

## VARIAÇÃO SAZONAL E ESTRUTURA POPULACIONAL DE ESPÉCIES DE ISÓPODOS TERRESTRES EM UMA ÁREA EM SUCESSÃO VEGETAL

Deivid Ismael Kern<sup>1,3</sup>  
Andreas Köhler<sup>2,3</sup>

### RESUMO

Este trabalho visou analisar a variação sazonal e a estrutura populacional de espécies de isópodos terrestres em um ambiente sucessional. Durante o período amostral foram identificadas cinco espécies de isópodos em 6.623 indivíduos coletados. *Atlantoscia floridana* e *Balloniscus sellowii* foram as duas espécies mais frequentes, correspondendo a 99,7% dos indivíduos coletados. Diferenças no ciclo reprodutivo foram encontradas para as duas espécies. *A. floridana* foi a espécie mais generalista para o ambiente estudado, apresentando ciclo reprodutivo ininterrupto. Análise por *operational sex-ratio* (OSR) demonstrou maior mobilização de machos durante os meses de menor temperatura e aumento da umidade do ar (abril, maio e junho). Em *B. sellowii*, espécie de isópodo de menor mobilidade, a interrupção do ciclo reprodutivo nos meses de menor temperatura foi registrada. O menor registro de OSR foi constatado a partir do mês de maio, com retorno de maiores valores para os meses de novembro, fevereiro e março, indicando uma maior mobilização da espécie nos meses de verão. Assim como em outros trabalhos já realizados para o sul do Brasil, alguns padrões similares de sazonalidade foram identificados; no entanto, a presença de baixa OSR para as duas espécies dominantes pode ser um indicativo de influência da sucessão vegetal.

**Palavras-chave:** *Atlantoscia floridana*. *Balloniscus sellowii*. Sazonalidade. Razão sexual operacional. Sucessão vegetal.

## SEASONAL VARIATION AND POPULATION STRUCTURE OF TERRESTRIAL ISOPODS SPECIES IN A SUCCESSIONAL ENVIRONMENT

### ABSTRACT

This study aimed to analyze the seasonal variation and population structure of terrestrial isopods species in a successional environment. During the study period were identified five species of isopods collected in 6623 individuals. *Atlantoscia floridana*

<sup>1</sup>Biólogo, graduado em Ciências Biológicas pela Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC;

<sup>2</sup>Professor do Departamento de Biologia e Farmácia, Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC;

<sup>3</sup>Avenida Independência, 2293, Bairro Universitário CEP 96815-900 - Santa Cruz do Sul, RS – Brasil.

and *Balloniscus sellowii* were the two most frequent species, accounting for 99,7% of the total sample. Differences in the reproductive cycle were found for both species. *A. floridana* species proved to be more general for the environment studied, presenting continuous reproductive cycle. Analysis by operational sex-ratio (OSR) showed greater mobilization of males during the months of low temperatures and increased humidity (April, May and June). In *B. sellowii* isopod species of lower mobility, there was an interruption of the reproductive cycle in the months of lowest temperature. The lowest record of OSR was observed from the month of May, returning higher values for the months of November, February and March, indicating a greater mobilization of the species in the summer months. As with other work already done to the south of Brazil, some similar patterns of seasonality were identified, however, the presence of low OSR for the two dominant species may be indicative of influence of plant succession.

**Keywords:** *Atlantoscia floridana*. *Balloniscus sellowii*. Seasonality. Operational sex ratio. Plant succession.

## INTRODUÇÃO

A fauna do solo corresponde ao termo utilizado para referenciar a composição de invertebrados que vivem permanentemente, ou que possuem uma ou mais fases de desenvolvimento no solo, variando em tamanho e diâmetro, o que lhes confere diferenciadas estratégias de adaptação e sobrevivência (Aquino e Correa, 2005).

No ambiente edáfico, as interações promovidas pelos invertebrados desempenham a função primordial na transformação e distribuição da matéria orgânica, interferindo diretamente sobre as atividades dos microorganismos responsáveis pelos processos de mineralização e disponibilidade de nutrientes assimiláveis pelas plantas (Frouz *et al.*, 2008; Maharning *et al.*, 2009). As alterações da qualidade dos serviços ambientais prestados pelos organismos detritívoros afetam diretamente a composição da vegetação; esta, por sua vez, promove também modificações na abundância, diversidade e composição das espécies de invertebrados que compõem a fauna do solo (Viketoft, 2008; Maharning *et al.*, 2009).

A composição da comunidade edáfica e sua abundância são indicadores de biodiversidade e intensidade de atividades biológicas (Decaëns *et al.*, 2003). Dentro dessa comunidade, os isópodos terrestres (Crustacea – Oniscidea) representam um grupo fundamental de invertebrados que atuam na conversão da matéria orgânica, seja por processamento direto (fragmentação e digestão da celulose e compostos fenólicos) ou indireto (reforço da atividade microbiana sobre a egestão e fezes resultantes), a partir de uma grande quantidade de material vegetal em decomposição (Leistikow, 2001; Zimmer *et al.*, 2000; Zimmer, 2002; Zimmer e Topp, 2003; Zimmer, 2005; Grosset *et al.*, 2005; Frouz *et al.*, 2008).

Os isópodos oniscídeos se caracterizam por possuir uma limitada capacidade de conservar água, mas foram habilidosos em colonizar os mais diversos tipos de ambientes, como praias, campos, florestas e desertos. Constituem, portanto, um dos poucos grupos de crustáceos que obtiveram sucesso na adaptação a ambientes terrestres (Araújo, 1999). Por possuírem elevada sensibilidade frente às respostas de diferentes variáveis ambientais, como alterações de umidade e radiação próximas do solo, bem

como a presença de determinados contaminantes (poluentes e metais pesados); este grupo de organismos são considerados como potenciais bioindicadores da qualidade ambiental (Paoletti e Hassal, 1999; Hassall *et al.*, 2005; Loureiro *et al.*, 2005; Souty-Grosset *et al.*, 2005; Quadros, 2010).

No Rio Grande do Sul, Brasil, diversos estudos sobre a biologia e ecologia de isópodos terrestres tem sido realizados, entre os quais podem ser destacados os trabalhos de Araújo e Zardo (1995), Araújo *et al.* (1996), Araújo e Bond-Buckup (2005), Lopes *et al.* (2005) e Quadros e Araújo (2007; 2008). No entanto, estudos realizados em área degradadas em recuperação, como as em ambientes sucessionais, ainda são recentes e poucos dados são encontrados na literatura. Desta forma, o presente trabalho visou analisar as variações sazonais que ocorrem sobre a estrutura populacional de duas espécies de isópodos terrestres comuns para o estado do Rio Grande do Sul, amostrada em uma área em sucessão vegetal, no município de Santa Cruz do Sul, RS.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo corresponde a um aterro de obras industriais de dois hectares, pertencente a uma empresa fumageira, localizada no Distrito industrial, periferia sul de Santa Cruz do Sul (LS 52°24' e LO 29°43'), Rio Grande do Sul. Nesta área existe ausência de intervenção antrópica por mais de 10 anos e a sucessão no período de amostragem (ano de 2006) esteve em estágio inicial, contando com a presença de diversas espécies de gramíneas, ervas, arbustos e algumas árvores pioneiras.

A coleta de material biológico para análise populacional foi feita através de armadilhas de queda do tipo *Pit-fall* (Kokarec, 2000; Aquino, 2006). Ao todo foram distribuídas 60 armadilhas em 15 pontos amostrais, cada ponto constituído por quatro *Pit-fall* instaladas em uma distância de um metro, em formato quadrangular. O período de amostragem foi bi-semanal de janeiro a novembro de 2006, totalizando 22 coletas. Todo o material coletado foi primeiramente triado, identificado, sexado e tombado em álcool 70% na Coleção Entomológica da Universidade de Santa Cruz do Sul (CESC). Para identificação dos isópodos oniscideos utilizou-se Araújo e Zardo (1995), Araújo *et al.* (1996) e Buckup e Bond-Buckup (1999). Os dados meteorológicos, como temperatura, precipitação média e energia solar foram obtidos da estação meteorológica no campus da Universidade de Santa Cruz do Sul.

O estudo de dinâmica populacional foi realizado através do registro das espécies mais freqüentes a partir da sexagem e distinção de classes de machos (adultos) e fêmeas (não ovígeras), fêmeas (ovígeras) e fêmeas (pós-ovígeras) das duas espécies mais freqüentes. O ciclo reprodutivo das espécies foi analisado a partir do registro de fêmeas ovígeras e manca em conjunto com o *operacional sex-ratio* (OSR) por mês, tendo diferença do OSR testada pelo  $X^2$  (qui-quadrado) (Emelen e Orin, 1977; Araújo e Bond-Buckup, 2005) com o uso de pacotes estatísticos do Bioestat 5.0 (Ayres *et al.*, 2005). A constância das espécies e classes estudadas foram determinadas por meio da fórmula de Bodenheimer (1938):  $C = (P \times 100)/N$ ; em que: P= número de coletas contendo a espécie e N= número total de coletas. Conforme os percentuais obtidos, as espécies e classes coletadas foram classificadas e categorizadas em: acidental (presentes em menos de 25% das coletas), acessórias (presentes em 25 a 50% das coletas) e constantes (presentes em mais de 50% das coletas), conforme estabelecidos em Dajoz (1973).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Espécies de isópodos terrestres amostradas

Cinco espécies de isópodos oniscídeos distribuídas em quatro famílias foram amostradas na área de estudo: Philosciidae, *Atlantoscia floridana* (Van Name, 1940); Balloniscidae, *Balloniscus sellowii* (Brandt, 1833); Platyarthridae, *Trichorhina acuta* Araújo e Buckup, 1994 e *Trichorhina argentina* Vandel, 1963; e Bathytropidae, *Neotroponiscus daguerri* (Giambiagi de Calabrese, 1939).

*A. floridana* com 3.501 (52,89%) e *B. sellowii*, com 3.099 indivíduos (46,79%) foram consideradas as espécies mais frequentes, correspondendo a 99,7% do total de indivíduos amostrados. Estas espécies também apresentaram maior constância (=100) e puderam ser categorizadas conforme a frequência de ocorrência em constantes (<50% para *A. floridana*) e acessórias (25-50% para *B. sellowii*). Apenas 23 indivíduos (0,3%) correspondem à presença de outras espécies: *T. acuta* com 11 (0,17%), *T. argentina* com 10 (0,15%) e *N. daguerri* com 2 indivíduos (0,03%). Através da categorização pela frequência, estas espécies puderam ser classificadas como acidentais (<25%) (Tab. 1).

As duas espécies abundantes são reconhecidas por possuírem ampla distribuição geográfica para o estado do Rio Grande do Sul, Brasil (Araújo, 1999; Quadros, 2010). *A. floridana* possui distribuição ocorrendo em todos os estados costeiros do Brasil, inclusive na Flórida (EUA) e no norte da Argentina (Quadros, 2010). Já *B. sellowii* possui distribuição mais limitada, cujos registros no Brasil vão desde o estado do Rio Grande do Sul até o Espírito Santo, podendo ser também encontrada no Uruguai (ARAÚJO, 1999; QUADROS e ARAÚJO, 2008; QUADROS, 2010).

Ambas possuem hábito epígeo, no entanto, *A. floridana* possui maior mobilidade, maior capacidade de locomoção e colonização de habitats se comparado a *B. sellowii*, além de maturidade sexual mais precoce e crescimento rápido (ARAÚJO e BUCKUP 2005; QUADROS, 2010). Esta característica, conhecida como “ecomorfológica” torna possível uma distribuição geográfica mais ampla e um maior sucesso na colonização de habitats variados, inclusive com alta incidência de atividades antrópicas.

### Dinâmica e estrutura populacional de oniscídea

Duas espécies de isópodos oniscídeos, *Atlantoscia floridana* (van Name, 1940) (espécie mais generalista) e *Balloniscus sellowii* (Brandt, 1833) (espécie potencialmente mais especializada) apresentaram maior abundância registrada para os meses de janeiro a março, correspondendo a 3.785 (57,34%) de indivíduos coletados. No mês de março foi registrado o maior valor populacional para *B. sellowii* com 950 indivíduos e *A. floridana* com 937, totalizando 28,5% de indivíduos. Este mês coincide com o de menor precipitação registrada e o terceiro maior registro em temperatura do ar, com valor máximo registrado em 29,6 °C, mínimo 18,5 °C e médio de 23,7 °C (Tab. 2).

Os meses de menor registro na coleta dos indivíduos ocorreram durante o inverno, em junho, com 41 indivíduos para *B. sellowii* e 150 para *A. floridana*; e julho, com 44 para *B. sellowii* e 101 para *A. floridana*, correspondendo, respectivamente, a 2,9 e 2,2% do total. A temperatura registrada para estes meses variou de 15,5 a 17,1 °C.

**Tabela 1** - Distribuição sazonal do número de indivíduos por espécies e por classes de isópodos oniscideos amostrados para área de estudo, no período de 2006.

<b>Espécies</b>	<b>jan</b>	<b>fev</b>	<b>mar</b>	<b>abr</b>	<b>mai</b>	<b>jun</b>	<b>jul</b>	<b>ago</b>	<b>set</b>	<b>out</b>	<b>nov</b>	<b>Soma</b>	<b>Freq. (%)</b>	<b>Cons.</b>	<b>Categ.</b>
<i>A. floridana</i>	395	377	937	286	349	150	101	373	126	185	222	3.501	<b>52,86</b>	<b>100</b>	<b>C</b>
<i>B. sellowii</i>	805	321	950	173	121	41	44	170	77	153	244	3.099	<b>46,79</b>	<b>100</b>	<b>A</b>
<i>T. acuta</i>	2	<b>0</b>	1	2	1	<b>0</b>	<b>0</b>	5	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	11	<b>0,17</b>	<b>45,4</b>	<b>Ac</b>
<i>T. argentina</i>	<b>0</b>	<b>0</b>	1	1	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	2	<b>0</b>	4	2	10	<b>0,15</b>	<b>45,4</b>	<b>Ac</b>
<i>N. daguerri</i>	1	<b>0</b>	1	<b>0</b>	2	<b>0,03</b>	<b>18,2</b>	<b>Ac</b>							
<b>Total (soma)</b>	1.203	698	1890	462	471	191	145	550	203	342	468	6.623	---	---	---
<b>Freq. (%)</b>	18,16	10,54	28,54	6,98	7,11	2,88	2,19	8,30	3,07	5,16	7,07	100	---	---	---
<b>Classes</b>															
<i>A. floridana</i> ♂	102	105	262	96	98	55	36	146	48	59	77	1.084	<b>30,96</b>	<b>100</b>	<b>A</b>
<i>A. floridana</i> ♀NV	121	141	373	75	84	54	55	202	56	79	38	1.278	<b>36,50</b>	<b>100</b>	<b>A</b>
<i>A. floridana</i> ♀OV	154	107	234	93	119	28	7	17	18	38	68	883	<b>25,22</b>	<b>100</b>	<b>A</b>
<i>A. floridana</i> ♀PV	13	14	55	17	21	8	1	3	4	9	38	183	<b>5,23</b>	<b>100</b>	<b>Ac</b>
<i>A. floridana</i> ML	5	10	13	5	27	5	2	5	<b>0</b>	<b>0</b>	1	73	<b>2,09</b>	<b>81,8</b>	<b>Ac</b>
<b>Total (soma)</b>	395	377	937	286	349	150	101	373	126	185	222	3.501	---	---	---
<b>Freq. (%)</b>	11,3	10,7	26,9	8,1	10	4,2	2,8	10,7	3,6	5,3	6,4	100	---	---	---
<i>B. sellowii</i> ♂	288	127	381	51	35	16	18	71	27	56	101	1.171	<b>37,8</b>	<b>100</b>	<b>A</b>
<i>B. sellowii</i> ♀NV	355	102	301	62	69	24	26	86	29	68	95	1.217	<b>39,3</b>	<b>100</b>	<b>A</b>
<i>B. sellowii</i> ♀OV	94	51	113	16	2	<b>0</b>	<b>0</b>	13	18	17	24	348	<b>11,2</b>	<b>81,8</b>	<b>Ac</b>
<i>B. sellowii</i> ♀PV	50	26	114	25	11	1	<b>0</b>	<b>0</b>	3	11	23	264	<b>8,5</b>	<b>81,8</b>	<b>Ac</b>
<i>B. sellowii</i> ML	18	15	41	19	4	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	1	1	99	<b>3,2</b>	<b>63,6</b>	<b>Ac</b>
<b>Total (soma)</b>	805	321	950	173	121	41	44	170	77	153	244	3.099	---	---	---
<b>Freq. (%)</b>	26	10,35	30,65	5,5	3,9	1,3	1,4	5,5	2,5	4,9	8	100	---	---	---

**Freq. (%)**: Frequência; **Cons.:** Constância; **Categ.:** Categoria de classificação quanto à frequência; **C:** espécie constante (maior que 50%); **A:** espécie acessória (entre 25 e 50%); **Ac:** espécie acidental (menor que 25%); **NV:** fêmeas não ovígeras; **OV:** fêmeas ovígeras; **PV:** fêmeas pós-ovígeras; **ML:** Mancas livres fora do marsúpio.

**Tabela 2** - Dados meteorológicos médios em Santa Cruz do Sul, no ano de 2006 até o último mês de amostragem.

Meses	Precipitação (mm)	Energia solar (Ly)	Temperatura média do ar °C
jan	150,1	15.500	25,6
fev	84,3	14.500	24,4
mar	34,8	13.000	23,7
abr	41,4	10.250	19,7
mai	92,7	4.750	14,6
jun	51,8	6.750	15,5
jul	87,6	7.000	17,1
ago	57,4	9.000	15,3
set	104,4	11.000	16,0
out	93,5	13.250	21,0
nov	150,4	14.000	21,3

Com exceção para os meses janeiro, março e novembro, o restante dos oito meses amostrados foram marcados pela inversão numérica das espécies abundantes, em que *A. floridana* passou a ser mais numerosa que *B. sellowii*. Esta inversão ocorreu durante as estações de menor temperatura e maior oscilação da precipitação ao longo dos meses (Tab. 2).

*B. sellowii* foi a espécie mais frequente durante o final da primavera, por todo verão e início do outono; já *A. floridana*, foi a mais numerosa da metade do outono, por todo inverno até o final da primavera. Uma razão para este comportamento sazonal de *A. floridana* pode estar relacionado a sua própria morfologia, uma vez que possui cutícula protetora mais fina do tegumento. Esta característica dos Philoscidae pode tornar as espécies mais sensíveis a temperaturas elevadas em ambientes com pouco sombreamento pela vegetação, como é o caso da área de estudo em sucessão inicial. Mesmo nos meses mais frio, com a diminuição geral de todos os isópodos, *A. floridana* ainda permaneceu abundante para a área.

Quadros e Araújo (2007) estudaram as características ecológicas de duas espécies neotropicais de isópodos terrestres, *A. floridana* (Philoscidae) e *Balloniscus glaber* (Balloniscidae), no Parque Estadual de Itapuã, Rio Grande do Sul. Eles observaram também a influência das condições ambientais sobre a reprodução e estrutura populacional das duas espécies, cujas modificações nas dimensões ocorreram de maneira diferente para ambas. Durante os meses mais quentes e de menor umidade, notaram que a população de *B. glaber* apresentou maior estabilidade do que *A. floridana*. Atribuíram essa modificação da dimensão populacional às diferenças morfológicas e comportamentais presentes nas duas espécies, sendo a presença dos pulmões pleopodiais, espessura da cutícula e o ato de se enterrar no solo, fatores determinantes na estabilidade de *B. glaber* durante os períodos mais secos.

*Balloniscus sellowii* (Balloniscidae) é uma espécie morfológicamente mais robusta que *A. floridana*, possuindo cutícula mais espessa no tegumento e presença de pulmões nos pleópodos, o que facilita a retirada de oxigênio do ar, mesmo em condições de baixa umidade e alta temperatura. Araújo e Buckup (2005), estudando a biologia de *A. floridana*, através da análise de flutuação, dinâmica e biometria,

constatarem uma diminuição no número de indivíduos durante os períodos mais frios do ano, com a combinação de baixas temperaturas e alta umidade. Eles atribuíram este comportamento a incapacidade das mancas resistirem as adversidades ambientais sazonais, como aumento de umidade e diminuição da temperatura.

Devido ao número baixo de indivíduos coletados para as outras três espécies registradas, *Trichorhina acuta* Araújo & Buckup, 1994, *Trichorhina argentina* Vandell, 1963 e *Neotroponiscus daguerri* (Giambiagi de Calabrese, 1939) não se pode inferir sobre a flutuação sazonal de cada uma.

### **Estrutura populacional de *Balloniscus sellowii***

Na análise da estrutura populacional de *B. sellowii*, os 3.099 indivíduos distribuíram-se em cinco classes nas seguintes proporções: machos (37,8%), fêmeas não ovígeras (39,3%); fêmeas ovígeras (11,2%); fêmeas pós ovígeras (8,5%) e mancas livres (3,2%) (Tab. 1).

O maior número de indivíduos para as quatro classes ocorreu entre os meses de janeiro a março (verão e outono), em que foi registrado o valor de 67% do total populacional amostrado. Fêmeas adultas representaram 758 indivíduos, 62,3% da classe no mesmo período, com 33% amostrados nos nove meses restantes. Fêmeas não ovígeras e machos assumem maiores valores nos meses de janeiro e março. Também houve registro da diminuição de fêmeas não ovígeras neste período, ao que tudo indica, decorrente do recrutamento de fêmeas ovígeras.

O ciclo reprodutivo da espécie pode ser definido como descontínuo, tendo em abril e maio uma diminuição no número de fêmeas ovígeras e pós ovígeras, chegando a zero no inverno, quando se constatou somente a presença de poucos machos e fêmeas. Houve diminuição da constância registrada para fêmeas ovígeras ( $C=81,8$ ), resultando diminuição para os meses subsequentes de fêmeas pós ovígeras ( $C=81,8$ ) e mancas livres ( $C=61,6$ ) (Tab. 1).

O primeiro recrutamento de fêmeas marca o re-início do ciclo reprodutivo durante o mês de agosto, quando o número de fêmeas ovígeras aumenta. No mês de setembro ocorrem os primeiros registros da liberação de mancas e conseqüentemente o registro das primeiras fêmeas pós-ovígeras para área de estudo (Tab. 1).

A maior ocorrência de todas as classes ocorreu para os meses de janeiro a março durante o pico reprodutivo, com exceção as fêmeas não ovígeras, em que houve diminuição em decorrência ao aumento de fêmeas ovígeras e pós-ovígeras. A partir da diminuição da temperatura, fotoperíodo e aumento das oscilações de precipitação e umidade, todas as cinco classes tiveram redução quanto ao número de indivíduos. As estratégias de sobrevivência para a espécie, em períodos sazonais adversos apontam para uma possível incapacidade de restabelecimento rápido, devido ao ciclo reprodutivo com características descontínuas, dependente de meses mais favoráveis. *B. sellowii*, assim como em estudos com populações de *Balloniscus glaber* Araújo & Zardo, 1995, usufrui das suas características eco-morfológicas de tolerância à dessecação a altas temperaturas para crescer e restabelecer a estrutura populacional durante os meses mais quentes (Quadros e Araújo, 2007).

Os OSR mensais nos meses de novembro, fevereiro e março possuíram maior ocorrência de machos da espécie, com maior valor em março (OSR= 1.265,  $X^2= 9.384$ ,  $p= 0.0022$ ,  $\alpha=0.05$ ) (Tab. 3). Nos meses restantes houve registro de maior número de fêmeas do que machos, com destaque para o mês de maio (OSR= 0.507,  $X^2= 11.115$ ;

G.L=1;  $p= 0.0009$ ,  $\alpha=0.05$ ). Foi possível visualizar um aumento gradual do valor do *sex-ratio* operacional conforme os meses de inverno e primavera, mas sem diferença significativa para os OSR.

**Tabela 3** - Flutuação mensal da *operacional sex-ratio* (OSR) de *B. sellowii* e teste não paramétrico  $X^2$  (qui-quadrado) com suas devidas probabilidades. \*  $p$  significativo ( $<0.005$ ); \*\*  $p$  extremamente significativo ( $< 0.001$ )

Meses (2006)	OSR ( <i>B. sellowii</i> )	$X^2$	$p$
jan	0.811**	6.981	0.0082
fev	1.245	2.729	0.098
mar	1.265*	9.384	0.0022
abr	0.822	1.071	0.3008
mai	0.507**	11.115	0.0009
jun	0.667	1.600	0.2059
jul	0.692	1.455	0.2278
ago	0.825	1.433	0.2313
set	0.931	0.071	0.7893
out	0.823	1.161	0.2812
nov	1.063	0.184	0.6682

#### **Estrutura populacional de *Atlantoscia floridana***

A análise da estrutura populacional de *Atlantoscia floridana* em 3.501 indivíduos divididos em cinco classes distintas, distribuiu-se nas seguintes proporções percentuais: machos (31%); fêmeas não ovígeras (36,5%); fêmeas ovígeras (25,2%); fêmeas pós-ovígeras (5,2%); e mancas livres (2,1%). O número maior registrado para as quatro classes da espécie ocorreu durante os meses de janeiro a maio (verão e outono), em que foram coletados 67% dos indivíduos (Tab. 1).

Diferentemente de *B. sellowii*, o ciclo reprodutivo para essa espécie apresentou-se contínuo, ocorrendo produção de fêmeas ovígeras durante todos os meses do ano, com especial destaque para os meses mais quentes. O estímulo do ciclo interruptivo, após o período de intempérie, ocorreu a partir de agosto, quando houve recrutamento fêmeas não ovígeras e pós-ovígeras por meio de possíveis alterações hormonais. Nessa fase houve um aumento em relação ao número de machos e fêmeas do mês anterior, com um aumento na produção de fêmeas ovígeras. O aumento gradual de fêmeas ovígeras e pós-ovígeras ocorreram de agosto a novembro, durante a primavera, junto com a diminuição do pico de machos e fêmeas não ovígeras de agosto. Efeitos de diminuição da constância foram registrados em mancas ( $C=81,8$ ), em que não houve registro de indivíduos nas armadilhas para os meses de setembro e outubro, indicando possível interferência das intempéries dos meses anteriores, sobre a reprodução e sobrevivência da espécie (Tab. 1).

Estudos realizados por Araujo e Bond-Buckup (2004 e 2005), supõem existirem relações entre a alta mortalidade de *A. floridana* nos meses mais frios com uma rápida taxa de crescimento para a espécie, quando machos atingem a maturidade sexual mais rapidamente para então compensar a sobrevivência da população sob condições adversas, especialmente quando a população atravessa fatores limitantes sazonais, como

baixa temperatura e alta umidade. O crescimento rápido e intenso acaba compensando o declínio populacional durante os meses de maior adversidade ambiental, recuperando o ciclo reprodutivo e o tornando ininterrupto ao longo do ano. Características eco-morfológicas fazem com que a espécie seja intolerante a dissecação em períodos de alta temperatura e baixa umidade do ar. Mesmo que o fotoperíodo e temperaturas sejam favoráveis à reprodução, a mortalidade da espécie também pode aumentar nos meses mais quentes. Isto talvez explique a proporção e aumento de fêmeas ovígeras e a diminuição de machos e fêmeas não ovígeras em janeiro.

Diferentemente de *B. sellowii* que possuiu os maiores valores de *sex-ratio operacional* registrado para os meses mais quentes, em *A. floridana* os maiores valores ocorreram nos meses de temperatura mais baixa, com exceção do mês de novembro (Tabela 2). O mês de abril apresentou o maior registro de OSR da espécie para a época de inverno (OSR= 1.28;  $X^2= 2.579$ ; G.L=1;  $p= 0.108$ ;  $\alpha=0.05$ ), no entanto, não houve diferença significativa. Apenas no mês de novembro foi registrado o valor extremamente significativo (OSR= 2.056;  $X^2= 13.226$ ; G.L=1;  $p= 0.0003$ ;  $\alpha=0.05$ ), extremamente significativo (Tab. 4).

**Tabela 4** - Flutuação mensal da *operacional sex-ratio* (OSR) de *A. floridana* e teste não paramétrico  $X^2$  (qui-quadrado) com suas devidas probabilidades. \*  $p$  significativo (<0.005); \*\*  $p$  extremamente significativo (< 0.001)

Meses (2006)	OSR ( <i>A. floridana</i> )	$X^2$	$p$
jan	0.842	1.619	0.2033
fev	0.744*	5.268	0.0217
mar	0.702**	19.403	<0.0001
abr	1.28	2.579	0.1083
mai	1.167	1.077	0.2994
jun	1.018	0.009	0.9237
jul	0.654*	3.967	0.0464
ago	0.722*	9.011	0.0027
set	0.857	0.615	0.4328
out	0.746	2.899	0.0887
nov	2.026**	13.226	0.0003

Araújo e Buckup (2005), estudando a biologia de *A. floridana* em ambiente de mata observaram uma OSR tendenciosa para machos e atribuíram algumas hipóteses para esse fenômeno, entre os quais foram citadas a possível competição entre machos, levando a um baixo investimento sexual da espécie na área de estudo, bem como a ausência de *Wolbachia*, uma bactéria feminizadora nos oniscideos, e ausência de partenogênese.

Já Paolleti e Cantarino (2002) investigaram o OSR em populações de isópodos oniscideos que habitam diferente agroecossistemas, comparando a composição em ambientes perturbados pelas modernas práticas agrícolas e não perturbados. Os autores constataram a tendência de feminização das populações de isópodos em ambientes perturbados, especialmente quando comparado a biótopos de menor grau de impacto.

Alguns autores atribuem à hipótese de que populações de artrópodes em ambiente perturbados possuem uma leve tendência a feminização (Sustek, 1984); a indicação da

influência do ambiente também pode ser constatada através das variações da proporção sexual no decorrer do ciclo de vida de espécies locais, ou até mesmo influências da mortalidade para um dos sexos, capacidade dispersiva ou preferência de hábitat por sexo (Paolleti e Cantarino, 2002). Entre os artrópodes que compõem a fauna edáfica, os isópodos oniscídeos podem ser considerados indicadores promissores para se investigar o impacto antrópico no ambiente, tais como os das diferentes atividades humanas sob diferentes ecossistemas e agroecossistemas (Paolleti e Cantarino 2002). No Brasil, o conhecimento sobre a biologia e ecologia de *A. floridana* e *B. sellowii* tem se desenvolvido recentemente. As duas espécies estudadas possuem ampla distribuição geográfica e boa capacidade de colonização de habitats alterados. Por possuírem tal característica, tornam-se as mais promissoras para serem utilizadas como espécies bioindicadoras (Quadros, 2010). O conhecimento cada vez mais detalhado da biologia destas espécies podem tornar os estudos ecológicos dos isópodos terrestres, importantes ferramentas para o monitoramento ambiental, seja em recuperação das áreas degradadas ou até mesmo em monitoramento de processos de remediação por meio de ensaios de toxicidade.

## CONCLUSÕES

A reprodução sazonal foi uma característica evidente entre a estrutura populacional de *A. floridana* e *B. sellowii*. Para as duas espécies foi possível constatar interferências de diferentes variáveis ambientais, tais como a potencial composição de “micro-clima” gerada pela vegetação sucessional da área de estudo, bem como temperatura e pluviosidade. Estas variáveis atuaram sobre a reprodução e sobrevivência de diferentes classes populacionais das duas espécies.

As características eco-morfológicas e comportamentais parecem contribuir para a manutenção da *A. floridana* sob condições desfavoráveis. As hipóteses mais prováveis, conforme Araújo e Buckup (2005) sustentam, podem estar relacionadas à maior tolerância de fêmeas adultas às baixas temperaturas. Ao sobreviver, as fêmeas da espécie podem promover a manutenção do ciclo e reconstituição das populações no ambiente. Um possível padrão de crescimento populacional menor sob condições de temperatura baixa, e maior em temperaturas altas, foi constatado para *B. sellowii* que atingiu os maiores valores para todas as classes populacionais nos meses mais quentes, evidenciando a importância das adaptações eco-morfológicas para espécie, especialmente a espessura da cutícula e a presença de pulmões pleopodais nos cinco pares de pleópodos. Estas estruturas favorecem a respiração e a maior tolerância às condições momentâneas de baixa umidade do ar.

Assim como em trabalhos já realizados sobre dinâmica populacional de isópodos terrestres para o sul do Brasil, as adaptações eco-morfológicas e os traços de comportamento parecem contribuir para a manutenção das populações e sobrevivência das espécies durante os meses de condições adversas; entretanto, algumas questões como a existência ou não da relação entre a influência da bactéria feminizadora *Wolbachia* em oniscídeos que habitam ambientes de sucessão com cobertura vegetal densa sobre o solo, necessitam de respostas, uma vez que ainda existe uma grande complexidade de fatores ambientais que dificultam as interpretações precisas de OSR para este grupo.

**REFERÊNCIAS**

AQUINO, A. M.; CORREIA, M. E. F. Invertebrados Edáficos e o seu Papel nos Processos do Solo. *Seropédica: Embrapa Agrobiologia* (Documentos, 201), 2005. 52 p.

AQUINO, A.M. de. Recomendações para coleta de Artrópodes Terrestres por Armadilhas de Queda (Pitfall-Traps). *Seropédia: Embrapa Agrobiologia*, v.18, p. 1-8, 2006.

ARAUJO, P.B.; ZARDO, C.M.L. Uma nova espécie de *Balloniscus* Budde-lund (Crustacea, Isopoda, Balloniscidae) do Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, v. 12, n. 4, p. 785-790, 1995.

ARAUJO, P.B.; BUCKUP, L.; e BOND-BUCKUP, G. Isópodos terrestres (Crustácea Oniscidea) de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, Brasil. *Lheringia*, Porto Alegre, v. 81, p. 111-138, 1996.

ARAÚJO, P. B. Two new species of *Alboscia* Schultz, 1995 from Rio Grande do Sul, Brazil (Isopoda, Oniscidea, Philosciidae). *Crustaceana*, Leiden, v. 72, n. 5, p. 487-496, 1999.

ARAUJO, P.B.; BOND-BUCKUP, G. Growth curve of *Atlantoscia floridana* (van Name) (Crustacea, Isopoda, Philosciidae) from a Brazilian Restinga Forest. *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, v. 21, n. 1, p. 1-8, 2004.

ARAÚJO, P. B.; BOND-BUCKUP, G. Population structure and reproductive biology of *Atlantoscia floridana* (van Name, 1940) (Crustacea, isopoda, Oniscidea) in southern Brazil. *Acta Oecologica*, New York, v. 28, p. 289-298, 2005.

AYRES, M.; AYRES, M. J.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. S. *BioEstat 5.0: aplicações estatísticas nas áreas das Ciências Biológicas e Médicas*. Belém: Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, 2005. 364 p.

BODENHEIMER, F. S. *Problems of animal ecology*. **Oxford University Press**.1978. 179p.

BUCKUP, L.; BOND-BUCKUP, G. *Os crustáceos do Rio Grande do Sul*. 1 ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1999. 503 p.

DAJOZ, R. *Ecologia Geral*. Vozes, Petrópolis, Brasil, 1973. 471p.

DECAËNS, T.; BUREAU, F.; MARGERIE, P. Earthworm communities in a wet agricultural landscape of the Seine Valley (Upper Normandy, France). *Pedobiologia*, München, v.47, p.479-489, 2003.

EMELEN, S. T.; ORIN, L. W. *Ecology, sexual selection and the evolution of mating systems*. Science, New York, v. 197, p. 215-222, 1977.

FROUZ, J., LOBINSKE, R., KALCIK, J., ALI, A. Effects of the exotic crustacean, *Armadillidium vulgare* (isopoda), and other macrofauna on organic matter dynamics in soil microcosms in a hardwood forest in central florida. *Florida Entomologist*, Florida, v. 91, n. 2, p. 328-331, 2008.

GROSSET, C. S.; BADENHAUSSER, I.; REYNOLDS, J. D.; MOREL, A. Investigations on the potential of woodlice as bioindicators of grassland habitat quality. *European Journal of Soil Biology*, Braunschweig, v. 41, p. 109–116, 2005.

HASSALL, M.; ZIMMER, M.; LOUREIRO, S. Questions and possible new directions for research into the biology of terrestrial isopods. *European Journal of Soil Biology*, Braunschweig, v. 41, p. 57-61, 2005.

KOČÁREK, P. A pitfall trap of carion ecology studies. *Biologia*, Bratislava, v. 5, p. 575-577, 2000.

LEISTIKOW, A. phylogeny and biogeography of South American Crinocheta, traditionally placed in the family Philosciidae (Crustacea: Isopoda: Oniscidea). *Organisms Diversity & Evolution*, Vienna, v. 1, n. 4, p. 1-85, 2001.

LOPES, E. R. C.; MENDONÇA, M. S. J.; BOND-BUCKUP, G.; ARAUJO, P. B. Oniscidea diversity across three environments in an altitudinal gradient in northeastern Rio Grande do Sul, Brazil. *European Journal of Soil Biology*, Braunschweig, v. 41, p. 99-107, 2005.

LOUREIRO, S.; SOARES, A. M. V. M.; NOGUEIRA, A. J. A. Terrestrial avoidance behaviour tests as screening tool to assess soil contamination. *Environmental Pollution*, Amherst, v. 138, p. 121-131, 2005.

MAHARNING, A. R.; MILLS, A. A. S.; ADL, S. M. Soil community changes during secondary succession to naturalized grasslands. *Applied Soil Ecology*, Amsterdam, v. 41, p. 137-147, 2009.

PAOLETTI, G.; HASSALL, M. Woodlice (Isopoda: Oniscidea): their potential for assessing sustainability and use as bioindicators. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Amsterdam, v. 74, p. 157-165, 1999.

PAOLETTI, M. G.; CANTARINO, C. M. Sex ratio alterations in terrestrial woodlice populations (Isopoda: Oniscidea) from agroecosystems subjected to different agricultural practices in Italy. *Applied Soil Ecology*, Amsterdam, v. 19, p. 113-120, 2002.

QUADROS, A. F.; ARAÚJO, P. B. Ecological traits of two neotropical oniscideans (Crustácea: Isopoda). *Acta Zoologica Sinica*, Beijing, v. 53, n. 2, p. 241-249, 2007.

QUADROS, A. F.; ARAUJO P. B. An assemblage of terrestrial isopods (Crustacea) in southern Brazil and its contribution to leaf litter processing. *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, v. 25, p. 58-66, 2008.

QUADROS, A. F. Os isópodos terrestres são boas ferramentas para monitorar e restaurar áreas impactadas por metais pesados no Brasil? *Oecologia Australis*, Rio de Janeiro, v. 14, n. 2, p. 569-583, 2010.

SOUTY-GROSSET, C.; BADENHAUSER, I.; REYNOLDS, J. D.; MOREL, A. Investigations on the potential of woodlice as bioindicators of grassland habitat quality. *European Journal of Soil Biology*, Braunschweig, v. 41, p. 109–116, 2005.

SUSTEK, Z. The bioindicative and prognostic significance of sex ratio in Carabidae (Insecta, Coleoptera). *Ekologia (CSSR)*, Bratislava, v. 3, n. 1, p. 3–22, 1984.

VIKETOFT, M. Effects of six grassland plant species on soil nematodes: a glasshouse experiment. *Soil Biology & Biochemistry*, Brisbane, v. 40, p. 906–915, 2008.

ZIMMER, M., KAUTZ, G., TOPP, W. Responses of the parthenogenetic isopod, *Trichoniscus pusillus*, to changes in food quality, *Pedobiologia*, Kusterdingen, v. 44, p. 75–85, 2000.

ZIMMER, M. Nutrition in terrestrial isopods (Isopoda:Oniscidea): an evolutionary ecological approach. *Biological Reviews*, Oxford, v. 77, p. 455-493, 2002.

ZIMMER, M.; KAUTZ, G.; TOPP, W. Leaf litter-colonizing microbiota: supplementary food source or indicator of food quality for *Porcellio scaber* (Isopoda: Oniscidea)? *European Journal of Soil Biology*, Braunschweig, V. 39, p. 209–216, 2003.

ZIMMER, M. Effects of temperature and precipitation on a flood plain isopod community: a field study. *European Journal of Soil Biology*, Braunschweig, v. 40, p. 139–146, 2005.