOOD, P.J. Why are males bigger than females in pre-copula pairs of *Gammarus pulex*? **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 13, p. 239-241, 1983.

ADAMS, W.J.; KIMERLE, R.A. & MOSHER, R.G. Aquatic safety assessment of chemicals sorbed to sediments. In: CARDWELL, R.D.; PURDY, R. & BAHNER, R.C. Aquatic Toxicology and Hazard Assessment: 7th Symposium, Philadelphia, **American Society for Testing and Materials**, p. 429-453, 1985.

ALCOCER, R.J.; ESCOBAR, E. & PERALTA, L. Population structure of the macrobenthic amphipod *H. azteca* Sausurre (Crustacea: Peracarida) on the littoral zone of six crater lakes, p. 111-115. In: ESCOBAR, E. & ALVAREZ NOGUERA, F. **Modern Approaches to the Study of Crustacea**. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York. 355 p, 2002.

APPADOO, C. & MYERS, A.A. Reproductive bionomics and life history traits of three gammaridean amphipods, *Cymadusa filosa* Savigny, *Ampithoe laxipodus* Appadoo and Myers and *Mallacoota schellenbergi* Ledoyer from tropical Indian Ocean (Mauritius). **Acta Oecologica**, v. 26, p. 227-238. 2004.

BALDINGER, A. J. A new species of *Hyaella* (Crustacea, Amphipoda, Hyaellidae) from Ash Springs, Lincoln Country, USA, with a key to the species of the genus in North America and the Caribbean region. **Journal of Natural History**, v. 38, p. 1087-1096, 2004.

BASTOS-PEREIRA, R.; BUENO, A.A.P. A new species of freshwater amphipod (Dogielinotidae, *Hyaella*) from Southeastern Brazil. **Nauplius**, v. 21, p. 79-87, 2013.

BASTOS-PEREIRA, R. **Ecologia de populações e biologia reprodutiva em *Hyaella* (Crustacea, Amphipoda, Hyaellidae)**. 2014. 111 p. Dissertação (Mestrado Ecologia Aplicada), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

BOND-BUCKUP, G. & ARAUJO, P.B. 1998. *Hyaella montenegrinae* sp. n., um Amphipoda de águas continentais do sul do Brasil (Crustacea, Peracarida, Hyaellidae). **Nauplius**, v. 6, p. 53-59.

BOROWSKY, B. Patterns of reproduction of some amphipod crustaceans and insights into the nature of their stimuli. *In*: BAUER, R.T. & W. MARTIN. **Journal of Crustacean Sexual Biology**. New York, 355 p, 1991.

BOSCHI, R.; OLIVEIRA, S.R.M.; ASSAD, E.D. Técnicas de mineração de dados para análise da precipitação pluvial decenal no Rio Grande do Sul. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 31, p. 1189-1201, 2011.

BOUSFIELD, E.L. A contribution to the reclassification of Neotropical freshwater hyalellid amphipods (Crustacea: Gammaridea, Talitroidea). **Bolletino del Museo Civico di Storia Naturale de Verona**, v. 20, p. 175-224, 1996.

BUENO, A.A.P.; ARAUJO, P.B.; CARDOSO, G.M.; GOMES, K.M.; BOND-BUCKUP, G. Two new species of *Hyaella* (Amphipoda, Dogielinotidae) from Brazil. **Crustaceana**, v. 86, p. 802-819, 2013.

CARDOSO, G.M.; ARAUJO, P. B.; BUENO, A. A. P. & FERREIRA, R.L. Two new subterranean species of *Hyaella* Smith, 1874 (Crustacea: Amphipoda: Hyaellidae) from Brazil. **Zootaxa**, v. 3814, p. 253-348, 2014.

CARDOSO, R.S. & VELOSO, V.G. Population biology and secondary production of the sandhopper *Pseudorchestoidea brasiliensis* (Amphipoda: Talitridae) at Prainha Beach, Brazil. **Marine Ecology Progress Series**, v. 142, p. 111-119, 1996.

CARDOSO, G.M.; BUENO, A. A. P.; FERREIRA, R.L. A new troglotrophic species of *Hyaella* (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae) from Southeastern Brazil. **Nauplius**, v. 19, p. 17-26, 2011.

CARDOSO, G.M.; ARAUJO, P.B.; BUENO, A.A.P. & FERREIRA, R.L. Two new subterranean species of *Hyaella* Smith, 1874 (Crustacea: Amphipoda: Hyaellidae) from Brazil. **Zootaxa**, v. 3814, p. 253-348, 2014.

CASTIGLIONI D. S.; BOND-BUCKUP, G. Reproductive strategies of two sympatric species of *Hyalella* Smith, 1874 (Amphipoda, Dogielinotidae) in laboratory conditions. **Journal of Natural History**, v. 41, p. 25-28, 2007.

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

CASTIGLIONI, D. S.; BOND-BUCKUP, G. Egg production of two sympatric species of *Hyalella* Smith, 1874 (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae) in aquaculture ponds in southern Brazil. **Journal of Natural History**, v. 43, p. 1273-1289, 2009.

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

COSTA, F.O. & COSTA, M.H. Life history of the amphipod *Gammarus locusta* in the Sado estuary (Portugal). **Acta Oecologica**, v. 20, p. 305-314, 1999.

CUNHA, M.R.; SORBE, J.C. & MOREIRA, M.H. The amphipod *Corophium multisetosum* (Corophiidae) in Ria de Aveiro (NW Portugal). I. Life history and aspects of reproductive biology. **Marine Biology**, v. 137, p. 637-650, 2000.

CURI, P.R. & MORAES, R.V. Associação, homogeneidade e contrastes entre proporções em tabelas contendo distribuições multinomiais. **Ciência e Cultura**, v. 33, p. 712-722, 1981.

DÍAZ, H. & CONDE, J.E. Population dynamics and life history of the mangrove crab *Aratus pisonii* (Brachyura, Grapsidae) in a marine environment. **Bulletin of Marine Science**, v. 45, p. 148-163, 1989.

DÍAS, N. & SPRUNG, M. Population dynamics and production of the amphipod *Orchestia gammarellus* (Talitridae) in a ria Formosa saltmarsh (southern Portugal). **Crustaceana**, v. 76, p. 1123-1141, 2004.

DUAN, Y.; GUTTMA, S.I. & ORIS, J.T. Genetic differentiation among laboratory populations of *Hyalella azteca*: implications for toxicology. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 16, p. 691-695, 1997.

DUTRA, B.K.; FERNANDES, F.A.; OLIVEIRA, G.T. Carbofuran-induced alterations in biochemical composition, lipoperoxidation and Na⁺/K⁺ATPase activity of *Hyaella pleoacuta* and *Hyaella curvispina* (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae) in bioassays. **Comparative Biochemistry and Physiology C**, v. 147, p. 179-188, 2008.

DUTRA, B.K.; FERNANDES, F.A.; LAUFER, A.L.; OLIVEIRA, G.T. Carbofuran-induced alterations in biochemical composition, lipoperoxidation and Na⁺/K⁺ATPase activity of *Hyaella castroi* (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae) in bioassays. **Comparative Biochemistry and Physiology C**, v. 149, p. 640-646, 2009.

DUTRA, B. K.; FERNANDES, F. A.; FAILACE, D. M.; OLIVEIRA, G.T. Effect of roundup (glyphosate formulation) in the energy metabolism and reproductive traits of *Hyaella castroi* (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae). **Ecotoxicology**, v. 20, p. 255-263, 2011.

EMMERSON, W.D. Seasonal breeding cycles and sex ratios of eight species of crabs from Mgazana, a mangrove estuary in Transkei, southern Africa. **Journal of Crustacean Biology**, v. 14, p. 568-578, 1994.

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

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

GONZÁLEZ, E.R. & WATLING, L. Three new species of *Hyaella* from Chile (Crustacea: Amphipoda: Hyaellidae). **Hydrobiologia**, v. 464, p. 175-199, 2001.

GONZÁLEZ, E.R. & WATLING, L. A new species of *Hyaella* from the Andes in Peru (Crustacea: Hyaellidae). **Revista de Biología Tropical**, v. 50, p. 649-658, a2002.

GONZÁLEZ, E.R. & WATLING, L. Redescription of *Hyaella azteca* from its type locality, Vera Cruz, Mexico (Amphipoda: Hyaellidae). **Journal of Crustacean Biology**, v. 22, p. 173-183, b2002.

GONZÁLEZ, E. & WATLING, L. Redescription of the freshwater amphipod *Hyaella faxoni* from Costa Rica (Crustacea: Amphipoda: Hyaellidae). **Revista de Biología Tropical**, v. 50, p. 659-667, c2002.

GONZÁLEZ, E.R. & WATLING, L. A new species of *Hyaella* from the Patagonia, Chile, with the redescription of *H. simplex* Schellenberg, 1943 (Crustacea: Amphipoda). **Journal of Natural History**, v. 37, p. 2077-2094, a2003.

GONZÁLEZ, E.R. & WATLING, L. A new species of *Hyaella* from Brazil (Crustacea: Amphipoda), and redescriptions of three other species in the genus. **Journal of Natural History**, v. 37, p. 2045-2076, b2003.

GONZÁLEZ, E.R. **A família Hyalellidae**. PHD Thesis Marine Biology, School of Marine Sciences, University of Maine, U.S.A, 471 p, 2003.

GONÇALVES, S.C.; MARQUES, J. C.; PARDAL, M.A.; BOUSLAMA, M.F.; EL GTARI, M.; CHARFICHEIKHROUHA, F. Comparison of the biology, dynamics, and secondary production of *Talorchestia brito* (Amphipoda, Talitridae) in Atlantic (Portugal) and Mediterranean (Tunisia) populations. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 58, p. 901-916, 2003.

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

GROSSO, L. & PERALTA, M. Anfípodos de agua dulce sudamericanos. Revisión del género *Hyaella* Smith. **Acta Zoologica Lilloana**, v. 45, p. 79-98, 1999.

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

HARTNOLL, R.G. Growth. In: BLISS, D.E. **The Biology of Crustacea: embryology, morphology and genetics**. Academic Press, New York, 440 p, 1982.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2014. Disponível em < <http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em 20 de junho de 2014.

ISHIKAWA, T. & URABE, J. Population dynamics and production of *Jesogammarus annandalei*, an endemic amphipod, in Lake Biwa, Japan. **Freshwater Biology**, v. 47, p. 1935-1943, 2002.

JENIO, F. The life cycle and ecology of *Gammarus troglophilus* Hubricht & Mackin. **Crustaceana**, v. 6, p. 204-215, 1980.

KEVREKIDIS, T. Population dynamics, growth and reproduction of *Corophium insidiosum* (Crustacea: Amphipoda) at low salinities in Monolimni lagoon (Evros Delta, north Aegean Sea). **Hydrobiologia**, v. 522, p. 117-132, 2004.

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

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

LA FRANCE, K. & RUBER, E. The life cycle and productivity of the amphipod *Gammarus mucronatus* on a northern Massachusetts salt marsh. **Limnology and Oceanography**, v. 30, p. 1067-1077, 1985.

LOW, B.S. Environmental uncertainty and parental strategies of marsupials and placentals. **American Naturalist**, v. 112, p. 319-335, 1978.

MARKUS, R. **Elementos de estatística aplicada**. Faculdade de Agronomia e Veterinária da UFRGS: Centro Acadêmico Leopoldo Cortez, Porto Alegre, 329 p, 1971.

MARQUES, J.C.; GONÇALVES, S.C.; PARDAL, M.A.; CHELAZZI, L.; COLOMBINI, I.; FALLACI, M.; BOUSLAMA, M.F.; EL GTARI, M; CHARFI-CHEIKHROUHA, F.; SCAPINI, F. Comparison of *Talitrus saltator* (Amphipoda, Talitridae) biology, dynamics, and secondary production in Atlantic (Portugal) and Mediterranean (Italy and Tunisia). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 58, p. 127-148, 2003.

MARRÓN-BECERRA, A.; HERMOSO-SALAZAR, M. & SOLÍS-WEISS, V. *Hyaella cenotenis*, a new species of Hyalellidae (Crustacea: Amphipoda) from the Yucatán Peninsula, Mexico. **Zootaxa**. v.3811, n. 3, p. 262-270, 2014.

MINUZZI, R.B.; SEDIYAMA, G.C.; BARBOSA, E.M. & JUNIOR, J.C.F.M. Climatologia do comportamento do período chuvoso da Região Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 22, n. 3, p. 338-344. 2007.

MOORE, P.G. & WONG, Y.M. Observations on the life history of *Orchomene nanus* (Kroyer) (Amphipoda: Lysionanassoidea) at Millport Scotland as deduced from baited trapping. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 195, p. 53-70, 1996.

MOORE, P.G. The life histories of the amphipods *Lembos websteri* Bate and *Corophium bonnellii* Milne Edwards in kelp holdfasts. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 49, p. 1-50, 1981.

MURKIN, H. & ROSS, L.C.M. Invertebrates in prairie wetlands. In: MURKIN, H.; van der VALK, A.; CLARK, W. **Prairie wetland ecology: the contribution of the Marsh Ecology Research Program**, Iowa State University Press, p 201-247, 2000.

MUSKÓ, I.B. Life history of *Corophium curvispinum* G. O. Sars (Crustacea, Amphipoda) living on macrophytes in Lake Balaton. **Hydrobiologia**, v. 243/244, p. 197-202, 1993.

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

PEREIRA, V.F.G. Redescritção de *Hyaella pernix* (Moreira) (Amphipoda - Hyaellidae) com discussão de seu sinônimo *H. curvispina* Shoemaker. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 3, p. 209-217, 1985.

PEREIRA, V.F.G. Uma espécie de anfípode cavernícola do Brasil - *Hyaella caeca* sp. n. (Amphipoda, Hyaellidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 6, p. 49-55, 1989.

PEREIRA, V.F.G. *Hyaella dielaii* sp. nov. from São Paulo Brazil (Amphipoda, Hyaellidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, p. 179-184, 2004.

RODRIGUES, S. G.; BUENO, A. A. P. & FERREIRA, R. L. A new troglotrophic species of *Hyaella* (Crustacea, Amphipoda, Hyaellidae) with a taxonomic key for the Brazilian species. **Zootaxa**, v. 3815, p. 200–214, 2014.

SASTRY, A.N. Ecological aspects of reproduction. In: F.J. VERNBERG & VERNBERG, W.B. **The Biology of Crustacea: Environmental adaptations**. v. 8. Academic Press, New York, 383 p., 1983.

SIMON, F.W.; PICKBRENNER, K. & MARCUZZO, F.F.N. Estudo do regime hídrico pluvial e fluvial em bacia hidrográfica com precipitação homogênea. **XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, 17 – 22 de novembro de 2013, Bento Gonçalves, RS, 2013.

SUBIDA, M.D.; CUNHA, M.R. & MOREIRA, M.H. Life history, reproduction, and production of *Gammarus chevreuxi* (Amphipoda: Gammaridae) in the Ria de Aveiro,

northwestern Portugal. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 24, p. 82-100, 2005.

STRONG, Jr. D.R. Life history variation among populations of an amphipod (*Hyalella azteca*). **Ecology**, v. 53, p. 1103-1111, 1972.

THIEL, M. Extended parental care in crustaceans - an update. **Revista Chilena de Historia Natural**, v. 76, p. 205-218, 2003a.

TOWNSEND, C.R.; BEGON, M. & HARPER, J.L. **Fundamentos em ecologia**. Porto Alegre: Editora Artmed, 2010.

VAINOLA, R.; WITT, J.D.S.; GRABOWSKI, M.; BRADBURY, J.H.; JAZDZEWSKI, K. & SKET, B. Global diversity of amphipods (Amphipoda; Crustacea) in freshwater. **Hydrobiologia**, v. 595, p. 241-255, 2008.

WARD, P.I. Advantages and a disadvantages of large size for male *Gammarus pulex* (Crustacea: Amphipoda). **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 14, p. 69-76, 1983.

WELLBORN, G.A.; SKELLY, D.K.; WERNER, E.E. Mechanisms creating community structure across a freshwater habitat gradient. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 2, p. 337-363, 1996.

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

WELLBORN, G.A. Trade-off between competitive ability and antipredator adaptation in a freshwater amphipod species complex. **Ecology**, v. 83, p. 129-136, 2002.

WEN, Y.H. Life history and production of *Hyalella azteca* (Crustacea, Amphipoda) in a hypereutrophic prairie pond in southern Alberta. **Canadian Journal of Zoology**, v. 70, p. 1417-1424, 1992.

WEN, Y.H. Sexual dimorphism and mate choice in *Hyalella azteca* (Amphipoda). **American Midland Naturalist**, Notre Dame, v. 129, p. 153-160, 1993.

WENNER, A.M. Sex-ratio as a function of size in marine Crustacea. **American Midland Naturalist**, v. 106, p. 321-350, 1972.

WILSON, W.H. JR. & PARKER, K. The life history of the amphipod *Corophium volutator*: the effects of temperature and shorebird predation. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 196, p. 239-250, 1996.

WITT, J.D.S.; HEBERT, P.D.N. Cryptic species diversity and evolution in the amphipod genus *Hyalella* within central glaciated North America: a molecular phylogenetic approach. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 57, p. 687-698, 2000.

XINQING, Z.; LINGFENG, H.; BANGQIN, H.; YONGQING, L. I. N. Factores regulating population dynamics of the amphipod *Ampithoe valida* in a eutrophic subtropical coastal lagoon. **Acta Oceanologica Sinica**, v. 32, p. 56-65, 2013.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. Prentice Hall, Upper Saddle River. 941 p, 1996.

CAPÍTULO 2

BIOLOGIA REPRODUTIVA DE DUAS ESPÉCIES DE *HYALELLA* SMITH, 1874 (CRUSTACEA, AMPHIPODA, HYALELLIDAE) NA REGIÃO SUL DO BRASIL.

Aline Vasum Ozga; Daniela da Silva Castiglioni

RESUMO

Os crustáceos do gênero *Hyaella* Smith, 1874 são amplamente distribuídos em ambientes aquáticos do continente americano ocupando importantes papéis na cadeia trófica dos ecossistemas. O objetivo deste trabalho foi caracterizar a biologia reprodutiva das espécies *Hyaella* sp. 1 (amostrados na nascente) e *Hyaella* sp. 2 (amostrados no açude). Os espécimes foram coletados durante 12 meses em uma nascente e em um açude no município de Palmeira das Missões, Estado do Rio Grande do Sul. As fêmeas ovígeras e os casais em comportamento pré-copulatório foram individualizados em microtubos ainda em campo. No laboratório todos os espécimes foram mensurados quanto ao comprimento do cefalotórax (mm). Em ambas as espécies analisadas no presente estudo a maturidade sexual dos machos é alcançada com tamanho superiores aos das fêmeas. Foi observada correlação entre o tamanho dos machos e fêmeas nos casais em pré-copula no qual machos grandes carregam fêmeas grandes em ambas espécies de *Hyaella*. Os casais foram amostrados em todas as estações do ano em ambas as espécies, porém a espécie *Hyaella* sp. 1 apresentou maior frequência de casais na primavera e *Hyaella* sp. 2 no outono. Foi observado correlação positiva entre o comprimento do cefalotórax (CC) das fêmeas ovígeras e o número de ovos e juvenis produzidos e também uma redução do número de ovos ao longo do desenvolvimento embrionário para a espécie *Hyaella* sp. 1. A fecundidade média de *Hyaella* sp. 1 foi significativamente superior a de *Hyaella* sp. 2. As diferenças na biologia reprodutiva observadas nas duas espécies estudadas podem estar relacionadas as condições físicas e ambientais na qual as espécies são expostas em seus habitats.

PALAVRAS-CHAVE: Maturidade sexual. Frequência de casais. Fecundidade. *Hyaella*. Amphipoda.

ABSTRACT

The Crustaceans of the genus *Hyaella* Smith, 1874 are widely distributed in aquatic environments in the Americas occupy important roles in the food chain and ecosystem. The objective of this study was to characterize the reproductive biology of the species *Hyaella* sp. 1 (collected in a nascent) and *Hyaella* sp. 2 (collected in weir). The specimens were collected during 12 months in a nascent and a weir in the city of Palmeira das Missões, State of Rio Grande do Sul. Ovigerous females and couples in pre-copulatory behavior were placed in

individual microtubes still in the field. In the laboratory all specimens were measured as cephalothorax length (mm). In both species analyzed in this study, the male sexual maturity is reached in bigger body size than the females. Correlation between the size of the males and females in pairs in pre-copulation in which carry large big males females of both species *Hyaella* was observed. The couples were sampled in all seasons in both species, but the species *Hyaella* sp. 1 showed a higher frequency of couples in the spring and *Hyaella* sp. 2 in the fall. Positive correlation between cephalothorax length (CC) of the females and the number of eggs and juveniles produced and also a reduction in the number of eggs during embryonic development for *Hyaella* sp. 1 species was observed. The average fecundity of *Hyaella* sp. 1 was significantly superior to *Hyaella* sp. 2 Differences in reproductive biology observed in both species may be related to physical and environmental conditions in which the species are exposed in their habitats.

KEYWORDS: Sexual Maturity. Frequency pairs. Fecundity. *Hyaella*. Amphipoda.

INTRODUÇÃO

Os crustáceos do gênero *Hyaella* Smith (1874) são amplamente distribuídos na América do Norte ocorrendo também na América Central e América do Sul (GONZÁLEZ E WATLING, 2002). No Brasil são conhecidas 23 espécies e para o estado do Rio Grande do Sul já foram descritas 9 espécies (BASTOS-PEREIRA & BUENO, 2013; BUENO, et al., 2013; BASTOS-PEREIRA, 2014; CARDOSO et al., 2014).

Os indivíduos das espécies de *Hyaella* são encontrados apenas em ambientes dulcícolas em uma variedade de habitats como lagos, lagoas e riachos, tanto em ambiente lóticos como em ambientes lênticos, vivendo junto à vegetação ou em galeria no sedimento (KRUSCHWITZ, 1978; GROSSO & PERALTA, 1999), sendo membros importantes da comunidade bentônica e servem de alimento para aves, peixes e outros crustáceos (WELLBORN, 1995).

Em crustáceos anfípodos a identificação de fêmeas maduras é realizada através da observação dos seus ovários desenvolvidos, pela presença do marsúpio e/ou ovos dentro do marsúpio e a maturidade sexual dos machos é determinada pela observação do alargamento completo do segundo par de gnatópodos (KRUSCHWITZ, 1978; NELSON & BRUNSON, 1995). Após estes crustáceos tornarem-se maduros eles iniciam um comportamento pré-copulatório, no qual os machos iram carregar as fêmeas junto ao seu corpo por alguns dias e posteriormente estes auxiliarão as fêmeas no processo de muda e logo após irão copular (BOROWSKY, 1991). Assim, o comportamento pré-copulatório pode ser usado como uma estimativa de que machos e fêmeas estão aptos à reprodução, ou seja, atingiram a maturidade sexual (BOROWSKY, 1991).

As espécies de *Hyaella* apresentam desenvolvimento direto, assim como todos os outros peracáridos (BOROWSKY, 1991). O desenvolvimento acontece dentro do marsúpio, sendo este o local onde ocorre a fertilização e a incubação dos ovos (COOPER, 1965; BOROWSKY, 1991). Além disto, em algumas espécies de *Hyaella* os juvenis permanecem junto a mãe dentro do marsúpio após a eclosão por alguns dias (GEISLER, 1944; CASTIGLIONI & BOND-BUCKUP, 2007).

O estudo da biologia reprodutiva em crustáceos compreende dois aspectos distintos como os eventos relacionados com a corte, incluindo processos que antecedem e estendem-se até o comportamento de cópula e o ciclo reprodutivo de uma espécie, como a maturidade sexual, o desenvolvimento dos ovos e as relações entre reprodução e ciclo de muda (SASTRY, 1983; GONZÁLEZ-GURRIARÁN, 1985). O estudo da fecundidade pode ser considerado um fator importante na biologia de qualquer população, pois está diretamente relacionada com os indivíduos que formarão a próxima geração, e que darão continuidade a essa população (CASTIGLIONI & BOND BUCKUP, 2007). Poucos estudos foram publicados até o momento sobre a biologia reprodutiva do gênero *Hyaella* como os desenvolvidos por Castiglioni & Bond-Buckup (2007, 2008b, 2009) com duas espécies simpátricas de *Hyaella* encontradas no sul da América do Sul. Assim, torna-se necessário novas pesquisas acerca da biologia reprodutiva do gênero, principalmente espécies brasileiras com a finalidade de preencher a lacuna sobre a biologia de espécies deste gênero.

Este estudo tem como objetivo fornecer informações sobre a biologia reprodutiva de duas espécies de *Hyaella* ainda não descritas, onde foram analisados a maturidade sexual, a frequência de pareamento e a fecundidade.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da área de amostragem dos anfípodos dulcícolas

Os exemplares de anfípodos foram amostrados em uma propriedade rural (Sítio Taqui) (27°53'56" S - 53°18' 50"O) localizado no município de Palmeira das Missões, Estado do Rio Grande do Sul. Os indivíduos da espécie *Hyaella* sp. 1 foram amostrados em uma nascente e os indivíduos da espécie *Hyaella* sp. 2 foram amostrados em um açude no período de um ano de Agosto/2012 a Julho/2013.

A nascente foi denominada de P1 e o açude de P2. O P1 constituía-se numa nascente sombreada por árvores e gramíneas. Os exemplares de *Hyalella* sp. 1 foram amostrados no sedimento. Já o P2 tratava-se de um açude com profundidade de aproximadamente 30 cm, apresentando macrófitas do género *Salvinia* nas quais foram amostrados os indivíduos de *Hyalella* sp. 2.

Amostragem dos dados

Para a amostragem dos indivíduos do género *Hyalella* seguiu-se a metodologia citada no artigo ESTRUTURA POPULACIONAL DE DUAS ESPÉCIES DE AMPHIPODA DULCÍCOLA (CRUSTACEA, PERACARIDA, HYALELLIDAE) DO SUL DO BRASIL que consta no capítulo 1 desta dissertação.

Análise dos dados

O tamanho em que as duas espécies de *Hyalella* analisadas atingem a maturidade sexual foi estimado através de dois métodos distintos, entre eles o tamanho do comprimento de cefalotórax (CC) da menor fêmea ovígera amostrada na população e por meio do menor tamanho do comprimento do cefalotórax de machos e fêmeas encontrado em comportamento pré-copulatório (CASTIGLIONI & BOND-BUCKUP, 2008a).

Em laboratório os casais e fêmeas ovígeras foram mensurados quanto ao comprimento do cefalotórax (mm) sob uma ocular micrométrica de estereomicroscópio. Para verificar se machos e fêmeas acasalam preferencialmente pelo tamanho, analisou-se a correlação entre o comprimento do cefalotórax dos machos e fêmeas pareados em campos utilizando-se de uma análise de correlação de Pearson (r) (ZAR, 1996). Estimou-se sazonalmente a frequência relativa de casais em comportamento pré-copulatório. Posteriormente a frequência de casais foi comparada entre as estações do ano utilizando-se uma análise de proporções multinomiais (MANAP; $\alpha = 0,05$) (CURI & MORAES, 1981).

Para análise da fecundidade algumas fêmeas ovígeras foram individualizadas em campo logo após a amostragem. Em laboratório, os ovos e /ou juvenis foram retirados do marsúpio de cada fêmea, classificados de acordo com o estágio de desenvolvimento embrionário: 1) estágio inicial: ovo completamente repleto de vitelo, ainda não há formação do embrião; 2) estágio intermediário: vitelo já começa a diminuir, pois o embrião começa a

ser formado; 3) estágio final: vitelo já foi consumido pelo embrião e já é possível ver o embrião formado e os olhos; 4) estágio juvenil: ovo eclodiu e os juvenis é que são encontrados no marsúpio da fêmea (HYNES, 1955; SUBIDA et al., 2005; CASTIGLIONI & BOND-BUCKUP, 2009) e contados diretamente sob estereomicroscópio.

Primeiramente foi estimada a fecundidade total (mínima, máxima, média \pm sd) para cada espécie de *Hyaella* e efetuado a correlação de Pearson (r) (ZAR, 1996). Posteriormente foram estimados os valores mínimo, máximo e médio (\pm desvio padrão) de ovos em cada estágio de desenvolvimento embrionário e de juvenis. Além disto, foi estimado o índice de fecundidade (número de ovos/comprimento do cefalotórax) (IF) para cada espécie de *Hyaella*. Posteriormente, utilizou-se um test t para a comparação da fecundidade total entre as diferentes espécies de *Hyaella* ($\alpha = 0,05$) (ZAR, 1996). Para a comparação da fecundidade entre os diferentes estágios de desenvolvimento embrionário e também entre as estações do ano, foi utilizada uma análise de variância (ANOVA) complementada pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$) (ZAR, 1996).

A relação entre o comprimento do cefalotórax das fêmeas ovíferas (x) e o número de ovos em cada estágio de desenvolvimento embrionário e o número de juvenis (y) foi estimada utilizando-se uma análise de regressão ($y = ax - b$). Subsequente, uma correlação de Pearson (r) foi determinada para cada estágio de desenvolvimento embrionário e também para a produção total de ovos (levando-se em consideração todos os estágios de desenvolvimento) ($\alpha = 0,05$) (ZAR, 1996).

RESULTADOS

A maturidade sexual foi estimada pelo tamanho do comprimento do cefalotórax do menor macho e fêmea encontrados em comportamento pré-copulatório, sendo que para *Hyaella* sp. 1 (amostrada na nascente) estes valores são 0,77 mm nos machos e 0,57 mm nas fêmeas. Em *Hyaella* sp. 2 (amostrada no açude) a maturidade sexual foi estimada em 0,35 e 0,30 mm para machos e fêmeas, respectivamente. O tamanho da menor fêmeas ovígera amostrada na população também foi utilizado para a determinação da maturidade sexual de fêmeas e assim *Hyaella* sp. 1 e *Hyaella* sp. 2 estão aptas a reprodução com 0,37 e 0,25 mm, respectivamente.

Na Tabela 4 estão apresentados os valores do tamanho mínimo, máximo e médio (\pm desvio padrão) do comprimento do cefalotórax (CC) de machos e fêmeas de cada espécie de *Hyaella* que foram amostrados em comportamento pré-copulatório. Os machos pareados

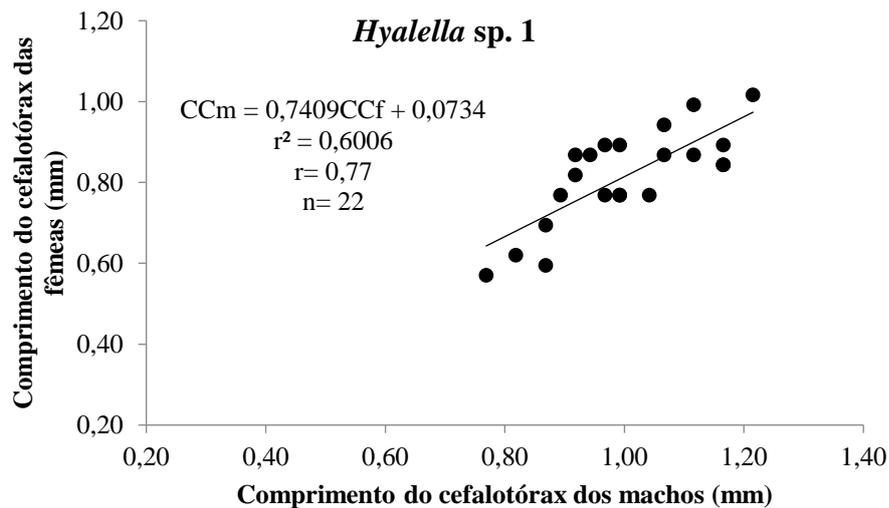
apresentaram um tamanho de CC superior aos das fêmeas (*Hyalella* sp. 1 – $t = 5,12$ e *Hyalella* sp. 2 – $t = 9,65$; $p < 0,05$).

Tabela 4- Tamanho corpóreo (comprimento do cefalotórax – CC em mm) de machos e fêmeas em comportamento pré-copulatório das espécies *Hyalella* sp. 1 e *Hyalella* sp. 2

	<i>Hyalella</i> sp. 1		<i>Hyalella</i> sp. 2	
	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas
Mínimo – máximo	0,77-1,22	0,57-1,02	0,35-0,87	0,30-0,89
Média ± desvio padrão	1,00±0,12	0,82±0,12	0,62±0,10	0,53±0,0
Número de indivíduos	22	22	210	210

Em ambas as espécies de *Hyalella* analisadas no presente trabalho, machos e fêmeas acasalam preferencialmente pelo tamanho, nas quais foi observada correlação positiva entre o comprimento do cefalotórax dos machos e fêmeas pareados (Figura 19), ou seja, machos grandes acasalam com fêmeas grandes e os machos com tamanhos inferiores, pareiam com fêmeas pequenas (*Hyalella* sp. 1 $r = 0,77$; *Hyalella* sp. 2 $r = 0,88$; $p < 0,05$).

Os casais em comportamento pré-copulatório foram amostrados em todas as estações do ano para as duas espécies amostradas, mas em *Hyalella* sp. 1 foi observada maior intensidade na primavera e em *Hyalella* sp. 2 no outono (Figura 20).



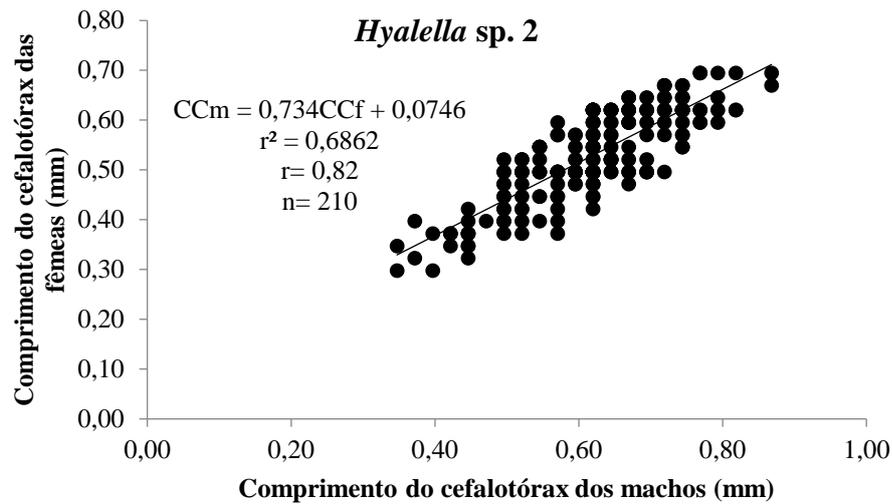


Figura 19- Correlação entre o comprimento do cefalotórax de machos e fêmeas de *Hyalella* sp. 1 e *Hyalella* sp. 2 encontrados em comportamento pré-copulatório. CCm= comprimento do cefalotórax de machos; CCf= comprimento do cefalotórax de fêmeas; n= número de indivíduos.

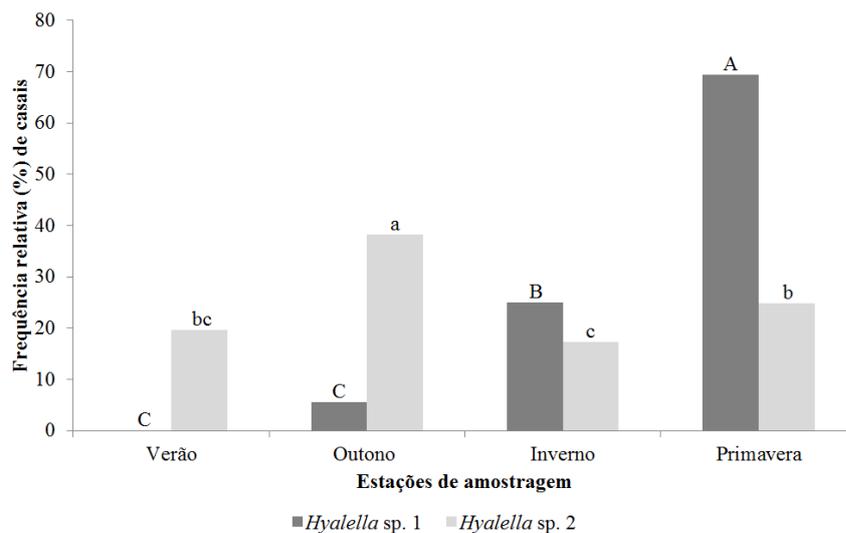


Figura 20- Frequência relativa (%) sazonal de casais de *Hyalella* sp. 1 e *Hyalella* sp. 2 em comportamento pré-copulatório. As letras maiúsculas representam *Hyalella* sp. 1, as letras minúsculas representam *Hyalella* sp. 2. Colunas com letras diferentes demonstram diferença significativa ($p < 0,05$).

O tamanho do comprimento do cefalotórax das fêmeas ovígeras de *Hyalella* sp.1 variou de 0,25 a 1,12 mm ($0,75 \pm 0,19$ mm) e em *Hyalella* sp. 2 a variação de tamanho foi de 0,24 a 0,82 mm ($0,56 \pm 0,10$ mm), sendo as fêmeas de *Hyalella* sp. 1 significativamente maiores do que *Hyalella* sp. 2 ($t = 19,64$; $p < 0,05$). A fecundidade total de *Hyalella* sp. 1 variou de 14 a 59 ovos e de *Hyalella* sp. 2 a produção de ovos apresentou uma variação de 10 a 46 ovos. A fecundidade média de *Hyalella* sp. 1 ($37,4 \pm 10,7$ ovos) foi significativamente

maior do que em *Hyalella* sp. 2 ($25,7 \pm 6,5$ ovos) ($t = 19,82$; $p < 0,05$). Quando se compara o índice de fecundidade, no qual é eliminado o efeito do tamanho sobre a produção de ovos, observou-se que *Hyalella* sp. 1 apresentou um índice superior (Índice de fecundidade médio: $48,75 \pm 18,45$ ovos) a *Hyalella* sp. 2 (IF= $45,82 \pm 8,11$), ou seja, as fêmeas de *Hyalella* sp. 1 apresentam tamanho corpóreo superior a *Hyalella* sp. 2 e em média ela produz mais ovos.

Em ambas as espécies de *Hyalella* analisadas no presente estudo, foram observadas correlação positiva entre o tamanho (CC) das fêmeas ovíferas e o número de ovos produzidos (*Hyalella* sp. 1 – $r = 0,74$; *Hyalella* sp. 2 – $r = 0,75$; $p < 0,05$ (Figura 21).

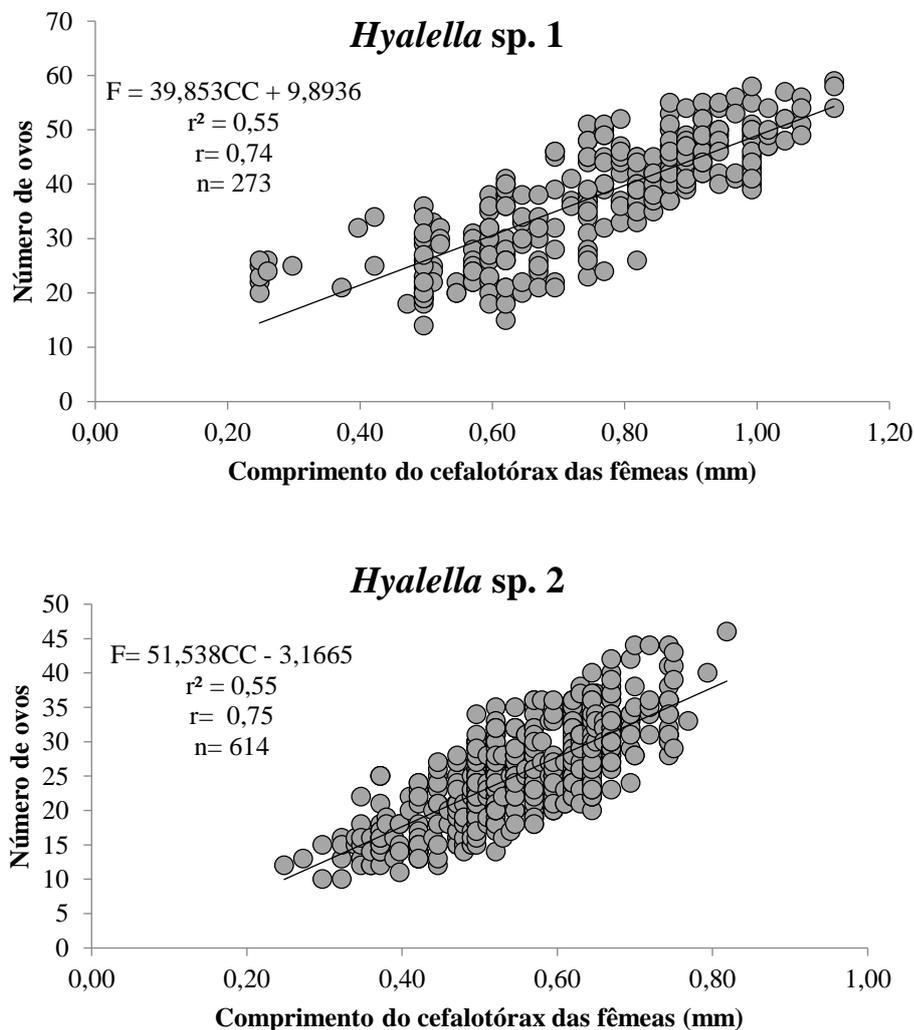


Figura 21- Correlação entre o tamanho do comprimento do cefalotórax (CC) das fêmeas ovíferas e o número de ovos produzidos por *Hyalella* sp. 1 e *Hyalella* sp. 2. F = fecundidade; CC = comprimento do cefalotórax; r^2 = coeficiente de determinação; r = coeficiente de correlação; número de fêmeas ovíferas.

Nas Tabela 5 e Tabela 6 estão apresentados os valores do tamanho mínimo, máximo e médio (\pm desvio padrão) do comprimento do cefalotórax (CC) das fêmeas ovígeras das espécies de *Hyaella* nos diferentes estágios de desenvolvimento embrionário.

A produção de ovos em cada estágio de desenvolvimento embrionário e o número de juvenis que permaneceram dentro do marsúpio das fêmeas de *Hyaella* sp. 1 estão apresentados na Tabela 5, na qual observa-se perda de ovos ao longo do desenvolvimento embrionário com a maior produção no estágio inicial ($F = 10,59$; $p < 0,05$). Por outro, em *Hyaella* sp. 2 não foi observada redução no número de ovos e juvenis ao longo do desenvolvimento embrionário ($F = 1,30$; $p < 0,05$) (Tabela 6). Além disto, foi observada correlação positiva entre o tamanho (CC) das fêmeas ovígeras e o número de ovos em cada estágio de desenvolvimento embrionário e também entre o número de juvenis em ambas as espécies de *Hyaella* (Tabela 5 e 6).

Tabela 5- Número de ovos e juvenis e tamanho mínimo, máximo e médio (\pm desvio padrão) do comprimento do cefalotórax (CC) das fêmeas ovígeras de *Hyaella* sp. 1 nos diferentes estágios de desenvolvimento embrionário e número de juvenis dentro do marsúpio.

Estágios de desenvolvimento embrionário	N	CC das fêmeas ovígeras		Ovos		r
		Mín-máx	Média \pm desvio padrão	Mín-máx	Média \pm desvio padrão	
Inicial	115	0,25-1,12	0,78 \pm 0,20	18-56	40,1 \pm 9,63 a	0,82
Intermediário	157	0,30-1,12	0,71 \pm 0,18	18-59	34,2 \pm 11,14 b	0,79
Final	28	0,40-0,82	0,64 \pm 0,10	20-40	28,6 \pm 5,68 c	0,59
Juvenil	21	0,57-1,04	0,79 \pm 0,17	15-52	34,1 \pm 10,89 b	0,86

Nota: CC= comprimento do cefalotórax; Mín= mínimo; Máx= máximo, r = coeficiente de correlação. Letras minúsculas distintas indicam diferença significativa na fecundidade.

Tabela 6- Número de ovos e juvenis e tamanho mínimo, máximo e médio (\pm desvio padrão) do comprimento do cefalotórax (CC) das fêmeas ovígeras de *Hyaella* sp. 1 nos diferentes estágios de desenvolvimento embrionário e número de juvenis dentro do marsúpio.

Estágios de desenvolvimento embrionário	N	CC das fêmeas ovígeras		Ovos		r
		Mín-máx	Média \pm desvio padrão	Mín-máx	Média \pm desvio padrão	
Inicial	216	0,25-0,75	0,56 \pm 0,10	10-40	26,0 \pm 6,47 a	0,75
Intermediário	291	0,34-0,82	0,56 \pm 0,10	12-46	25,7 \pm 6,51 a	0,78
Final	54	0,37-0,79	0,59 \pm 0,08	20-37	26,1 \pm 3,69 a	0,65
Juvenil	53	0,27-0,67	0,53 \pm 0,11	10-37	24,2 \pm 6,69 a	0,86

Nota: CC= comprimento do cefalotórax; Mín= mínimo; Máx= máximo, r = coeficiente de correlação. Letras minúsculas distintas indicam diferença significativa na fecundidade.

As espécies de *Hyaella* analisadas no presente estudo produziram ovos/juvenis ao longo de todas as estações do ano e a menor fecundidade foi observada no outono em *Hyaella* sp. 1 ($F= 122,43$; $p < 0,05$) e na primavera em *Hyaella* sp. 2 ($F = 47,02$; $p < 0,05$) (Tabela 7).

Tabela 7- Fecundidade por estação do ano em *Hyaella* sp. 1 e *Hyaella* sp. 2.

Estações do ano	<i>Hyaella</i> sp.1		<i>Hyaella</i> sp.2	
	Mín - máx	Média ± desvio padrão	Mín - máx	Média± desvio padrão
Verão	21-58	41,0±7,3 b	13-46	26,7±6,4 a
Outono	14-46	26,5±6,9 c	14-39	27,3±5,2 a
Inverno	27-59	45,3±7,1 a	10-40	26,0±6,4 a
Primavera	28-55	43,3±6,6 ab	11-34	17,5±4,5 b

Nota: Letras minúsculas distintas indicam diferença significativa na fecundidade entre as estações do ano em cada espécie de *Hyaella*.

DISCUSSÃO

No presente estudo, a maturidade sexual foi estimada pelo tamanho do comprimento do cefalotórax do menor macho e fêmea encontrados em comportamento pré-copulatório e do tamanho da menor fêmea ovígera amostrada na população. Alguns trabalhos realizados com organismos do gênero *Hyaella* consideram o comprimento do cefalotórax como uma medida de parâmetro para o tamanho destes animais (EDWARDS & COWEEL, 1992; PICKARD & BENKE, 1996; CASTIGLIONI & BOND BUCKUP, 2007). Vários aspectos da ecologia de diversos grupos de animais, como recrutamento, fecundidade e fertilidade podem ser estimados a partir da mensuração do tamanho corporal de tais organismos (CASTIGLIONI & BOND BUCKUP, 2008a; 2008b; SUBIDA et al., 2005). Em anfípodos do gênero *Hyaella* o auge da maturidade sexual pode apresentar variações que podem ser atribuídas ao ambiente em que são expostos, como por exemplo os organismos da espécie *Hyaella azteca* Saussure, 1858 quando cultivadas a temperaturas mais baixas podem levar mais tempo para atingir a maturidade sexual do que indivíduos que foram cultivados em temperaturas mais altas (CASTIGLIONI, et al., 2007).

Os indivíduos da espécie *Hyaella* sp. 1 (amostrados na nascente) atingiram a maturidade sexual com tamanho superior aos indivíduos de *Hyaella* sp. 2 (amostrados no açude). Este fato pode estar relacionado com o habitat onde foram amostrados os exemplares

das duas espécies para este estudo. Os indivíduos da espécie *Hyaella* sp. 1 foram amostrados em uma nascente e a maior quantidade de organismos foi encontrada no sedimento e da espécie *Hyaella* sp. 2 foram amostrados em um açude com grande volume de macrófitas. A diferença do tamanho em que as duas espécies estudadas atingiram a maturidade sexual pode estar relacionada a suas adaptações ao habitat e a fatores como predação e competição. Diferenças no tamanho da maturidade sexual foram observadas em duas espécies simpátricas de *Hyaella* da região dos Campos de Cima da Serra do Estado do Rio Grande do Sul (CASTIGLIONI & BOND-BUCKUP, 2008a), sendo que tal resultado pode ser em decorrência de diferenças na exploração do recurso e vulnerabilidade a predação (WELLBORN 1994; 2002).

Os indivíduos de menor tamanho corporal atingem a maturidade sexual mais rápido e assim podem se reproduzem mais cedo do que indivíduos com tamanhos superiores promovendo assim o surgimento de populações com elevado número de organismos (BASTOS-PEREIRA, 2014), como visto no capítulo anterior em que a população *Hyaella* sp. 2 foi mais numerosa que *Hyaella* sp. 1. Castiglioni et al. (2007) observaram a maturidade sexual em duas espécies do gênero *Hyaella* cultivadas em laboratório e quando comparadas tais espécies com as espécies do presente estudo os indivíduos da espécie *Hyaella* sp. 1 atingiram o auge da maturidade sexual com tamanho superior ao dos indivíduos das outras espécies como *H. pleoacuta*, *H. castroi* e *Hyaella* sp. 2.

Os machos de ambas as espécies estudadas também atingiram a maturidade sexual com tamanhos superiores. Este fato pode estar relacionado ao investimento na reprodução que cada um dos sexos faz durante o crescimento. Os anfípodos do sexo masculino geralmente investem no acasalamento, na busca por fêmeas e na proteção das mesmas quando em comportamento pré-copulatório, enquanto as fêmeas alocam mais tempo e energia na produção de gametas e incubação dos ovos (WEN, 1992). Durante o período de produção e incubação dos ovos as fêmeas não sofrem a muda o que dificulta continuar a crescer na mesma proporção que os machos (CARDOSO & VELOSO, 1996).

Em ambas espécies de *Hyaella* analisadas no presente trabalho, os machos pareados apresentaram um tamanho de CC superior aos das fêmeas. Outros estudos também apresentaram resultados semelhantes em anfípodos como *Gammarus pulex* (ADAMS & GREENWOOD, 1983), *H. azteca* (WEN, 1992; WELLBORN et al., 2005), *H. pleoacuta* e *H. castroi* (CASTIGLIONI & BOND-BUCKUP, 2008b), *Hyaella longistila* Faxon, 1876 (GONZÁLEZ et al., 2006), *Hyaella carstica* Bastos-Pereira & Bueno, 2012 (BASTOS-PEREIRA & BUENO, 2012). De acordo com WARD (1983), ADAMS & GREENWOOD

(1983) e ADAMS et al. (1985), o dimorfismo sexual em anfípodos, no qual os machos apresentam um tamanho corpóreo superior em relação às fêmeas pode ser explicado tanto pela competição entre machos como pelo comportamento pré-copulatório. Quanto maior é o macho, menor a probabilidade do mesmo perder sua parceira sexual para outro macho durante os conflitos em que outros machos tentam tomar a guarda da fêmea. Isto consiste na hipótese da competição macho-macho, o qual machos maiores são melhores competidores (WARD, 1983). Além disto, os machos com tamanhos superiores podem dar suporte a fêmea durante todo o período pré-copulatório (WARD, 1983; ADAMS & GREENWOOD, 1983; ADAMS et al., 1985). Visto que durante o comportamento pré-copulatório os machos transportam as fêmeas na região torácica até que ocorra a ovulação e a fertilização (BOROWSKY, 1991), uma maior proporção do tamanho de machos para fêmeas pode permitir que os machos carreguem as fêmeas com maior facilidade (ADAMS & GREENWOOD, 1983; ADAMS et al., 1985). Alguns autores como Adams et al. (1989), Ward (1983) e Wen (1992) observaram que o comportamento pré-copulatório em *H. azteca* sugere a hipótese de competição macho-macho para esta espécie.

No presente estudo observou-se correlação positiva entre comprimento do cefalotórax dos machos e fêmeas pareados onde estes acasalam preferencialmente pelo tamanho, ou seja, machos grandes acasalam com fêmeas grandes e os machos de tamanhos inferiores pareiam com fêmeas pequenas. Vários estudos também apontaram correlação positiva entre o comprimento do cefalotórax dos machos e fêmeas pareados de anfípodos gammarídeos como *H. azteca* (WELLBORN, 1995), *H. castroi* e *H. pleoacuta* (CASTIGLIONI & BOND-BUCKUP, 2009), *H. longistila* (BASTOS-PEREIRA, 2014), *Gammarus pulex* Linnaeus, 1758 (ELWOOD & DICK, 1990; WARD & PORTER, 1993) e *Gammarus duebeni* Liljeborg, 1852 (WARD, 1985).

Machos pequenos e grandes tendem a selecionar fêmeas grandes possivelmente pela sua fecundidade ser maior, porém na competição entre machos, os machos maiores geralmente tendem a ganhar (WEN, 1992). As fêmeas maiores podem aumentar o sucesso reprodutivo dos machos, pois as mesmas apresentam maior fecundidade o que favorece o pareamento de machos com estas fêmeas maiores (WEN, 1992). Porém fêmeas maiores podem parar com número menor de machos dado as restrições de tamanho, enquanto fêmeas menores podem parar com uma maior proporção de machos (ADAMS & GREENWOOD, 1983). Já os machos podem parar com fêmeas maiores, dentro dos limites das restrições de tamanho (ADAMS & GREENWOOD, 1983).

Os casais em comportamento pré-copulatório de *Hyaella* sp. 1 e *Hyaella* sp. 2 foram amostrados em todas as estações do ano sendo que para os casais da espécie *Hyaella* sp. 1 foi observada maior intensidade na primavera e em *Hyaella* sp. 2 no outono, demonstrando assim uma reprodução sazonal para estas espécies. A maior intensidade de casais de *Hyaella* sp. 1 amostrados na primavera pode ser resultado do repovoamento da espécie no local, já que a nascente onde foram amostrados estes indivíduos sofreu alterações estruturais após longo período de chuvas no mês de março/13. Os fatores bióticos e abióticos como disponibilidade de alimento, interações intra e interespecíficas entre outros podem afetar os ciclos reprodutivos nas espécies de anfípodos, já que estes ciclos podem ser compreendidos como uma reposta integrada dos indivíduos de uma população ao ambiente onde vivem tanto em um sentido funcional quanto temporal (KRUSCHWITZ, 1978; SASTRY, 1983; MARANHÃO et al., 2001). Castiglioni & Bond-Buckup (2008b) observaram que nas espécies *H. pleoacuta* e *H. castroi* maior intensidade de casais ocorreu nos meses mais quentes do ano (final da primavera e verão).

Uma hipótese levantada para questão de que as fêmeas ovígeras da espécie *Hyaella* sp. 1 foram significativamente maiores do que as de *Hyaella* sp. 2. é que as fêmeas de *Hyaella* sp. 1 investem no crescimento corpóreo para que futuramente possam produzir e estocar mais ovos. Em estudo realizado por Castiglioni & Bond-Buckup (2007) onde compararam duas espécies de *Hyaella* os autores observaram que as fêmeas ovígeras de *H. pleoacuta* são menores do que as fêmeas ovígeras de *H. castroi*.

A fecundidade média de *Hyaella* sp. 1 foi significativamente superior a de *Hyaella* sp. 2. A alta fecundidade ou produção de ovos grandes pode estar relacionada a uma tentativa de otimizar a sobrevivência dos juvenis, dados os riscos que os mesmos possam estar submetidos (CASTIGLIONI & BOND-BUCKUP, 2007; 2009). Diferenças na produção de ovos também foi observada em outras duas espécies simpátricas de *Hyaella* as quais foram amostradas em tanques de cultivo de trutas na região dos Campos de Cima da Serra (RS), sendo que *H. pleoacuta* produziu em média mais ovos do que *H. castroi*, mas esta última produz ovos maiores os quais liberam juvenis maiores para o ambiente e provavelmente com menor taxa de mortalidade.

Quando se compara o índice de fecundidade, no qual é eliminado o efeito do tamanho sobre a produção de ovos, observou-se que *Hyaella* sp. 1 apresentou um índice superior a *Hyaella* sp. 2, ou seja, *Hyaella* sp. 1 apresentou tamanho superior a *Hyaella* sp. 2 e em média produziu mais ovos. Castiglioni & Bond-Buckup (2009) observaram a relação entre o tamanho das fêmeas ovígeras e a produção de ovos em duas espécies simpátricas do gênero

Hyalella e seus resultados foram opostos aos resultados obtidos no presente estudo para *Hyalella* sp. 1 e *Hyalella* sp. 2. Embora as fêmeas de *H. castroi* foram maiores do que as fêmeas de *H. pleoacuta*, a primeira produz menos ovos. Os autores observaram que esta produção de número reduzido de ovos para *H. castroi* pode ser compensado pela produção de ovos maiores e também pela baixa mortalidade da ninhada. Bastos-Pereira (2014) observou que para *H. longistila* e *H. carstica* a fecundidade média foi similar, mas estas espécies apresentaram tamanho corporal diferente, sendo as fêmeas ovígeras de *H. longistila* maiores do que de *H. carstica*, assim se esperava que *H. carstica* apresentasse maior fecundidade. Mas ao invés disso os ovos da *H. longistila* atingiram tamanhos maiores do que de *H. carstica* o que provavelmente justifica a similaridade entre a fecundidade apesar dos tamanhos diferentes.

Em ambas as espécies de *Hyalella* analisadas no presente estudo, foram observadas correlação positiva entre o tamanho (CC) das fêmeas ovígeras e o número de ovos produzidos. Segundo Castiglioni e Bond-Buckup (2009) o tamanho corpóreo da fêmea pode estar correlacionado com o número de ovos produzidos no qual fêmeas maiores podem produzir mais ovos e transportar no marsúpio durante o desenvolvimento embrionário. Em estudos sobre a fecundidade de espécies de anfípodos gammarídeos autores observaram a relação entre o tamanho do corpo e a produção de ovos (MOORE, 1981; STEELE & STEELE, 1991; COSTA & COSTA, 1999; CUNHA et al., 2000; MARANHÃO & MARQUES, 2003; KEVREKIDIS, 2004, 2005; CASTIGLIONI & BOND-BUCKUP, 2007, 2009; BASTOS-PEREIRA, 2014).

Os organismos de maior tamanho corporal normalmente apresentam maior fecundidade e fatores ambientais, competição e a presença de predadores podem ter influência sobre este parâmetro reprodutivo (STEELE, 1981). Desta forma, de acordo com Sastry (1983) a energia investida para a produção de gametas pode ser distribuída tanto entre muitos ovos de tamanho pequeno quanto em poucos ovos de maior tamanho constituindo assim padrões populacionais ou próprios de cada espécie.

A produção de ovos em cada estágio de desenvolvimento embrionário e o número de juvenis que permaneceram dentro do marsúpio das fêmeas foi observada para as espécies em estudo. Nas fêmeas ovígeras da espécie *Hyalella* sp. 1 observou-se perda de ovos ao longo do desenvolvimento embrionário com maior produção de ovos no estágio inicial. Castiglioni & Bond-Buckup (2009) observou perda de ovos durante o desenvolvimento embrionário para as espécies *H. pleoacuta* e *H. castroi*. Em seu estudo Bastos-Pereira (2014) também observou diferenças significativas para a espécie *H. longistila*, para a qual uma correlação negativa foi

registrada ocorrendo perda de ovos no decorrer do desenvolvimento embrionário ressaltando que este resultado já era esperado já que assim que os ovos se desenvolvem o espaço disponível diminui causando uma perda prematura de alguns ovos durante o período de incubação.

A redução do número de ovos por ninhada durante o desenvolvimento embrionário de *Hyaella* sp.1 analisada no presente estudo pode também ser comumente encontrada em anfípodos, como *Bathyporeia pilosa* Lindstrom, 1855 (FISH, 1975), *Corophium arenarium* Crawford, 1937 (FISH & MILLS, 1979), *Pontocrates altamarinus* Bate, 1858 (BEARE & MOORE, 1996), *Crangonyx pseudogracilis* Bousfield, 1958 (DICK et al., 1998), *Corophium multisetosum* Estoque, 1952 (CUNHA et al., 2000), *Corophium insidiosum* Crawford, 1937 (KEVREKIDIS, 2004) e *Corophium orientale* Schellenberg, 1928 (KEVREKIDIS, 2005).

Segundo Sheader (1983) a mortalidade de ovos pode ser reconhecida pela presença de ovos deteriorados dentro do marsúpio ou pela diminuição do número de ovos durante o desenvolvimento embrionário como ocorrido neste estudo. Algumas hipóteses são lançadas sobre a ocorrência da perda de ovos durante o desenvolvimento embrionário. Fatores ambientais como temperaturas mais baixas e mudanças de salinidade podem matar ninhadas na bolsa incubadora (SHEADER, 1983). Outra hipótese é de que em algumas espécies de anfípodos as fêmeas sofrem a ovoposição mesmo que não tenha ocorrido a cópula gerando ovos que não se desenvolvem por não estar fertilizados ocorrendo então a eliminação destes ovos durante as fases que seriam de desenvolvimento embrionário (BOROWSKY, 1991).

Para a espécie *Hyaella* sp. 2 não foi observada redução no número de ovos e juvenis ao longo do desenvolvimento embrionário. Bastos-Pereira (2014) observou que na espécie *H. carstica* não ocorre a diminuição no número de ovos durante o desenvolvimento embrionário. Este fato pode estar relacionado ao espaço disponível dentro do marsúpio durante a incubação dos ovos o qual é suficiente para manter o número de ovos desde a fase inicial até a eclosão ou pode estar relacionado a coleta de fêmeas que já tenham perdido alguns ovos antes da amostragem.

As espécies de *Hyaella* analisadas no presente estudo produziram ovos/juvenis ao longo de todas as estações do ano e a menor fecundidade foi observada no outono em *Hyaella* sp. 1 e na primavera em *Hyaella* sp. 2. A produção de ovos ao longo de todo o ano com picos maiores em alguns meses e estações demonstra que para *Hyaella* sp. 1 e *Hyaella* sp. 2 a reprodução é sazonal corroborando com outros resultados já apresentados neste estudo (ver capítulo 1). As flutuações sazonais que ocorrem na produção de ovos podem estar diretamente relacionadas as condições do ambiente onde vivem. Alguns fatores ambientais

podem afetar a biologia reprodutiva das espécies de anfípodos como observado por Maranhão et al. (2001). Um dos fatores pode estar relacionado a quantidade de alimento disponível durante todo o ano. Períodos de baixas precipitações de chuva ou de um grande volume de chuva podem afetar a produção de alimento nos habitats e assim também a produção de ovos. A diminuição na produção de ovos no outono para os indivíduos da espécie *Hyaella* sp. 1 pode estar relacionada a baixa disponibilidade de alimento visto que o local de amostragem destes anfípodos sofreu alterações físicas devido ao grande volume de chuvas que ocorreram no mês de março/13. Castiglioni & Bond-Buckup (2009) observaram que nas espécies *H. pleoacuta* e *H. castroi* ocorreu uma diminuição do número de ovos durante o verão e relataram que este fato pode estar relacionado com a cobertura de macrófitas, que é muito esgotada durante os meses mais quentes nos campos de cima da serra onde foram amostrados estes anfípodos. Na espécie *Hyaella* sp. 2 a menor produção de ovos foi observada na primavera. No local de amostragem dos anfípodos desta espécie na primavera foi observado uma grande quantidade de alimento, porém como todas as fêmeas provavelmente estavam se reproduzindo deve ter ocorrido competição por alimento e este não foi suficiente para garantir uma grande produção de ovos nesta espécie.

CONCLUSÃO

As características da biologia reprodutiva das espécies *Hyaella* sp. 1 e *Hyaella* sp. 2 foram semelhantes especialmente no que diz respeito a correlação positiva entre o comprimento do cefalotórax no qual as duas espécies acasalam pelo tamanho, ou seja, machos grandes pareiam com fêmeas grandes. Além disto, em ambas as espécies nos casais de comportamento pré-copulatório os machos apresentaram tamanho superior do corpo em relação as fêmeas e reprodução sazonal foi observada. No entanto ambas as espécies diferem quanto ao tamanho que atingem a maturidade sexual no qual os indivíduos de *Hyaella* sp. 1 apresentaram tamanho superior aos indivíduos de *Hyaella* sp. 2, o tamanho das fêmeas ovígeras e a fecundidade na espécie *Hyaella* sp. 1 superior ao de *Hyaella* sp. 1 e a perda de ovos durante o período embrionário foi observada apenas na espécie *Hyaella* sp. 1. Tais características sobre a biologia reprodutiva observadas em ambas as espécies estudadas podem ser úteis em futuros trabalhos sobre ecotoxicidade em ambientes perturbados, já que anfípodos do gênero *Hyaella* apresentam características próprias que os tornam adequados para organismos experimentais.

REFERÊNCIAS

ADAMS, J. & GREENWOOD, P.J. Why are males bigger than females in pre-copula pairs of *Gammarus pulex*? **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 13, p. 239-241, 1983.

ADAMS, W.J.; KIMERLE, R.A. & MOSHER, R.G. Aquatic safety assessment of chemicals sorbed to sediments. In: **Aquatic Toxicology and Hazard Assessment: 7th Symposium**, STP 854, R.D. Cardwell, R. Purdy & R.C. Bahner. Philadelphia, American Society for Testing and Materials, p. 429-453, 1985.

ADAMS, J.; WATT, P.J.; NAYLOR, C.J.; GREENWOOD, P.J. Loading constraints, body size and mating preference in *Gammarus* species. **Hydrobiologia**, v. 183, p. 157–164, 1989.

BASTOS-PEREIRA, R. & BUENO, A.P.P. New species and new report of *Hyaella* Smith, 1874 (Crustacea: Amphipoda: Dogielinotidae) from southeastern Brazil. **Zootaxa**, v. 3350, p. 58-68, 2012.

BASTOS- PEREIRA, R.; BUENO, A.A.P. A new species of freshwater amphipod (Dogielinotidae, *Hyaella*) from Southeastern Brazil. **Nauplius**, v. 21, p. 79-87, 2013.

BASTOS- PEREIRA, R. **Ecologia de populações e biologia reprodutiva em *Hyaella* (Crustacea, Amphipoda, Hyaellidae)**. 2014. 111 p. Dissertação (Mestrado Ecologia Aplicada), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

BEARE, D.J. & MOORE, P.G. The distribution and reproduction of *Pontocrates arenarius* and *P. altamarinus* (Crustacea: Amphipoda) at Millport, **Scotland. J. Marine Biological Association of the UK**, v. 76, p. 931-950, 1996.

BOND-BUCKUP, G. & ARAUJO, P.B. *Hyaella montenegrinae* sp. n., um Amphipoda de águas continentais do sul do Brasil (Crustacea, Peracarida, Hyaellidae). **Nauplius**, v. 6, p. 53-59, 1998.

BOROWSKY, B. Patterns of reproduction of some amphipod crustaceans and insights into the nature of their stimuli, p. 33-66. In: BAUER, R.T. & MARTIN, W. **Journal of Crustacean Sexual Biology**. New York, 355 p, 1991.

BOUSFIELD, E.L. A contribution to the reclassification of Neotropical freshwater hyaellid amphipods (Crustacea: Gammaridea, Talitroidea). **Bolletino del Museo Civico di Storia Naturale de Verona**, v. 20, p. 175-224, 1996.

- BUENO, A.A.P.; ARAUJO, P.B.; CARDOSO, G.M.; GOMES, K.M.; BOND-BUCKUP, G. Two new species of *Hyalella* (Amphipoda, Dogielinotidae) from Brazil. **Crustaceana**, v. 86, p. 802-819, 2013.
- CARDOSO, R.S. & VELOSO, V.G. 1996. Population biology and secondary production of the sandhopper *Pseudorchestoidea brasiliensis* (Amphipoda: Talitridae) at Prainha Beach, Brazil. **Marine Ecology Progress Series**, v. 142, p. 111-119, 1996.
- CARDOSO, G.M.; ARAUJO, P.B.; BUENO, A.A.P. & FERREIRA, R.L. Two new subterranean species of *Hyalella* Smith, 1874 (Crustacea: Amphipoda: Hyalellidae) from Brazil. **Zootaxa**, v. 3814, p. 253-348, 2014.
- CASTIGLIONI, D.S.; GARCIA-SCHROEDER, D.; BARCELOS, D.F.; BOND-BUCKUP, G. Intermolt duration and pstembrionic growth of two sympatric species of *Hyalella* (Amphipoda, Dogielinotidae) in laboratory conditions. **Nauplius**, v. 15, p. 57-64, 2007.
- CASTIGLIONI D. S.; BOND-BUCKUP, G. Reproductive strategies of two sympatric species of *Hyalella* Smith, 1874 (Amphipoda, Dogielinotidae) in laboratory conditions. **Journal of Natural History**, v. 41, p. 25-28, 2007.
- CASTIGLIONI, D. S.; BOND-BUCKUP, G. Ecological traits of two sympatric species of *Hyalella* Smith, 1874 (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae) from southern Brazil. **Acta Oecologica**, v. 33, p. 36-48, 2008a.
- CASTIGLIONI, D. S.; BOND-BUCKUP, G. Pairing and reproductive success in two sympatric species of *Hyalella* (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae) from southern Brazil. **Acta Oecologica**, v. 33, p. 49-55, 2008b.
- CASTIGLIONI, D. S.; BOND-BUCKUP, G. Egg production of two sympatric species of *Hyalella* Smith, 1874 (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae) in aquaculture ponds in southern Brazil. **Journal of Natural History**, v. 43, p. 1273-1289, 2009.
- COOPER, W.E. Dynamics and production of a natural population of a freshwater amphipod *Hyalella azteca*. **Ecological Monographs**, v. 35, p. 377-394, 1965.
- COSTA, F. O.; COSTA, M.H. Life history of the amphipod *Gammarus locusta* in the Sado estuary (Portugal). **Acta Oecologica**, v. 20, p. 305-314, 1999.

CUNHA, M.R.; SORBE, J.C. & MOREIRA, M.H. The amphipod *Corophium multisetosum* (Corophiidae) in Ria de Aveiro (NW Portugal). I. Life history and aspects of reproductive biology. **Marine Biology**, v. 137, p. 637-650, 2000.

CURI, P.R. & MORAES, R.V. Associação, homogeneidade e contrastes entre proporções em tabelas contendo distribuições multinomiais. **Ciência e Cultura**, v. 33, p. 712-722, 1981.

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

EDWARDS, T.D.; COWELL, B.C. Population dynamics and secondary production of *Hyaella azteca* in *Typha* stands of a subtropical Florida lake. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 11, p. 69-79, 1992.

ELWOOD, R.W.; DICK, J.T.A. The amorous *Gammarus*: the relationship between precopula duration and size-assortative mating in *G. pulex*. **Animal Behaviour**, v. 39, p. 828-833, 1990.

FISH, J.D. & MILLS, A. The reproductive biology of *Corophium volutator* and *C. arenarium* (Crustacea: Amphipoda). **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 59, p. 355-368, 1979.

FISH, J.D. Development, hatching and brood size in *Bathyporeia pilosa* and *Bathyporeia pelagica* (Crustacea: Amphipoda). **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 55, p. 357-368, 1975.

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

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

GONZÁLEZ, E.R. & WATLING, L. Three new species of *Hyaella* from Chile (Crustacea: Amphipoda: Hyaellidae). **Hydrobiologia**, v. 464, p.175-199, 2001.

GONZÁLEZ, E.R. & WATLING, L. A new species of *Hyaella* from the Andes in Peru (Crustacea: Hyaellidae). **Revista de Biología Tropical**, v. 50, p. 649-658, 2002.

GONZÁLEZ, E.R. & WATLING, L. A new species of *Hyaella* from the Patagonia, Chile, with the redescription of *H. simplex* Schellenberg, 1943 (Crustacea: Amphipoda). **Journal of Natural History**, v. 37, p. 2077-2094, a2003.

GONZÁLEZ, E. R. **A familia Hyalellidae**. PHD Thesis Marine Biology, School of Marine Sciences, University of Maine, U.S.A, 471 p, 2003.

GONZÁLEZ-GURRIARÁN, E. Crecimiento de la nécora *Macropipus puber* (L.) (Decapoda, Brachyura) en la Ría de Arousa (Galicia, NW España), y primeros datos sobre la dinámica de la población. **Boletín del Instituto Español de Oceanografía**, v. 2, p. 33-51, 1985.

GROSSO, L. & PERALTA, M. Anfípodos de agua dulce sudamericanos. Revisión del género *Hyaella* Smith. **Acta Zoologica Lilloana**, v. 45, p. 79-98, 1999.

HYNES, H.B.N. The reproductive cycle of some British freshwater gammaridae. **Journal of Animal Ecology**, v. 24, p. 352-387, 1955.

KEVREKIDIS, T. Population dynamics, growth and reproduction of *Corophium insidiosum* (Crustacea: Amphipoda) at low salinities in Monolimni lagoon (Evros Delta, north Aegean Sea). **Hydrobiologia**, v. 522, p. 117-132, 2004.

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

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

MARANHÃO, P. & MARQUES, J. C. The influence of temperature and salinity on the duration of embryonic development, fecundity and growth of the amphipod *Echinogammarus marinus* Leach (Gammaridae). **Acta Oecologica**, v. 24, p. 5-13, 2003.

MARANHÃO, P.; BENGALA, N.; PARDAL, M. & MARQUES, J. C. 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**, v. 22, p. 139-152, 2001.

MOORE, P.G. The life histories of the amphipods *Lembos websteri* Bate and *Corophium bonnellii* Milne Edwards in kelp holdfasts. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 49, p. 1-50, 1981.

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

PEREIRA, V.F.G. Redescritção de *Hyaella pernix* (Moreira) (Amphipoda - Hyaellidae) com discussão de seu sinônimo *H. curvispina* Shoemaker. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 3, p. 209-217, 1985.

PEREIRA, V.F.G. Uma espécie de anfípode cavernícola do Brasil - *Hyaella caeca* sp. n. (Amphipoda, Hyaellidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 6, p. 49-55, 1989.

PEREIRA, V.F.G.C. *Hyaella dielaii* sp. nov. from São Paulo Brazil (Amphipoda, Hyaellidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, p. 179-184, 2004.

PICKARD, D. P. & BENKE, A.C. Production dynamics of *Hyaella azteca* (Amphipoda) among different habitats in a small wetland in the southeastern USA. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 15, p. 537-550, 1996.

SASTRY, A.N. Ecological aspects of reproduction. In: F.J. VERNBERG & W.B. VERNBERG, W.B. **The Biology of Crustacea: Environmental adaptations**. v. 8. Academic Press, New York, 383 p, 1983.

SHEADER, M. The reproductive biology and ecology of *Gammarus duebeni* (Crustacea: Amphipoda) in southern England. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 63, p. 517-540, 1983.

STEELE, D.H. & STEELE, V.J. Morphological and environmental restraints on egg production in amphipods. In: BAUER, R.T. & MARTIN, W.J. **Journal of Crustacean Sexual Biology**, p. 157-170, 1991.

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

SUBIDA, M.D.; CUNHA, M.R. & MOREIRA, M.H. Life history, reproduction, and production of *Gammarus chevreuxi* (Amphipoda: Gammaridae) in the Ria de Aveiro,

northwestern Portugal. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 24, p. 82-100, 2005.

WARD, P.I. & PORTER, A.H. The relative roles of habitat structure and male-male competition in the mating system of *Gammarus pulex* (Crustacea, Amphipoda): a simulation study. **Animal Behaviour**, v. 45, p. 119-133, 1993.

WARD, P.I. Advantages and a disadvantages of large size for male *Gammarus pulex* (Crustacea: Amphipoda). **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 14, p. 69-76, 1983.

WARD, P.I. The breeding behaviour of *Gammarus duebeni*. **Hydrobiologia**, v. 121, p. 45-50, 1985.

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

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

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

WELLBORN, G.A. Trade-off between competitive ability and antipredator adaptation in a freshwater amphipod species complex, **Ecology**, v. 83, p. 129-136, 2002

WEN, Y.H. Life history and production of *Hyaella azteca* (Crustacea, Amphipoda) in a hypereutrophic prairie pond in southern Alberta. **Canadian Journal of Zoology**, v. 70, p. 1417-1424, 1992.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. Prentice Hall, Upper Saddle River. 941 p. 1996.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ambas as espécies analisadas no presente estudo apresentaram distribuição de frequência em classes de tamanho total e sazonal bimodal demonstrando assim que a população apresenta dois grupos: um de jovens e outros de adultos.

Os machos apresentaram tamanho corpóreo (comprimento do cefalotórax) superior ao das fêmeas em ambas as espécies de *Hyaella*. Este fato pode estar relacionado à reprodução no qual os machos investem sua energia nas mudas ou ecdises enquanto as fêmeas investem a energia na produção de ovos e no cuidado com a prole.

A proporção sexual favorece as fêmeas em ambas as espécies estudadas. Uma razão para isto é que os machos podem ser mais suscetíveis a predação visto que se dedicam a escolha e ao cuidado das fêmeas.

Hyaella sp. 1 e *Hyaella* sp. 2 apresentaram reprodução sazonal o que pode ser resultado da grande disponibilidade de alimento nos locais amostrados.

Em ambas espécies de *Hyaella* foi observado recrutamento contínuo o qual pode ser considerado uma estratégia reprodutiva para compensar a mortalidade de juvenis.

A maturidade sexual dos machos é alcançada com tamanho superiores aos das fêmeas em ambas as espécies estudadas visto que a fêmea concentra parte de sua energia para a reprodução enquanto os machos continuam crescendo.

Os casais em comportamento pré-copulatório foram amostrados ao longo do ano todo caracterizando uma reprodução sazonal em ambas as espécies com maior intensidade na primavera e no outono em *Hyaella* sp. 1 e *Hyaella* sp. 2, respectivamente.

Nas espécies analisadas no presente estudo observou-se correlação positiva entre comprimento do cefalotórax dos machos e fêmeas pareados onde estes acasalam preferencialmente pelo tamanho, ou seja, machos grandes acasalam com fêmeas grandes e os machos de tamanhos inferiores pareiam com fêmeas pequenas visto que como há competição pelas fêmeas de tamanho superiores os machos grandes tendem a ganhar e então os machos pequenos acasalam com as fêmeas de menor tamanho.

A fecundidade da espécie *Hyaella* sp. 1 é superior a de *Hyaella* sp. 2 dado que as fêmeas ovígeras de *Hyaella* sp. 1 apresentaram tamanho corpóreo superior ao das fêmeas ovígeras de *Hyaella* sp. 2. Além disto, foi observado correlação positiva entre o comprimento do cefalotórax (CC) das fêmeas ovígeras e o número de ovos e juvenis produzidos em ambas as espécies de *Hyaella* sp. 1.

Para a espécie *Hyaella* sp 1 observou-se redução do número de ovos ao longo do desenvolvimento embrionário. Este fato pode estar relacionado a perda de espaço dentro do marsúpio assim que os ovos vão se desenvolvendo. Para a espécie *Hyaella* sp. 2 a redução do número de ovos não foi observada podendo ser resultado do maior espaço disponível dentro do marsúpio durante a incubação dos ovos.

O número de ovos produzidos ao longo das estações do ano se manteve constante porém com picos em alguns meses e estações em ambas as espécies de *Hyaella* corroborando resultados anteriores de que tanto espécie *Hyaella* sp. 1 quanto a espécie *Hyaella* sp. 2 apresentam reprodução sazonal.

Neste estudo as espécies de *Hyaella* apresentaram uma dinâmica populacional e reprodutiva distintas o que pode ser decorrência das estratégias de vida adotadas e das adaptações ao tipo de ambiente em que vivem.