

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

Gláucia Brisotto

**ECOLOGIA POPULACIONAL DE *Talitroides topitotum* (BURT, 1934)
(CRUSTACEA, AMPHIPODA, TALITRIDAE) NA REGIÃO CENTRAL
DO RIO GRANDE DO SUL**

Santa Maria, RS
2022

Gláucia Brisotto

**ECOLOGIA POPULACIONAL DE *Talitroides topitotum* (BURT, 1934)
(CRUSTACEA, AMPHIPODA, TALITRIDAE) NA REGIÃO CENTRAL
DO RIO GRANDE DO SUL**

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

Orientador: Prof. Dr. Sandro Santos
Coorientadora: Prof^ª. Dr^a Luciane Ayres-Peres

Santa Maria, RS
2022

Brisotto, Gláucia

ECOLOGIA POPULACIONAL DE *Talitroides topitotum* (BURT, 1934) (CRUSTACEA, AMPHIPODA, TALITRIDAE) NA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL / Gláucia Brisotto.- 2022.
54 p.; 30 cm

Orientador: Sandro Santos

Coorientadora: Luciane Ayres-Peres

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, RS, 2022

1. Ecologia terrestre 2. Serrapilheira 3. Crustáceos
4. Sazonalidade I. Santos, Sandro II. Ayres-Peres,
Luciane III. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

Declaro, GLÁUCIA BRISOTTO, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Dissertação) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

Gláucia Brisotto

ECOLOGIA POPULACIONAL DE *Talitroides topitotum* (BURT 1934) (CRUSTACEA, AMPHIPODA, TALITRIDAE) NA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL

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

Aprovada em 16 de março de 2022:

Sandro Santos, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Cristiana Silveira Serejo, Dra. (UFRJ)

Setuko Masunari, Dra. (UFPR)

Santa Maria, RS
2022

AGRADECIMENTOS

Parece ser a parte mais fácil de escrever da dissertação: os agradecimentos. Agora parada aqui e olhando o cursor piscar na tela do computador já digo que não é. Há tantas pessoas que fizeram parte desse processo, que memórias me fazem rir e emocionar aqui sozinha. O cursor continua piscando como uma lembrança pulsante de todos que me auxiliaram nesse caminho.

Mas vamo lá!

Com certeza um agradecimento especial de coração ao meu orientador, professor Sandro, que abriu as portas do laboratório e da Carcinologia para mim. E também por ser uma pessoa incrível que vê no outro e em si mesmo a condição de humano.

À professora Luciane, que auxiliou tanto nesse trajeto (uma hora pedindo por correções no trabalho, outra hora mandando memes carcinológicos que me faziam questionar o meu gosto para piadas, rsrs). Lu, tu fazes parte da minha construção como professora/pesquisadora há anos, e não sei se já deixei claro o quanto sou feliz por isso.

Agradecer ao professor Thiago que auxiliou teorizando, discutindo análises e viajando na maionese comigo uma vez que outra. “Foco gente!”.

Ao professor Elgion e à professora Lenira que permitiram, gentilmente, que desenvolvêssemos as coletas em sua propriedade e que estiveram sempre disponíveis ao longo do período de amostragens nos fornecendo informações sobre os talitrídeos.

À professora Marlise pelo auxílio e abertura na discussão dos talitrídeos (já posso colocar agradecimento pela ajuda futura?).

Aos meus colegas de laboratório, Gislaíne e Victor, que me ajudaram e embarcaram na aventura da pós-graduação.

Ao Eduardo Castiglioni, que sem dúvida me ajudou muito discutindo análises de solo e aliviando o estresse com figurinhas e bom-humor.

Ao Tassiano, por me escutar, ler e discutir comigo em casa sobre o mestrado. Tenho sorte por te ter ao meu lado. Além disso, obrigada pela ajuda nas coletas recheadas de mosquitos e pelas caronas para a UFSM. Planos de continuar assim, viu!?

À Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), principalmente ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal pela oferta e oportunidade de um ensino público e de qualidade.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa durante o mestrado.

Aos demais, que ajudaram com um cafezinho ou uma frase de “tudo vai dar certo”, meus agradecimentos.

Obrigada!

“Tudo o que temos de decidir é o que fazer com o tempo que nos é dado.”

Gandalf

RESUMO

ECOLOGIA POPULACIONAL DE *Talitroides topitotum* (BURT 1934) (CRUSTACEA, AMPHIPODA, TALITRIDAE) NA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL

AUTORA: Gláucia Brisotto
ORIENTADOR: Sandro Santos
COORIENTADORA: Luciane Ayres-Peres

Talitroides topitotum é um talitrídeo terrestre da ordem Amphipoda, encontrado na serrapilheira de floresta, que mede entre cinco e 15 milímetros de comprimento. Sua ocorrência, distribuição e densidade nesse ambiente está relacionada a fatores ambientais, tais como: umidade do ar e do solo, precipitação, temperatura, qualidade do substrato etc. Trata-se um grupo pouco estudado quanto a ecologia populacional, tanto no Brasil quanto no mundo, havendo poucas pesquisas referente ao tema. A espécie foi introduzida no Brasil em 1972, por meio de atividades ligadas à silvicultura e à jardinagem. Desde então, pouco se sabe sobre o seu impacto na diversidade de outras espécies que vivem na serrapilheira. Estudos sobre a biologia básica deste pequeno crustáceo podem servir de alicerce para investigações posteriores. Logo, conduzimos um estudo sobre a ecologia populacional de *T. topitotum* na região sul do Brasil, considerando a estrutura populacional e distribuição espaço-temporal. Coletamos espécimes mensalmente com auxílio de armadilhas de queda (*pitfall*), na localidade de São Marcos, Santa Maria/RS, no período de junho de 2020 a maio de 2021. Para analisar os fatores abióticos, utilizamos dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) sobre temperatura, precipitação e umidade do ar. As propriedades do solo foram analisadas quanto à umidade, granulometria e teor de matéria orgânica em laboratório. No total amostramos 492 indivíduos, divididos em: 62 fêmeas ovígeras, 188 fêmeas não ovígeras e 242 juvenis. Nenhum macho foi registrado. No capítulo I abordamos a estrutura populacional e a relação entre parâmetros morfométricos da espécie juntamente com aspectos reprodutivos, também buscamos analisar a influência de gradiente latitudinal no tamanho corpóreo deste talitrídeo, sob a ótica do Efeito de Bergmann, comparando nossos dados com os de outros estudos populacionais realizados em diversas regiões no mundo. Encontramos relação entre parâmetros morfométricos como comprimento corporal e cefálico e comprimento corporal e comprimento de marsúpio. Entretanto, não observamos relação entre comprimento do marsúpio e a fecundidade (número e tamanho dos ovos). Houve correlação positiva entre tamanho corporal e latitude, embora não significativa ($p > 0,05$). No capítulo II, analisamos a distribuição sazonal e espacial de *T. topitotum*, com a mesma população, em relação a fatores abióticos amostrados no local de ocorrência da espécie. São eles: temperatura, precipitação, umidade do ar, granulometria e umidade do solo e teor de matéria orgânica. O pico populacional foi registrado na primavera juntamente com o recrutamento. Ademais, as variáveis que apresentaram influência sobre a distribuição dos talitrídeos foram a precipitação e a umidade do solo. A distribuição espacial foi agregada no inverno, primavera e verão e uniforme no outono. Este fato pode ser em função da inserção de novos membros na população (recrutamento). Temos três hipóteses que podem ser testadas para explicar a ausência de machos neste estudo: i) a presença de *Wolbachia* na população, gerando atrofia em caracteres sexuais secundários nesta categoria; ii) presença de reprodução assexuada (partenogênese) ou iii) diferença comportamental entre machos e fêmeas, acarretando ausência de machos nas armadilhas de coleta. No futuro novos estudos serão conduzidos para testar estas hipóteses.

Palavras-chave: Crustáceos terrestres; Distribuição sazonal; Distribuição espacial; Estrutura populacional; Peracarida.

ABSTRACT

POPULATION ECOLOGY OF *Talitroides topitotum* (BURT, 1934) (CRUSTACEA: AMPHIPODA: TALITRIDAE) IN CENTRAL REGION OF RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

AUTHOR: Gláucia Brisotto

ADVISOR: Sandro Santos

CO-ADVISOR: Luciane Ayres-Peres

Talitroides topitotum is a terrestrial talitrid belonging to the order Amphipoda, which lives in the forest leaf litter, measuring between five and 15 mm. Its occurrence, distribution, and density in the terrestrial environment are related to abiotic parameters, such as air and soil humidity, precipitation, temperature, substrate quality, etc. This group has been little studied in terms of population ecology, both in Brasil and globally, with a few pieces of research about it. *T. topitotum* was introduced in Brasil in 1972 through garden activities and silviculture. Since then, its impact on the diversity of other species living in leaf litter is unknown. Research about the primary biology of *T. topitotum* can serve as a basis for future studies. Therefore, we studied the population ecology of *T. topitotum* in Southern Brasil, considering the population structure and space-temporal distribution. We collected specimens monthly using pitfall traps in São Marcos, Santa Maria/ RS, Brasil, from June/2020 to May/2021. Analysis of environmental factors (temperature, precipitation, and air humidity) was made using the National Institute of Meteorology data. Soil properties (moisture, granulometry and organic matter content) were analyzed in the laboratory. We collected 492 individuals: 62 ovigerous females, 188 females, and 242 juveniles. We did not find males. In chapter one, we discussed the population structure and the relationship between morphometric parameters of *T. topitotum* with reproductive aspects. Furthermore, we analyzed the latitudinal gradient influence on the body size under the Bergmann effect, comparing our results with other population studies developed in different world regions. We found a relationship between the morphometric parameters body and cephalic length and body and marsupium length. However, we did not find an association between marsupium length and fecundity (number and size of eggs). Although not significant, there was a positive correlation between body size and latitude ($p > 0,05$). In chapter two, we analyzed the seasonal and spatial distribution of *T. topitotum*, using the same population, correlating to abiotic factors (moisture, granulometry, and organic matter content) collected in the site of occurrence of the species. The population peak was registered in spring, although the recruitment period was in autumn. The parameters that influenced the seasonal distribution were precipitation and soil moisture. The spatial distribution was assembled in winter, spring and summer and was uniform in autumn. The insertion of new members in the population (recruitment) may explain this fact. We have three hypotheses that can be tested to explain the male absence in this study: i) *Wolbachia* infection, atrophying secondary sexual characters; ii) presence of asexual reproduction (parthenogenesis) or iii) behaviour differences between males and females, inducing absence of male in the pitfall traps. In the future, more studies will be done to test these hypotheses.

Keywords: Terrestrial crustaceans; Seasonal distribution; Spatial distribution; Population structure; Peracarida.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	9
Estrutura da dissertação	11
REFERÊNCIAS	12
CAPÍTULO I - Estrutura populacional de <i>Talitroides topitotum</i> (Crustacea: Amphipoda: Talitridae) em Santa Maria, região central do Rio Grande do Sul, Brasil	14
Gláucia Brisotto ¹ , Luciane Ayres-Peres ² , Sandro Santos ³	15
¹ Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, PPG Biodiversidade Animal, Av. Roraima nº 1000, Cidade Universitária, Bairro - Camobi. CEP 97105-900, Santa Maria - RS, Brasil. (glauciabrisotto@gmail.com)	15
² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha - <i>Campus</i> São Vicente do Sul, Rua 20 de Setembro, 2616. CEP 97420-000. São Vicente do Sul - Rio Grande do Sul, RS, Brasil. (luciane.peres@iffarroupilha.edu.br)	15
³ Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Departamento de Ecologia e Evolução, Av. Roraima nº 1000, Cidade Universitária, Bairro - Camobi. CEP 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. (sandro.santos@ufsm.br)	15
CAPÍTULO II - Distribuição espaço-temporal do anfípode terrestre <i>Talitroides topitotum</i> (Burt, 1934) (Talitridae: Amphipoda: Crustacea)	31
INTRODUÇÃO	33
MATERIAL E MÉTODOS	35
<i>Área de estudo</i>	35
<i>Amostragens – Dados Bióticos</i>	36
<i>Amostragens – Dados abióticos</i>	37
<i>Análises estatísticas</i>	39
RESULTADOS	39
DISCUSSÃO	45
AGRADECIMENTOS	47
REFERÊNCIAS	48
CONCLUSÃO GERAL	53

INTRODUÇÃO

Os crustáceos são um grupo altamente bem-sucedido tanto em virtude do número de representantes vivos quanto em razão da colonização dos mais diversos ambientes (marinhos, dulcícolas, terrestres etc.) (SASTRY, 1983). Além disso, é um grupo diverso, com cerca de 70 mil espécies descritas, distribuídas em 11 classes (BRUSCA *et al.*, 2018). Ademais, é um grupo importante para os ecossistemas em virtude do papel trófico que apresentam e da ciclagem de nutrientes que realizam no ambiente (BOOS *et al.*, 2016).

Dentre os crustáceos, a superordem Peracarida apresenta alguns representantes terrestres e tem como principal característica a presença de uma bolsa para a incubação dos ovos denominada marsúpio (POORE, 2005). É nas ordens Amphipoda e Isopoda que são encontrados os grupos que conquistaram o ambiente terrestre. Nesta última, tem-se os conhecidos tatuzinhos-de-jardim, oniscídeos encontrados na serrapilheira e nas proximidades de residências humanas (ARAÚJO, 1999). Para a ordem Amphipoda, há seis famílias que abarcam representantes que se adaptaram à vida na terra: Protorchestiidae, Arcitalitridae, Brevitalitridae, Curiotalitridae, Makawidae e Talitridae (MYERS; LOWRY, 2020) embora sejam crustáceos terrestres, não são tão conhecidos quanto os tatuzinhos-de-jardim. Tanto os anfípodas quanto os isópodes terrestres são encontrados na serrapilheira, onde degradam matéria orgânica e auxiliam na dinâmica do solo (BOUSFIELD, 1984, FRIEND; RICHARDSON, 1986). O fato de serem animais com marsúpio favorece a adaptação destes animais ao ambiente, em função de prover a umidade necessária para a incubação dos ovos e, conseqüentemente, auxiliar no desenvolvimento da prole (ARAÚJO, 1999).

A família Talitridae, além de representantes terrestres, abrange grupos semiaquáticos, estuarinos, de água doce e semiterrestres (BOUSFIELD, 1984). Segundo Spicer *et al.* (1987), os mecanismos que auxiliaram na adaptação à vida no supralitoral estão ligados à redução da área branquial, aumento na resistência à dessecação e na flexibilidade do tegumento. Já para os talitrídeos que se adaptaram à vida terrestre, há a redução dos pleópodos (FRIEND; RICHARDSON, 1986) que seriam um sítio de perda de água (SPICER *et al.*, 1987). Contudo, Spicer *et al.* (1987) pontuam que as adaptações para vida na terra estão mais direcionadas para questões comportamentais do que propriamente fisiológicas.

Há duas hipóteses que abordam a rota evolutiva dos talitrídeos em direção à vida na terra. A primeira compreende a evolução a partir de um grupo ancestral marinho, enquanto a segunda mostra convergência evolutiva a partir de ancestrais semiterrestres (BOUSFIELD, 1984).

Quanto aos representantes terrestres da família Talitridae, destaca-se o gênero *Talitroides*, ao qual pertencem duas espécies registradas no Brasil: *Talitroides alluaudi* (Chevreux, 1896) e *Talitroides topitotum* (Burt, 1934). Quanto à última, foco deste estudo, foram conduzidas pesquisas sobre ecologia populacional por Lopes e Masunari (2004a,b,c) no Paraná e por Matavelli *et al.* (2007) no estado de São Paulo. No Rio Grande do Sul há o registro desta espécie para região metropolitana de Porto Alegre e para a cidade de Caxias do Sul (NASCIMENTO; SEREJO, 2016, ELIAS *et al.*, 2019), não sendo relatada para região central deste estado. Apesar de registrada no Rio Grande do Sul, nenhum estudo foi conduzido quanto aspectos populacionais de *Talitroides topitotum* no estado.

Considerando-se que, em geral, as condições climáticas no Rio Grande do Sul são diferentes daquelas registradas nos estados de São Paulo e Paraná, isto é, temperatura e pluviosidade, seria conveniente investigar como uma população de *Talitroides topitotum* está se estruturando no extremo sul do país. Apesar de a espécie estar presente no Brasil há cerca de 50 anos (LEMOS DE CASTRO, 1972), não temos informações sobre sua relação com outros organismos da serrapilheira como, por exemplo, os tatuzinhos da ordem Isopoda. Estudos básicos sobre *T. topitotum* podem abrir caminho para interpretarmos suas interações com o ambiente e com outras espécies da comunidade da serrapilheira.

OBJETIVO GERAL

O objetivo geral da pesquisa de mestrado foi verificar a ocorrência de *Talitroides topitotum* (Burt, 1934) na região central do Rio Grande do sul e investigar os aspectos de sua biologia populacional.

Objetivos Específicos

Capítulo I:

- a) Avaliar a estrutura populacional de *Talitroides topitotum* no extremo sul do Brasil;
- b) Analisar a relação entre comprimento corporal, comprimento cefálico e comprimento de marsúpio (no caso das fêmeas);
- c) Investigar a relação entre parâmetros morfométricos e reprodutivos de *T. topitotum*.
- d) Verificar a presença de correlação entre tamanho máximo de *T. topitotum* de acordo com a latitude de ocorrência da espécie em outros estudos populacionais.

Capítulo II:

- a) Avaliar a distribuição espaço-temporal de uma população de *T. topitotum* no Rio Grande do Sul;
- b) Compreender a distribuição espaço-temporal do grupo em função de variáveis ambientais.

Estrutura da dissertação

Esta dissertação está estruturada de acordo com as normas do Manual de Dissertações e Teses da UFSM (MDT), e é composta por dois capítulos redigidos no formato de artigos científicos. O primeiro artigo foi submetido e se encontra em revisão para publicação. Já o segundo será traduzido para o inglês e submetido posteriormente.

Capítulo I: Estrutura populacional de *Talitroides topitotum* (Crustacea: Amphipoda: Talitridae) em Santa Maria, região central do Rio Grande do Sul, Brasil

Neste capítulo discutimos a estrutura populacional, bem como a relação entre parâmetros morfométricos de uma população de *Talitroides topitotum* amostrada na região central do Rio Grande do Sul. Além disso debatemos a influência destes parâmetros em aspectos reprodutivos do grupo tais como: tamanho de fêmeas ovígeras, tamanho de marsúpio e volume e número de ovos. Para finalizar, buscamos compreender a relação entre tamanho corporal e a latitude de diferentes populações amostradas, a partir da Regra de Bergmann. Este capítulo foi submetido para a revista *Iheringia Série Zoologia*.

Capítulo II: Distribuição espaço-temporal do anfípode terrestre *Talitroides topitotum* Burt, 1934 (Talitridae: Amphipoda: Crustacea) no extremo sul do Brasil

Neste capítulo analisamos a distribuição espacial e temporal de *Talitroides topitotum* em função de variáveis abióticas: temperatura, umidade do ar e do solo, precipitação e teor de matéria orgânica do solo. Dessa forma, estudamos a sazonalidade do grupo de acordo com as especificidades dos parâmetros ambientais do local de estudo. Este capítulo será submetido para a revista *Journal of Crustacean Biology*.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, P. B. Subordem ONISCIDAE (isópodos terrestres, “tatuzinhos”). In: BUCKUP, L.; BOND-BUCKUP, G. **Os crustáceos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Ed. Universidade/ UFRGS, p. 237 – 256, 1999.
- BOOS, H. *et al.* O processo de avaliação do risco de extinção dos crustáceos no Brasil: 2010-2014. In: BOOS, H.; PINHEIRO, M. **O LIVRO VERMELHO DOS CRUSTÁCEOS DO BRASIL: AVALIAÇÃO 2010-2014**. Porto Alegre, RS: Sociedade Brasileira de Carcinologia – SBC, 2016.
- BOUSFIELD, E. L. Recent advances in the systematics and biogeography of landhoopers (Amphipoda: Talitridae) of the Indo-Pacific region. In: F.J. Radovsky, P.H. Raven, and S.H. Sohmer (eds.). **Biogeography of the tropical Pacific**. Bishop Museum Special Publication, 72, p. 171–210, 1984.
- BRUSCA, R. C. *et al.* Invertebrados. 3ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018.
- ELIAS, D. C. *et al.* Registro de ocorrência de *Talitroides topitotum* (Burt, 1934) (Crustacea: Amphipoda: Talitridae) em fragmento de mata na área urbana de Caxias do Sul, RS. **Anais Seminário Regional de Espécies Exóticas Invasoras**, 2019. Disponível em <<https://www.sema.rs.gov.br/s/>>. Acesso em jan 2022.
- FRIEND, J. A.; RICHARDSON, A. A. **Biology of Terrestrial Amphipods**. Annual Review of Entomology.v.31, p. 25- 48, 1986.
- LOPES, O. L. & MASUNARI, S. **Distribuição e abundância de *Talitroides topitotum* (Burt) (Crustacea, Amphipoda, Talitridae) na área entorno da Usina Hidroelétrica de Guaricana, Serra do Mar, Paraná, Brasil**. Revista Brasileira de Zoologia. Curitiba, v. 21, n. 2, p. 219-227, 2004a.
- LOPES, O. L.; MASUNARI, S. **Biologia reprodutiva de *Talitroides topitotum* (Burt) (Crustacea, Amphipoda, Talitridae) na Serra do Mar, Guaratuba, Paraná, Brasil**. Revista Brasileira de Zoologia. Curitiba, v. 21, n. 4, p. 755-75, 2004b.
- LOPES, O. L.; MASUNARI, S. **Características morfométricas de *Talitroides topitotum* (Burt) (Crustacea, Amphipoda, Talitridae) na Serra do Mar, Guaratuba, Paraná, Brasil**. Revista Brasileira de Zoologia, Curitiba, v. 21, n. 4, p. 779 – 784, 2004c.
- MYERS, A. A., LOWRY, J. K. A phylogeny and classification of the Talitroidea (Amphipoda, Senticaudata) based on interpretation of morphological synapomorphies and homoplasies. **Zootaxa**. v. 2, p. 281 – 310, 2020.
- MATAVELLI, C. *et al.* Biologia populacional de *Talitroides topitotum* (Crustacea: Amphipoda: Talitridae) na reserva de Mata Atlântica, Parque Estadual da Serra do Mar – núcleo Santa Virgínia, estado de São Paulo. **Anais VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, Caxambu/ MG, 2007.
- NASCIMENTO, P. S.; SEREJO, C. S. **Taxonomy and distribution of *Talitroides alluaudi* (Chevreux, 1896) and *T. topitotum* (Burt, 1934) (Amphipoda, Talitridae) in Atlantic rain forests of southeastern Brazil**. Nauplius, v. 24: e2016002, 2016.

POORE, G. C. B. **Peracarida**: monophyly, relationships and evolutionary success. *Nauplius*, v. 13, n. 1, p. 1 – 27, 2005.

SASTRY, A. N. Ecological aspects of reproduction. In: VERNBERG, W. B. **The Biology of Crustacea**: Environment adaptations. New York: Academic Press, v. 8, p. 179 – 270, 1983.

SPICER, J. I. **The Physiological Ecology of Land Invasion by the Talitridae (Crustacea: Amphipoda)**. *Proceedings of the Royal Society of London*, 232: 95-124, 1987.

CAPÍTULO I - Estrutura populacional de *Talitroides topitotum* (Crustacea: Amphipoda: Talitridae) em Santa Maria, região central do Rio Grande do Sul, Brasil

Estrutura populacional de *Talitroides topitotum* (Crustacea: Amphipoda: Talitridae) em Santa Maria, região central do Rio Grande do Sul, Brasil

Gláucia Brisotto¹, Luciane Ayres-Peres², Sandro Santos³

¹ Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, PPG Biodiversidade Animal, Av. Roraima nº 1000, Cidade Universitária, Bairro - Camobi. CEP 97105-900, Santa Maria - RS, Brasil. (glauciabrisotto@gmail.com)

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha - *Campus* São Vicente do Sul, Rua 20 de Setembro, 2616. CEP 97420-000. São Vicente do Sul - Rio Grande do Sul, RS, Brasil. (luciane.peres@iffarroupilha.edu.br)

³ Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Departamento de Ecologia e Evolução, Av. Roraima nº 1000, Cidade Universitária, Bairro - Camobi. CEP 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. (sandro.santos@ufsm.br)

ABSTRACT. Population structure of *Talitroides topitotum* (Crustacea: Amphipoda: Talitridae) from Santa Maria, central region of Rio Grande do Sul State, Brazil. *Talitroides topitotum* (Talitridae) is one of the representatives of the Amphipoda that has adapted to the terrestrial environment. This research aimed to describe the population structure of this talitrid in the morphometric and reproductive aspects. The study was carried out in the central region of Rio Grande do Sul, Brazil, from June 2020 to May 2021. The talitrids were monthly collected with pitfalls exposed for 48 hours and they were sexed, photographed, and measured (body length, cephalic length, and marsupium length - mm). Ovigerous females had their eggs counted and measured. In addition, we correlated the size data and the sampling latitudes of *T. topitotum* from previous and present studies. A total of 492 individuals were collected, from which 62 were ovigerous females, 188 non-ovigerous females, and 242 juveniles. No male was sampled. There was a significant correlation between body and head lengths and body and marsupium lengths in ovigerous females. We found no correlation between morphometric data and female fertility. Although not significant, there was a positive correlation between the size of talitrids and the latitude of occurrence. Body size can be inferred from head size, and marsupium size from body size, as both are strongly correlated. The absence of relationship between body size and fecundity may be related to environmental factors that can affect the talitrid reproduction. A clear relationship between the mean body size of *T. topitotum* and the latitude of their occurrence can be obtained with more studies conducted with a large sampling.

KEYWORDS. talitrids, terrestrial amphipod, cephalic length, morphometry.

RESUMO. *Talitroides topitotum* (Talitridae) é um dos representantes da ordem Amphipoda que se adaptaram ao ambiente terrestre. O objetivo desta pesquisa foi avaliar a estrutura populacional deste talitrídeo e correlacionar entre si dados morfométricos e aspectos reprodutivos da população. O estudo foi realizado na região central do Rio Grande do Sul, Brasil, entre junho de 2020 e maio de 2021. Para tal, foram coletados mensalmente espécimes com o auxílio de armadilhas de queda (*pitfalls*), que ficaram expostos durante 48 horas no campo. Os animais foram sexados, fotografados e medidos (comprimento corporal, comprimento cefálico e comprimento do marsúpio - mm). As fêmeas ovígeras tiveram todos os seus ovos contados e medidos. Além disso, foram comparados os tamanhos máximos e latitudes de estudos populacionais realizados com a espécie. No total foram coletados 492 indivíduos, dos quais 62 eram fêmeas ovígeras, 188 não-ovígeras e 242 juvenis. Nenhum macho foi amostrado. Houve correlação significativa entre o comprimento corporal e cefálico e o comprimento corporal e de marsúpio nas fêmeas ovígeras. Não houve correlação entre os dados morfométricos e a fecundidade das fêmeas. Na análise de correlação entre tamanho dos talitrídeos e latitude houve correlação positiva, embora não significativa. O tamanho corporal pode ser inferido a partir do tamanho cefálico, bem como o do marsúpio a partir do corporal, pois ambos estão fortemente correlacionados. O fato de não haver relação entre tamanho e fecundidade pode estar relacionado a fatores ambientais, já que os mesmos podem afetar a reprodução do grupo. No que diz respeito à relação entre tamanho e latitude, mais estudos devem ser conduzidos com uma amostra maior, a fim de que seja verificada se a relação é significativa ou não.

PALAVRAS-CHAVE. anfípode terrestre, talitrídeos, comprimento cefálico, morfometria.

Talitrídeos são crustáceos pertencentes à ordem Amphipoda e considerados cosmopolitas. Eles podem ser encontrados em diversos ambientes como pântanos, manguezais, ambientes estuarinos, praias e na serrapilheira de florestas (BOUSFIELD, 1982; 1984). São

animais desprovidos de carapaça, com corpo lateralmente achatado e olhos sésseis (BENTO & BUCKUP, 1999).

Juntamente com os oniscídeos (tatuzinhos-de-jardim), os talitrídeos são crustáceos que se adaptaram ao ambiente terrestre. MORRIT (1987) ressalta que, as adaptações desenvolvidas pelos talitrídeos na conquista deste ambiente, estão muito mais relacionadas com questões comportamentais do que propriamente fisiológicas.

A espécie *Talitroides topitotum* tem origem indo-pacífica (LEMOS DE CASTRO & PEREIRA, 1978). Acredita-se que a introdução da mesma em terras brasileiras ocorreu através de atividades ligadas à silvicultura e jardinagem, acompanhando o solo em que as culturas vegetais estavam inseridas (LEMOS DE CASTRO, 1972). *Talitroides topitotum* compõe a mesofauna da serrapilheira de florestas (SEREJO, 2004) e, portanto, é considerada como verdadeiramente terrestre (FRIEND & RICHARDSON, 1986). Porém, a sua presença em ambientes terrestres está condicionada à existência de umidade superior a 30% no solo (HURLEY, 1968, ALVAREZ *et al.*, 2000). Por ser uma espécie introduzida no ambiente, seu impacto sobre a fauna local deve ser considerado. Segundo estudos conduzidos com *T. topitotum*, esta espécie se adapta muito bem aos ambientes em que é introduzida e, por consequência, acaba deslocando espécies nativas (UMAÑA-CASTRO *et al.*, 2018; GONÇALVES *et al.*, 2018).

A presença de *T. topitotum* na serrapilheira, bem como sua locomoção, auxilia na dinâmica e nas taxas de respiração do solo (FRIEND & RICHARDSON, 1986). Além disso, são animais detritívoros, isto é, degradam a matéria orgânica presente no ambiente em que se encontram contribuindo para a ciclagem de nutrientes no solo (FRIEND; RICHARDSON, 1986; NASCIMENTO & SEREJO, 2016).

LEMOS DE CASTRO (1972) fez o primeiro registro destes animais para o Brasil, em ambiente terrestre no Estado de São Paulo. Hoje os talitrídeos estão presentes em mais seis estados brasileiros: Rio de Janeiro (LEMOS DE CASTRO & PEREIRA, 1978), Paraná (LOPES &

MASUNARI, 2004A), Espírito Santo (EUTRÓPIO & KROHLING, 2013), Minas Gerais, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (NASCIMENTO & SEREJO, 2016). Neste último, são registradas duas espécies: *Talitroides alluadi* (Chevreux, 1896) e *Talitroides topitotum* (Burt, 1934), ambas amostradas na região litorânea e na metropolitana de Porto Alegre/RS (NASCIMENTO & SEREJO, 2016).

Estudos com esses animais já foram conduzidos em diversas regiões. A maioria deles focando em aspectos taxonômicos/sistemáticos e fisiológicos (BOUSFIELD, 1984, RICHARDSON & MORTON, 1986, MORRIT, 1987, MENDES & ULIAN, 1987). Quanto a estudos referentes a aspectos populacionais, LAM & MA (1989) os realizaram em Hong Kong e ALVAREZ *et al.* (2000) no México.

No Brasil, esta espécie foi estudada por LEMOS DE CASTRO (1972) e LEMOS DE CASTRO & PEREIRA (1978) que abordaram sobre a sua introdução no país, sistemática e biogeografia, por MENDES & ULIAN (1987) que trataram dos aspectos fisiológicos do grupo, por LOPES & MASUNARI (2004A) sobre biologia reprodutiva e por MATAVELLI *et al.* (2007) e MATAVELLI & UEHARA-PRADO (2014) sobre o potencial bioindicador de perturbação antrópica desta espécie.

Estudos sobre a estrutura populacional e as características morfométricas de *T. topitotum* foram realizados no Paraná por LOPES & MASUNARI (2004B, 2004C). Estes estudos apontaram a ausência de machos, bem como evidenciado por MATAVELLI *et al.* (2007) em São Paulo.

Os estudos sobre estrutura populacional dos talitrídeos ainda são incipientes no Brasil, onde a maioria das pesquisas visa a taxonomia destes animais (NASCIMENTO, 2004, NASCIMENTO & SEREJO, 2016). Neste contexto, o objetivo do presente estudo foi descrever a estrutura populacional de *T. topitotum* ocorrente no extremo sul do Brasil, incluindo a relações morfométricas entre os comprimentos cefálico, corporal e marsupial, e aspectos reprodutivos da espécie. Por se tratar de populações com estudos incipientes na região, espera-se contribuir

com informações populacionais da espécie e elucidar as estratégias de colonização e de ocupação do hábitat por estes crustáceos.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O presente estudo foi realizado na localidade de São Marcos, município de Santa Maria (29°40'55''S; 53°41'32''W), na região central do Rio Grande do Sul (Fig. 1). A área está inserida no bioma Mata Atlântica em um fragmento de Floresta Estacional Decidual (IBGE, 2019). A elevação é de 113 metros do nível do mar, o clima é do tipo Cfa, isto é, subtropical úmido com estações do ano bem definidas e, sobretudo, com verões quentes (TORRES & MACHADO, 2008, KUINCHTNER & BURIOL, 2011). Segundo dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2021), a pluviosidade anual durante o período das amostragens foi de 1339,7 mm, em que a pluviosidade mínima foi registrada em abril/2021 (14,9 mm) e a máxima em janeiro/2021 (202,3 mm). Além disso, para o referido período a mínima e máxima de temperatura observadas foram 9,0 °C (julho/2020) e 30,5 (janeiro/2021).

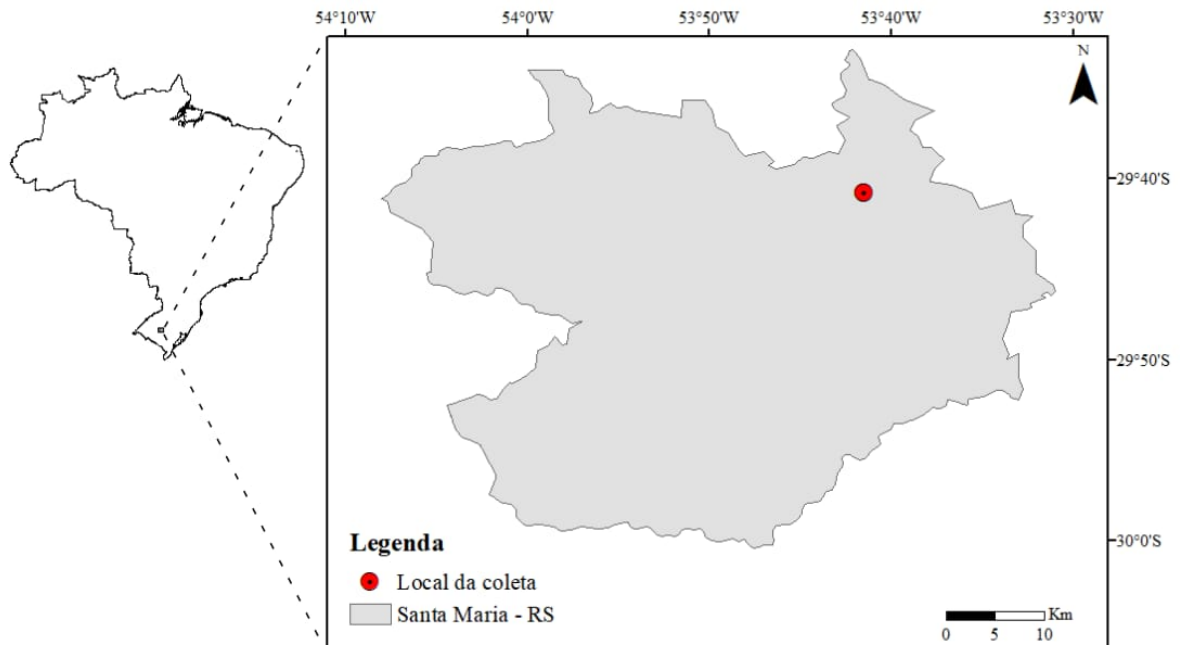


Fig. 1 – Mapa demonstrando a área de amostragem na localidade de São Marcos, Santa Maria/RS, durante o período de junho de 2020 a maio de 2021.

Amostragens

As amostragens foram realizadas mensalmente de junho/2020 a maio/2021. Para tal, foram utilizadas armadilhas de queda (*pitfalls*) que já se mostraram eficientes para captura de *Talitroides topitotum* em outros estudos (LAM & MA, 1989; MATAVELLI *et al.*, 2007). A conformação do delineamento amostral se deu em virtude do tamanho do fragmento, o que possibilitou a utilização de dois transectos, de aproximadamente dez metros cada. Cada um dos transectos continha dez armadilhas, que estavam distantes entre si cerca de um metro. O primeiro transecto foi disposto em paralelo a um pequeno riacho. O segundo ficou a 10 metros do primeiro e ficava disposto em sentido perpendicular ao corpo d'água. Cada conjunto com 10 frascos de 500 ml, contendo uma solução de 80 ml de etilenoglicol e álcool 92% (na proporção 70:30) foi considerada como uma unidade amostral. Para proteger os *pitfalls* da chuva direta, foi colocada uma estrutura feita de pratos plásticos, presos com arame, a cerca de 10 cm de altura da abertura dos frascos (Fig. 2).



Fig. 2 - Floresta de São Marcos, Santa Maria, RS. Armadilha do tipo *pitfall* com estrutura de proteção durante a exposição no campo.

Em cada mês de amostragem os *pitfalls* ficaram expostos por 48 horas. Os espécimes que caíram nas armadilhas foram recolhidos e armazenados em álcool 70%, etiquetados e levados ao laboratório para triagem e análises posteriores. Os talitrídeos foram identificados a nível de espécie, de acordo com estudos de NASCIMENTO & SEREJO (2016). Para a sexagem, foi considerada a presença de oostegitos nas fêmeas e o segundo par de gnatópodos mais desenvolvido que o primeiro nos machos. Indivíduos sem essas características foram considerados juvenis (BENTO & BUCKUP, 1999, LOPES & MASUNARI, 2004B). Para as fêmeas ovígeras considerou-se a presença de ovos no marsúpio.

Todos os talitrídeos foram fotografados e mensurados com o auxílio do software ImageJ, sob estereomicroscópio com escala milimétrica quanto ao Comprimento cefálico (Cc: distância da margem anterior do primeiro segmento cefálico até a margem posterior) e Comprimento corporal (Cco: distância da margem do primeiro segmento cefálico até a margem

posterior do último segmento abdominal, incluindo o télson). Para as fêmeas ovígeras, foi adicionada a medida do Comprimento do marsúpio (Cm: início da margem anterior da pleura do segundo segmento até a margem posterior da pleura do quinto segmento torácico). Na Figura 3 são demonstradas as regiões onde foram realizadas as medidas.

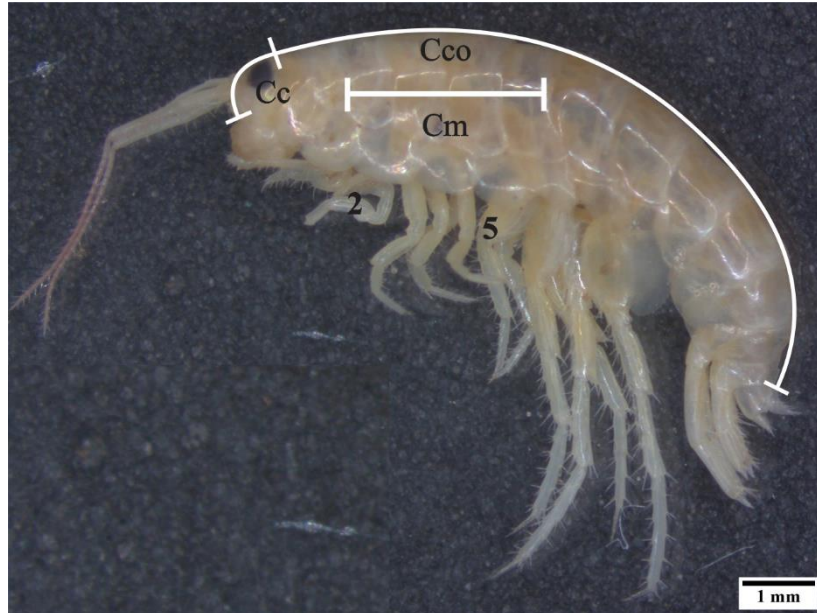


Fig. 3 - *Talitroides topitotum*. Foto do animal com indicação das medidas tomadas: Cc: comprimento cefálico; CCo: Comprimento corporal; Cm: Comprimento do marsúpio (somente para as fêmeas ovígeras).

Além disso, todas as fêmeas ovígeras tiveram todos seus ovos retirados do marsúpio, os quais foram fotografados, contados e medidos sob microscópio estereoscópico. Foi medido o comprimento e a largura máxima de cada ovo. No que diz respeito ao volume dos ovos (mm^3), o mesmo foi obtido a partir da equação (LAM & MA, 1989):

$$V = \frac{4}{3} * (\pi) * (C/2) * (L/2)^2$$

Onde: V= volume, C= comprimento, L= largura, $\pi = 3,14$.

A fim de avaliar a relação entre o tamanho corporal máximo de talitrídeos e a latitude em diferentes regiões, isto é, se a Regra de Bergmann (JOHNSON *et al.* 2019) age sobre esta espécie, foram coletados dados da literatura a partir de estudos sobre estrutura populacional de *T. topitotum*, juntamente com a latitude dos locais de amostragem. Os dados do presente

trabalho também foram adicionados à análise e testou-se uma possível correlação entre tamanho e latitude.

Análises estatísticas

Os talitrídeos foram organizados em classes de tamanho em função do Cco (mm). O número de classes de Cco foi calculado a partir da regra de Sturges:

$$K = 1 + 3,3 * \log n$$

Onde K é o número de classes e n é o número de observações (amostras) (SILVA *et al.*, 2015).

Para analisar a relação entre Cc, Cco e Cm, fêmeas ovígeras x número x volume dos ovos, bem como a influência do gradiente latitudinal foi testada a normalidade da amostra utilizando o teste Shapiro-Wilk e posteriormente aplicados os testes de Correlação de Pearson (r) e Correlação de Spearman (ρ). Em seguida, foi utilizada uma Regressão Linear Simples entre as variáveis morfométricas no programa RStudio, com nível de significância 0,05 (AYRES *et al.*, 2007).

RESULTADOS

Foram amostrados 492 talitrídeos, dos quais 62 (12,6%) fêmeas ovígeras, 188 (38,21%) fêmeas não-ovígeras e 242 (49,19%) juvenis. Nenhum macho foi registrado. O comprimento total do corpo dos talitrídeos (Cco) variou de 2,524 a 14,984 mm. Quanto ao Cco por grupo, o mesmo foi de 6,972 a 14,796 mm para fêmeas ovígeras (\bar{X} = 10,14 mm, DP = 1,53), de 5,495 a 14,984 mm para fêmeas não-ovígeras (\bar{X} = 10,25 mm, DP = 1,92) e de 2,524 a 8,611 mm para juvenis (\bar{X} = 4,35, DP = 1,53 mm). O tamanho da menor fêmea ovígera foi de 6,972 mm. Na Figura 4 está representada a distribuição da frequência das classes de tamanho das categorias demográficas.

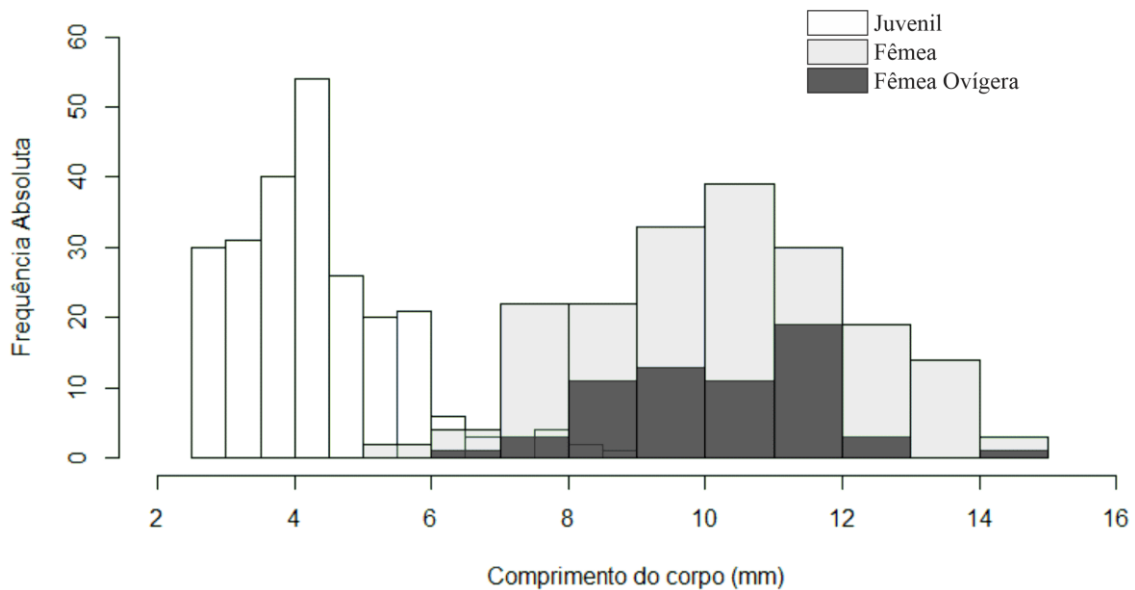


Fig. 4 - *Talitroides topitotum*. Distribuição das classes de tamanho (em milímetros) das três categorias demográficas obtidas no período de junho de 2020 a maio de 2021.

As análises de regressão linear mostraram que o comprimento cefálico (C_c) é diretamente proporcional ao comprimento do corpo (C_{co}) ($C_c = 0,1178 + 0,0908 C_{co}$; $r^2 = 0,88$) (Fig. 5a). Entre C_{co} e C_m , das fêmeas ovígeras, houve relação positiva e significativa ($C_{co} = 0,4177 + 0,1862 C_m$; $r^2 = 0,62$) (Fig. 5b).

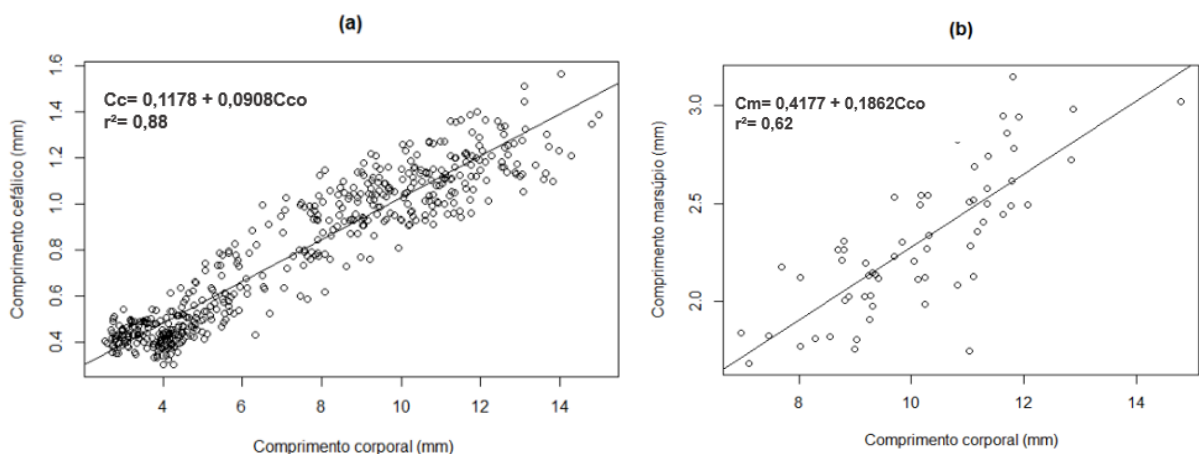


Fig. 5 – *Talitroides topitotum*. Relações morfométricas dos talitrídeos amostrados de junho de 2020 a maio de 2021. (a) Comprimento corporal e comprimento cefálico (mm) ($p < 0,05$, $r^2 = 0,88$); (b) Comprimento corporal e comprimento do marsúpio (mm) das fêmeas ovígeras da população ($p < 0,05$, $r^2 = 0,62$).

Um total de 206 ovos (variando de um a sete ovos por marsúpio) foi retirado do marsúpio das fêmeas ovígeras, o que resultou em média 3,32 ovos por fêmea ovígera ($DP = 1,72$). O volume dos ovos, variou de $0,04 \text{ mm}^3$ a $0,584 \text{ mm}^3$ ($X = 0,22 \text{ mm}^3$; $DP = 0,62 \text{ mm}^3$). Não houve

correlação significativa entre o número de ovos, volume dos ovos e Cm com o Cco das fêmeas ovíferas ($r < 0,3$).

Quanto à relação do tamanho corporal em função do gradiente latitudinal, encontramos correlação positiva ($r > 0,7$) embora não significativa ($p > 0,05$). Na Tabela I são compilados os dados obtidos da literatura.

Tabela I - *Talitroides topitotum*. Tamanho máximo dos indivíduos que compõem as populações ocorrentes nas diversas localidades. O índice de correlação foi positivo, porém não significativo ($\rho = 0,7$, $p > 0,05$).

Local da Coleta	Latitude	Tamanho máximo <i>T. topitotum</i>	Referência
Hill above Belcher's (Hong Kong, China)	22,28385	12,53 (mm)	LAM & MA (1989)
Universidade Nacional Autónoma do México Campus Iztacala (México)	19,538889	12,5 (mm)	ALVAREZ <i>et al.</i> (2000)
Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Santa Virgínia, São Paulo (Brasil)	-23,33562	10,12 (mm)	MATAVELLI <i>et al.</i> (2007)
Usina Hidrelétrica de Guaricana, Guaratuba, Paraná (Brasil)	-25,72620	14,43 (mm)	LOPES & MASUNARI (2004B)
Localidade de São Marcos, Santa Maria, Rio Grande do Sul (Brasil)	-29,68005	14,98 (mm)	presente estudo

DISCUSSÃO

A ausência de machos de *T. topitotum* observada no presente estudo corrobora os trabalhos anteriores de LOPES & MASUNARI (2004C) no Paraná e MATAVELLI *et al.* (2007) em São Paulo. Segundo LOPES & MASUNARI (2004B) os machos poderiam apresentar hábitos diferente das fêmeas, fazendo com que apenas fêmeas fossem capturadas. Além do mais, de acordo com WILDISH (1979) a razão sexual desviada para as fêmeas, juntamente com a redução

do tamanho corporal, é uma adaptação ao ambiente terrestre. Em outro estudo, realizado em Iztacala (México), ALVAREZ *et al.* (2000) registraram machos, porém, em proporção inferior às fêmeas. Os autores deste último estudo questionam se a razão sexual tendendo para as fêmeas, em *T. topitotum*, seria uma característica da espécie ou se está presente apenas nos estágios iniciais de adaptação de populações recém introduzidas no ambiente. Como não houve um monitoramento de talitrídeos na região de Santa Maria anteriormente ao presente estudo, fica difícil inferir se a população de São Marcos é recém-estabelecida ou não. De todo modo, a presença de todas as categorias demográficas (exceto machos) indica que esta população está bem estabelecida e em franca reprodução.

A representatividade dos juvenis no presente estudo é notável, quando comparada com a do estudo realizado por LOPES & MASUNARI (2004B): enquanto em São Marcos, os juvenis totalizaram quase 50%, em Guaricana, eles representaram apenas 1,45 % do total da população amostrada. Esta discrepância na proporção, certamente, foi devido aos métodos distintos de coleta dos talitrídeos. Em Guaricana, os animais foram coletados com Rede de Malaise, o que implica na obtenção selecionada de animais que tem capacidade plena de pular (seleção de adultos), enquanto no presente estudo, a coleta com *pitfalls* se mostrou mais eficiente em capturar tanto juvenis como adultos.

O maior exemplar de *T. topitotum*, até então, era registrado por LOPES & MASUNARI (2004B) no Paraná, uma fêmea com 14,43 mm (Cco). Com os dados do presente estudo, o maior exemplar passa a ser outra fêmea, com 14,984 mm (Cco). A maturação sexual observada em nosso estudo ocorreu de forma mais tardia, pois o tamanho da menor fêmea ovígera foi superior aos tamanhos registrados por LOPES & MASUNARI (2004C) e MATAVELLI *et al.* (2007). Conforme LOPES & MASUNARI (2004A), o tamanho corporal encontrado em diferentes locais em que estes animais foram coletados indica que o grupo possui plasticidade adaptativa, que pode estar ligada às adaptações em função de fatores abióticos. Segundo as mesmas autoras, os

principais fatores ambientais que influenciam o grupo são a temperatura e a umidade relativa do ar juntamente com a precipitação. Já RICHARDSON (1992) pontua que o tamanho reduzido de *Talitroides* spp. facilitaria sua presença em locais com baixa umidade.

Outra forma de interpretar a diferença entre os tamanhos de talitrídeos ocorrentes em várias localidades tem como base a Regra de Bergmann. De acordo com BLACKBURN *et al.* (1999), esta regra é uma tendência de correlação positiva dentro de um clado taxonômico, onde os maiores espécimes estão localizados em latitudes maiores (temperaturas ambientais menores) e que os menores estão localizados em latitudes menores (temperaturas ambientais maiores). No caso dos talitrídeos terrestres, a redução do tamanho corporal diminuiria a área superficial de perda de água, o que estaria associado ao aumento de temperatura (regiões tropicais). Nossas análises apontaram uma correlação positiva entre a latitude e o tamanho de *T. topitotum*, o que confirmaria nossa hipótese. Porém, o nível de confiança desses dados não é significativo ($p > 0,05$). Como nesta análise apenas cinco populações de *T. topitotum* (Tabela I) estavam disponíveis, uma ampliação na pesquisa de outras populações, ou com outros talitrídeos terrestres, talvez possam esclarecer a relação entre o tamanho dos indivíduos e a latitude de ocorrência dos mesmos.

Quanto à relação dos aspectos morfométricos é possível inferir o tamanho corporal de *T. topitotum* a partir do comprimento cefálico, pois ambos estão correlacionados, bem como observado por LAM & MA (1989), LOPES & MASUNARI (2004C) e MATAVELLI *et al.* (2007). Também é possível afirmar que, no nosso estudo, quanto maior o tamanho do corpo das fêmeas, maior é o tamanho do marsúpio.

ALVAREZ *et al.* (2000) e MATAVELLI *et al.* (2007) encontraram relação positiva entre fecundidade e o tamanho corporal dos talitrídeos estudados, o que indica que quanto maior o animal, maior a ninhada. Entretanto, os nossos dados não demonstraram relação significativa entre o tamanho do corpo/marsúpio com o número e o volume dos ovos. Além disso, o número

de ovos e o volume dos mesmos não apresentaram correlação, bem como evidenciado por LAM & MA (1989) no estudo de uma população em Hong Kong e Lopes & Masunari (2004b) com estudos no Paraná. Portanto, para a nossa população, o tamanho da ninhada não está relacionado com o tamanho da fêmea e nem o volume dos ovos está relacionado com a quantidade de ovos no marsúpio.

Quanto à média de ovos encontrados no marsúpio das fêmeas ovígeras, nosso resultado (3,32 ovos) se aproxima da média de outros estudos realizados em diferentes localidades, como LAM & MA (1989) que encontram uma média de 3,38 ovos por fêmea ovígera, LOPES & MASUNARI (2004B) com 3,34 ovos (variando entre um e dez ovos por fêmea) e MATAVELLI *et al.* (2007) com 2,4 ovos por fêmea ovígera. Além disso, a ausência de correlação entre variáveis morfométricas e fecundidade no nosso estudo pode ser explicada pelo fato de *Talitroides topitotum* ser uma espécie que se reproduz o ano todo, com sobreposição de gerações (LAM & MA, 1989), ou seja, apresenta várias proles consecutivas. A consequência é que em um mesmo marsúpio podemos registrar ovos com diferentes estágios de desenvolvimento. Aspecto que justificaria a ausência de correlação entre fecundidade, tamanho dos ovos, tamanho das fêmeas e do marsúpio.

Além do mais, de acordo com LINDEMAN (1991), aspectos ambientais (pluviosidade, umidade do ar, temperatura e outros) podem afetar os padrões reprodutivos de talitrídeos terrestres. Além disso, fatores como a disponibilidade e qualidade do alimento também poderiam estar influenciando a fecundidade da população.

Embora com visível plasticidade no tamanho dos indivíduos, as populações introduzidas de *T. topitotum* mostram as seguintes características em comum: ausência ou presença pífia de machos, presença de todas as categorias demográficas no local de ocorrência e baixa fertilidade das fêmeas. Este fato pode indicar que a reprodução assexuada constituiria um fator determinante no sucesso destas populações em colonizar novas áreas. Estudos adicionais com

T. topitotum, que visem aprofundar a relação entre a estrutura populacional e a reprodução com parâmetros ambientais, numa escala temporal mais ampla, podem ajudar a entender melhor as estratégias de colonização e de invasão de habitats por estes pequenos crustáceos.

Agradecimentos. Agradecemos a Universidade Federal de Santa Maria pelo suporte e estrutura para a realização da pesquisa. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa concedida a GB. Ao CNPq pela bolsa de produtividade a SS (proc. nº 311690/2018-1).

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, F.; WINFIELD, I.; & CHÁZARO, S. 2000. Population study of the land hopper *Talitroides topitotum* (Crustacea: Amphipoda: Talitridae) in central Mexico. **Journal of Natural History**, v. 34, n. 8, p. 1619 – 1624.
- AYRES, M.; AYRES JÚNIOR, M.; AYRES, D.L. & SANTOS, A.A. 2007. **BIOESTAT– Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas**. Ong Mamirauá. Belém, PA.
- BENTO, F. M & BUCKUP, B. 1999. Subordem GAMMARIDEA. In: BUCKUP, L.; BOND-BUCKUP, G. **Os crustáceos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, p. 177 - 188.
- BLACKBURN, T. M.; GASTON, K. J. & LODER, N. 1999. Geographic gradients in body size: a clarification of Bergmann's rule. **Diversity and Distributions**. v. 5, p. 165 – 174.
- BOUSFIELD, E. L. 1982. The amphipod Superfamily Talitroidea in the Northeastern Pacific region. I. Family Talitridae: systematics and distributional ecology. **National Museum of Natural Science Publications in Biological Oceanography**, Ottawa, 11: 1-73.
- BOUSFIELD, E. L. 1984. Recent advances in the systematics and biogeography of landhoopers (Amphipoda: Talitridae) of the Indo-Pacific region. In: F.J. Radovsky, P.H. Raven, and S.H. Sohmer (eds.). **Biogeography of the tropical Pacific**. Bishop Museum Special Publication, 72, p. 171–210.
- EUTRÓPIO, F. J. & KROHLING, W. 2013. First record of Amphipoda *Talitroides topitotum* (Burt, 1934) (Gammaridea, Talitridae) in the State of Espírito Santo, Brazil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**. Maringá, v. 35, n. 1, p. 37-39, Jan – Mar.
- FRIEND, J. A. & RICHARDSON, A. A. 1986. Biology of Terrestrial Amphipods. **Annual Review of Entomology**.v.31, p. 25- 48.
- GONÇALVES, E.; OLIVEIRA, E.; LIZ, A. F.; MENDES, A.; LEMOS, E. V.; SCHUSTER, P. A.; PERREIRA, J. V. K. & JUVIASKI, K. 2018. Distribution of *Talitroides topitotum* (Burt, 1934) (Crustacea, Amphipoda, Talitridae) in the Reserva Particular do Patrimônio Natural Mata do Uru, Lapa Paraná. **Brazilian Journal of Ecology**. p. 119 – 132.
- HURLEY, D. E. 1968. Transition from Water to Land in Amphipod Crustaceans. **American Zoologist**, v. 8, p. 327 – 353.

- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2019. **Biomass e sistema costeiro-marinho do Brasil**. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais - Rio de Janeiro: IBGE.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. 2021. **Mapa das estações (Santa Maria/RS - 83936)**. Disponível em <<https://mapas.inmet.gov.br/>>. Acesso em dez 2021.
- JOHNSON, D.S.; CROWLEY, C.; LONGMIRE, K.; NELSON, J.; WILLIAMS, B. & WITTYNGHAM, S. 2019. The fiddler crab, *Minuca pugnax*, follows Bergmann's rule. **Ecology and Evolution**, v. 9, p. 14489 – 14497.
- KUINCHTNER, A. & BURIOL, G. A. 2001. Clima do estado do Rio Grande do Sul segundo a classificação climática de Köppen e Thornthwaite. **Disciplinarum Scientia**, Série: Ciências Exatas, Santa Maria, v. 2, n. 1, p. 171-182.
- LAM, P. K. S. & MA, H. H. T. 1989. Some observations on the life cycle and population dynamics of *Talitroides topitotum* (Burt) (Amphipoda: Talitridae) in Hong Kong. **Journal of Natural History**, v. 23, p. 1087 – 1092.
- LEMONS DE CASTRO, A. 1972. *Talitrus (Talitroides) pacificus* Hurley, anfípodo terrestre introduzido em São Paulo. **Arquivos do Instituto Biológico São Paulo**, v. 39, n. 3, p. 201 – 203.
- LEMONS DE CASTRO, A. & PEREIRA, V. F. G. C. 1978. Anfípodos terrestres do gênero *Talitrus* introduzidos no Brasil (Amphipoda, Talitridae). **Atas da Sociedade Biológica do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, v.19, p. 47- 49.
- LINDEMAN, D. 1991. Natural history of the terrestrial amphipod *Cerorchestia hyloraina* Lindeman (Crustacea: Amphipoda; Talitridae) in a Costa Rican cloud forest. **Journal of Natural History**, v. 25, n. 3, p. 623 – 638.
- LOPES, O. L. & MASUNARI, S. 2004A. Distribuição e abundância de *Talitroides topitotum* (Burt) (Crustacea, Amphipoda, Talitridae) na área entorno da Usina Hidroelétrica de Guaricana, Serra do Mar, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**. Curitiba, v. 21, n. 2, p. 219-227.
- LOPES, O. L. & MASUNARI, S. 2004B. Biologia reprodutiva de *Talitroides topitotum* (Burt) (Crustacea, Amphipoda, Talitridae) na Serra do Mar, Guaratuba, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**. Curitiba, v. 21, n. 4, p. 755-75.
- LOPES, O. L. & MASUNARI, S. 2004C Características morfométricas de *Talitroides topitotum* (Burt) (Crustacea, Amphipoda, Talitridae) na Serra do Mar, Guaratuba, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 21, n. 4, p. 779 – 784.
- MATAVELLI, C.; UEHARA-PRADO, M.; LEITE, F. P. P. & FREITAS, A. V. L. 2007. Biologia populacional de *Talitroides topitotum* (Crustacea: Amphipoda: Talitridae) na reserva de Mata Atlântica, Parque Estadual da Serra do Mar – núcleo Santa Virgínia, estado de São Paulo. **Anais VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, Caxambu/ MG.

- MATAVELLI, C. & UEHARA-PRADO, M. 2014. High abundance of an exotic amphipod indicates disturbance in tropical rainforests. **Revista Ecological Indicators**, v.41, p. 75-78.
- MENDES, E. & ULIAN, G. B. 1987. The influence of size, temperature and oxygen tension upon the respiratory metabolism of the terrestrial amphipod *Talitrus (talitroides) pacificus* Hurley, 1955. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 86, n. 1, p. 155 – 162.
- MORRIT, D. 1987. Evaporative water loss under desiccation stress in semiterrestrial and terrestrial amphipods (Crustacea : Amphipoda : Talitridae). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 111, p. 145 – 147.
- NASCIMENTO, P. S. & SEREJO, C. S. 2016. Taxonomy and distribution of *Talitroides alluaudi* (Chevreux, 1896) and *T. topitotum* (Burt, 1934) (Amphipoda, Talitridae) in Atlantic rain forests of southeastern Brazil. **Nauplius**, v. 24: e2016002.
- ODUM, E. P. 1988. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara.
- RICHARDSON, A. M. M. & MORTON, H. P. 1986. Terrestrial amphipods (Crustacea, Amphipoda, F. Talitridae) and soil respiration. **Soil Biology and Biochemistry**. v. 18, n. 2, p. 197-200.
- RICHARDSON, A. M. M. 1992. Altitudinal distribution of native and alien landhoppers (Amphipoda: Talitridae) in the Ko'olau Range, O'ahu, Hawaiian Islands. **Journal of Natural History**. v. 26, n. 2, p. 339 – 352.
- SEREJO, C. S. 2004. Talitridae (Amphipoda, Gammaridea) from the Brazilian coastline. **Zootaxa**. v. 646, n. 1, 1-29.
- SILVA, F. L. C.; FREITAS, A. V. L.; FERNANDES, M. W. & ALMEIDA, R. L. F. 2015. **Estatística e Probabilidade**. 3^a ed. - Fortaleza: EdUECE.
- TORRES, F. T. P. & MACHADO, P. J. O. 2008. **Introdução à climatologia**. Ubá: Editora Geographica.
- UMAÑA-CASTRO, R.; CAMBRONERO-GRANADOS, J.A.; CARVAJAL-SÁNCHEZ, J.P. & ALFARO-MONTOYA, J. 2018. Molecular Identification and Potential Distribution os Terrestrial Amphipod *Talitroides topitotum* (Crustacea: Amphipoda: Talitridae) in Costa Rica. **Acta Biológica Colombiana**. V. 23, n. 1, p. 104 – 115.
- WILDISH, D. J. 1979. Reproductive consequences of the terrestrial habit in *Orchestia* (Crustacea: Amphipoda). **International Journal of Invertebrate Reproduction**. v. 1, n.1, p. 9 – 20.

**CAPÍTULO II - Distribuição espaço-temporal do anfípode terrestre *Talitroides topitotum*
(Burt, 1934) (Talitridae: Amphipoda: Crustacea)**

Distribuição espaço-temporal do anfípode terrestre *Talitroides topitotum* Burt, 1934 (Talitridae: Amphipoda: Crustacea) no extremo sul do Brasil

Gláucia Brisotto¹, Luciane Ayres-Peres² e Sandro Santos¹

¹ *Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, Av. Roraima nº 1000, Cidade Universitária, Bairro - Camobi. CEP 97105-900, Santa Maria - RS, Brasil.*

² *Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha - Campus São Vicente do Sul, Rua 20 de Setembro, 2616. CEP 97420-000. São Vicente do Sul - Rio Grande do Sul, RS, Brasil.*

Autor Correspondente: G. Brisotto; email: glauciabrisotto@gmail.com

RESUMO

Talitridae é a uma família de Amphipoda com representantes adaptados à vida na terra. Dentre esses representantes está a espécie *Talitroides topitotum* (Burt, 1934), encontrada na serrapilheira de florestas, originária da região indo-pacífica, porém considerada cosmopolita atualmente. Os estudos sobre a ecologia populacional da espécie, inclusive no Brasil, são escassos. Dessa forma, esta investigação busca compreender a distribuição sazonal e espacial de *T. topitotum* em função de parâmetros ambientais de uma população amostrada no extremo sul do Brasil. Para isso, foram coletados espécimes com auxílio de armadilhas de queda, de junho/2020 a maio/2021, na Localidade de São Marcos, Santa Maria/RS. Para os parâmetros ambientais temperatura, umidade do ar e precipitação foram utilizados dados do Instituto Nacional de Meteorologia. As propriedades do solo foram analisadas em laboratório quanto umidade, granulometria e teor de matéria orgânica. Ao total, foram coletados 492 indivíduos (62 fêmeas ovígeras, 188 fêmeas e 242 juvenis). Nenhum macho foi encontrado. As variáveis que apresentaram influência sobre a distribuição dos talitrídeos foram a precipitação e a umidade do solo. A distribuição espacial foi agregada no inverno, primavera e verão e uniforme no outono. Este fato pode ser em função da reestruturação da população. Estudos sobre a biologia básica do grupo, como esse, podem dar suporte para a compreensão de como esta espécie responde frente ao ambiente e qual o seu impacto sobre outras espécies da serrapilheira.

Palavras-chave: ecologia populacional, parâmetros ambientais, sazonalidade, serrapilheira.

INTRODUÇÃO

Dentre os crustáceos que conseguiram se adaptar ao ambiente terrestre estão animais representantes das Ordens Decapoda, Isopoda e Amphipoda (Spicer *et al.*, 1987). No que diz respeito a Amphipoda, os talitrídeos são representantes desta ordem que conseguiram se adaptar

à superfície terrestre (Bento & Buckup, 1999). Bousfield (1982; 1984) estabeleceu a existência de quatro ecomorfotipos dentro da família Talitridae, de acordo com substrato que ocorrem. Dessa forma, a referida classificação compreende os talitrídeos palustres (semiaquáticos, estuarinos ou de água doce); os semiterrestres e terrestres conhecidos como *beachfleas* (encontrados ao longo da costa tropical) que não modificam o substrato; os semiterrestres e fossoriais classificados como *sandhoppers* (encontrados no supralitoral) e os *landhoppers* que são os talitrídeos verdadeiramente terrestres (encontrados na serrapilheira de florestas).

Segundo Hurley (1968), talitrídeos terrestres são encontrados em ambientes úmidos, já que são suscetíveis à dessecação. Alvarez *et al.* (2000) mencionam que estes animais ocorrem em solos com taxa de umidade superior a 30%. Outras condições que favorecem seu estabelecimento estão relacionadas às características do solo, como, porosidade e alto conteúdo de matéria orgânica e a fatores ligados ao clima, como umidade relativa do ar, temperatura (entre 13°C e 30°C) (Ulian & Mendes, 1987; 1988), pluviosidade (ao menos 100 mm por mês) (Lopes & Masunari, 2004a). Além do mais, a serrapilheira desempenha um papel importante na dinâmica da fauna do solo, uma vez que ela promove proteção contra as variações microclimáticas, compactação e erosão do solo (Sayer, 2005).

Dentre os *landhoppers* está a espécie *Talitroides topitotum* (Burt, 1934), um táxon considerado cosmopolita (Lopes & Masunari, 2004b) que apresenta importante papel ecológico na serrapilheira pelo seu hábito detritívoro (Friend & Richardson, 1986; Nascimento & Serejo, 2016). Logo, estão intimamente ligados com a decomposição de matéria orgânica e a ciclagem de nutrientes do solo. São animais que apresentam hábito noturno, a fim de evitar a predação por aves e porque as condições de umidade são mais favoráveis à noite (Friend & Richardson, 1986; Rosa *et al.*, 2007).

Estudos conduzidos por Matavelli *et al.* (2007) e Matavelli & Uehara-Prado (2014), no Parque Estadual da Serra do Mar, estado de São Paulo, indicaram que este grupo tem potencial

como bioindicador de perturbação antrópica. Os estudos em questão levaram em consideração áreas com históricos de perturbação e áreas não perturbadas, sendo que nas áreas de perturbação antrópica se obteve um número maior de talitrídeos (Matavelli *et al.*, 2007; Matavelli & Uhera-Prado, 2014). De acordo com Lopes & Masunari (2004a) um determinado grau de antropização favorece o desenvolvimento de populações de *T. topitotum*, entretanto, demasiada perturbação antrópica na vegetação pode prejudicar grandes populações.

Neste estudo, visamos aprofundar os conhecimentos sobre a distribuição espaço-temporal de uma população de *Talitroides topitotum* no extremo sul do Brasil. A presença e ausência dos animais, em diferentes estações do ano, foi correlacionada com parâmetros ambientais como precipitação, temperatura, umidade e teor de matéria orgânica do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

As amostragens ocorreram entre junho de 2020 e maio de 2021 na localidade de São Marcos (29°40'55''S; 53°41'32''W), na cidade de Santa Maria, região central do Rio Grande do Sul, Brasil (Figura 1).



Figura 1 – Mapa demonstrando a área de amostragem na localidade de São Marcos, Santa Maria/RS, durante o período de junho de 2020 a maio de 2021.

A área de amostragem é um fragmento de Floresta Estacional Decidual (IBGE, 2019) que está inserida no Bioma Mata Atlântica. Além disso, o clima da região apresenta estações do ano bem definidas com verões quentes, ou seja, subtropical úmido (tipo Cfa) (Torres & Machado, 2008; Kuinchtner & Buriol, 2011). De acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2021) a pluviosidade durante o período de amostragens foi de 1339,7 mm. Já o mês mais frio foi julho/2020 (9°C) e o mais quente foi janeiro/2021 (30,5°C).

Amostragens – Dados Bióticos

Para a coleta dos espécimes, foram utilizadas armadilhas de queda (*pitfall*) com capacidade de 500 ml. Cada armadilha continha uma solução de 80 ml de álcool etílico 92% e etilenoglicol, na proporção 70:30. As mesmas foram instaladas a um metro de distância entre si e, para protegê-las da chuva, receberam uma cobertura plástica, sustentada por arame, que ficava a cerca de 10cm acima do solo. Os *pitfalls* foram dispostos em dois transectos contendo 10 armadilhas cada. O transecto 1 ficou alinhado paralelamente à um corpo de água (sanga com

cerca de 40cm de largura e 2 cm de profundidade), enquanto o transecto 2 ficou em sentido perpendicular ao curso d'água, a uma distância de aproximadamente 10 metros do primeiro transecto. Em cada mês de estudo as armadilhas ficaram expostas durante 48 horas. Após isso, o material foi armazenado em álcool etílico 70%, etiquetado e levado ao Laboratório de Carcinologia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), para triagens e análises posteriores.

A determinação da espécie foi realizada a partir de estudos de Nascimento & Serejo (2016). No que se refere a sexagem, para fêmeas foi considerada a presença de oostegitos e para machos o tamanho avantajado do segundo par de gnatópodo em função do primeiro (Bento & Buckup, 1999; Lopes & Masunari, 2004b). Juvenis foram os animais que não apresentaram as características citadas anteriormente. Fêmeas que continham ovos no marsúpio foram consideradas fêmeas ovígeras.

Amostragens – Dados abióticos

Os dados ambientais foram verificados mensalmente durante o mesmo período de amostragem dos talitrídeos. Os parâmetros ambientais coletados foram: temperatura (°C), umidade do ar (%), precipitação (mm), umidade e teor de matéria orgânica do solo (%) e granulometria do solo.

Os dados de precipitação, temperatura e umidade do ar foram coletados a partir do INMET – Estação 83936, Santa Maria/RS. Considerando que Lopes & Masunari (2004a) apontam para uma relação estreita entre precipitação e abundância de *Talitroides topitotum*, os dados de precipitação foram registrados durante a exposição dos *pitfalls* no campo e durante seis dias (três dias antes da coleta + três dias de exposição).

No que diz respeito à umidade do solo, amostras do solo foram coletadas mensalmente em ambos os transectos. No laboratório elas foram pesadas e secas, em estufa a 40 °C (três

alíquotas de 30 gramas de solo de cada transecto). A porcentagem de água (umidade), foi estimada pela diferença entre o peso úmido e o peso seco de cada amostra. Para o teor de matéria orgânica, após a secagem em estufa, foram pesadas duas alíquotas contendo 8g cada, por transecto e por mês, e foram colocadas em cadinhos de porcelana e submetidas à mufla a 500 °C, por um período de 3 horas. A porcentagem de matéria orgânica foi calculada a partir da diferença no peso após as amostras serem retiradas da mufla (peso das cinzas livres), conforme Negreiros-Fransozo *et al.* (1991). Para ambas as análises, foi utilizada a média dos valores dos transectos de coleta.

Para a granulometria, foram pesadas duplicatas de 30g de amostra de cada transecto de coleta, durante as amostragens realizadas em agosto, novembro e fevereiro. Em seguida, foi utilizada a técnica de granulometria por peneiramento (Suguio, 1937), em que as duplicatas foram passadas por peneiras de 4.00, 2.00, 1.00, 500, 250 e 125 mm e os sedimentos que ficaram retidos em cada peneira foram pesados. Após, a quantidade de sedimento em cada peneira foi calculada sob o total pesado. A fim de comparar se houve diferença na granulometria entre os meses mencionados, foi realizado o teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). Como não houve diferença significativa entre os meses, foram utilizados os dados do mês de novembro na correlação entre presença de talitrídeos e as frações granulométricas.

Os dados abióticos e mencionados acima foram organizados de modo correspondente à estação do ano em que foram coletados, sendo calculados a partir das médias mensais. Isto é, inverno (junho, julho, agosto), primavera (setembro, outubro, novembro), verão (dezembro, janeiro, fevereiro) e outono (março, abril e maio). Já para os dados bióticos, utilizou-se a soma de todos os indivíduos amostrados na estação e foram divididos por três (valor médio da estação).

Análises estatísticas

Para analisar a relação entre a distribuição de *T. topitotum* com as variáveis abióticas, foi testada a normalidade da amostra através do teste Shapiro-Wilk e posteriormente foi realizada uma Análise de Componentes Principais (PCA), com as médias das estações dos dados abióticos e bióticos. E, para testar se houve diferença significativa na sazonalidade e abundância, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis, enquanto para comparar se houve diferença entre os parâmetros ambientais ao longo das estações foi realizada uma Análise de Variância (ANOVA). Para estas duas análises, foram utilizados os valores absolutos amostrados nos meses de cada estação. Além disso, para testar a relação entre as variáveis abióticas, foi realizado o teste de Correlação de Pearson.

A distribuição espacial foi calculada a partir do quociente (q) entre média aritmética (m) e variância (V), dos indivíduos amostrados ao longo das quatro estações de coleta (Odum, 1988). Dessa forma, se $q > 1$ significa distribuição agregada, se for $q < 1$ é distribuição uniforme e se $q = 1$ é aleatória.

Os testes foram realizados no programa R (R Core Team, 2021), com nível de significância de 0,05 (Ayres *et al.*, 2007)

RESULTADOS

No total, capturamos 492 indivíduos nos *pitfalls*, dentre os quais 62 fêmeas ovígeras, 188 fêmeas não-ovígeras e 242 juvenis. Não encontramos nenhum macho. A Figura 2 é um compilado do resultado das amostragens no decorrer do período de coleta.

Distribuição sazonal de *Talitroides topitotum*

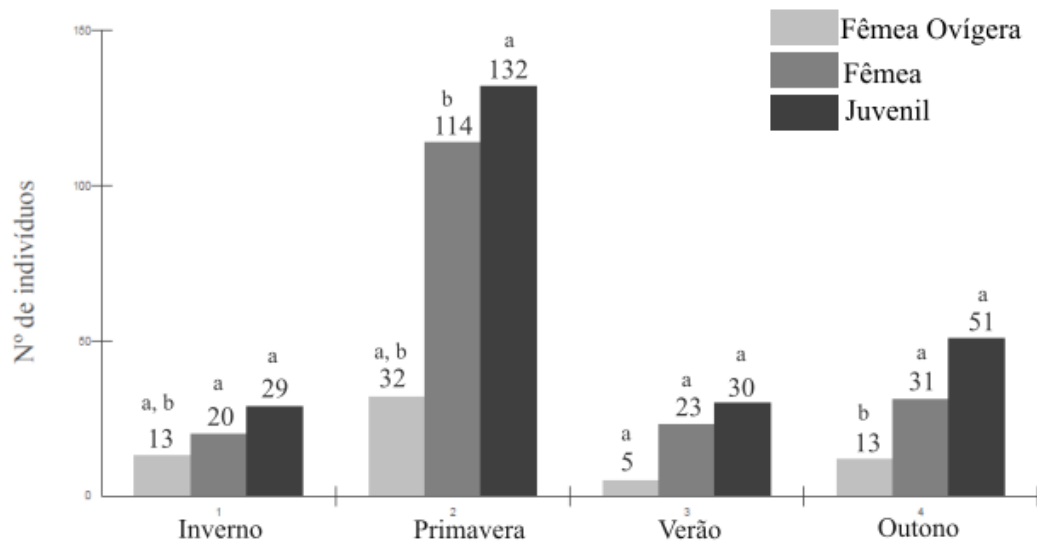


Figura 2 – Número de indivíduos da espécie *Talitroides topitotum* amostrados em Santa Maria/RS, no período de junho de 2020 a maio de 2021, de acordo com a categoria demográfica e a estação do ano. As barras que apresentam a mesma letra (na mesma categoria demográfica) indicam que não houve variação significativa em relação à abundância em relação às estações ($p < 0,05$).

Como indicador de reprodução contínua, há presença de fêmeas ovígeras em todas as estações, com o inverno apresentando o maior número de fêmeas ovígeras (20,8%) em relação ao total de indivíduos da referida estação, seguido do outono (12,8%), primavera (11,5%) e verão (8,8%), porém houve diferença significativa apenas entre o verão e outono (Fig. 2). Quanto aos juvenis, a estação que apresentou o maior número de indivíduos, em relação ao total, foi o outono (54,3%), seguido do verão (51,8%), da primavera (47,5%) e do inverno (46,9%). Não há diferenças significativas nestas proporções entre as quatro estações do ano.

Quanto aos fatores ambientais, a temperatura do ar, a umidade do solo e a precipitação - durante o período de exposição e de seis dias - apresentaram diferença significativa ao longo das estações. Entretanto, a umidade do ar e o teor de matéria orgânica não foram

significativamente diferentes no decorrer das estações. Na tabela 1 são apresentadas as médias de cada parâmetro ambiental analisado durante o período de amostragem.

Tabela 1 - Dados ambientais amostrados na localidade de São Marcos, Santa Maria/RS durante o período de amostragens (junho de 2020 a maio de 2021). Os valores que contém a mesma letra, por variável ambiental, indicam que não há diferença significativa entre as estações ($p>0,05$). Temp. = Temperatura; UA= umidade do ar; US= umidade do solo; TMO= teor de matéria orgânica; P.exp= precipitação exposição; e P6= precipitação seis dias (três dias antes da coleta + três dias da exposição).

Estação	Temp. (°C)	P.exp (mm)	P6(mm)	US (%)	UA (%)	TMO (%)
Inverno	17,2 ^a	59,8 ^{ab}	59,8 ^{ab}	22,6 ^a	76,2 ^a	9,52 ^a
Primavera	20,71 ^{ab}	79,5 ^a	142,3 ^a	26,8 ^a	76,5 ^a	10,1 ^a
Verão	24,74 ^c	2,9 ^b	30,6 ^b	11,9 ^b	71,4 ^a	10,5 ^a
Outono	19,73 ^a	39,7 ^{ab}	86,2 ^{ab}	19,6 ^{ab}	84 ^a	10,9 ^a

Quanto ao gradiente de temperaturas (mínimas e máximas) registradas em cada estação, o mesmo foi de 9°C a 20,4°C no inverno, 12,3°C a 28,5°C na primavera, 18,1°C a 30,5°C no verão e 9,3°C a 28,6°C no outono.

O perfil granulométrico do solo mostrou que ele é composto por 67,6% de areia (18,4% areia muito fina; 23,3% areia fina; 16,5% areia grossa; 9,4% areia muito grossa), 30% de silte e argila, 1,7% de grânulo e 0,7% de seixo. Portanto, a textura do solo se aproxima de arenosa,

conforme descrito por Coelho *et al.* (2013), em que um solo com pelo menos 70% de areia em sua composição, pode ser considerado como tal.

Quanto à PCA, a Tabela 2 apresenta os índices de porcentagem de explicação de cada eixo principal, ou seja, a distribuição sazonal dos talitrideos amostrados. Podemos observar que os eixos são extraídos em ordem de maior importância em relação à sua colaboração à variação total nos dados. Dessa forma, o eixo 1 foi o que explicou a maior parte da variação dos dados (60,9%), seguido do eixo 2 que explicou 24,9%. Além disso, as variáveis cujos vetores estão mais próximos do eixo principal (eixo 1) são as mais importantes para explicar o mesmo. Estes eixos, em conjunto, explicam mais de 85% da variação dos dados (Tab. 3).

Tabela 2 - Resultados da PCA, incluindo a porcentagem de explicabilidade de cada eixo quanto às variáveis abióticas: temperatura, umidade do ar, umidade do solo, teor de matéria orgânica e precipitação da exposição e de seis dias. amostradas entre o período de junho de 2020 e maio de 2021. Variância ac. = variância acumulada.

Eixo	Autovalor	Variância (%)	Variância ac.(%)
1	3,651309	60,9	60,9
2	1,497979	24,9	85,8
3	0,8507122	14,8	100,00

Já a figura 3 é uma representação gráfica do resultado da PCA, com as estações e as variáveis utilizadas na análise.

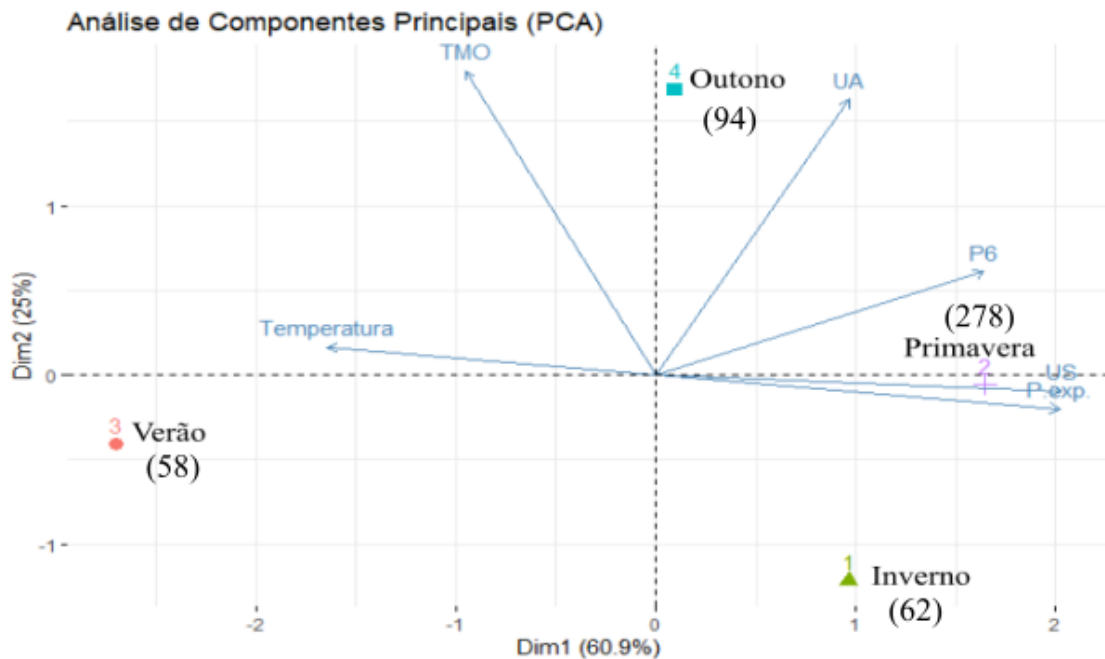


Figura 3 - Organização das variáveis abióticas no morfoespaço dos eixos que explicam, ao menos, 80% da variação de *Talitroides topitotum* amostrados entre junho de 2020 e maio de 2021, na localidade de São Marcos, Santa Maria/RS. UA= umidade do ar; US= umidade do solo; TMO= teor de matéria orgânica; P.exp= precipitação exposição; e P6= precipitação seis dias (três dias antes da coleta + três dias da exposição). Os valores entre parênteses se referem a abundância de *T. topitotum* amostrada na referente estação.

A partir da PCA é possível observarmos que os principais parâmetros que explicam a variação nos dados são a temperatura, a umidade do solo e as precipitações. Na primavera a abundância de *T. topitotum* está relacionada positivamente com a umidade do solo e ambas medidas de precipitação, enquanto no verão o aumento da temperatura faz com haja diminuição da abundância deste talitrídeo. Já no outono observamos que a abundância está relacionada com a umidade do ar. No que diz respeito ao inverno, podemos observar que há uma diminuição do teor de matéria orgânica, entretanto a umidade do solo e a precipitação seguem em alta para esta estação, pois só não são maiores que na primavera.

Em relação à correlação de variáveis ambientais, observamos que a temperatura influencia negativamente na umidade do ar e do solo ($r = 0,6$ e $r = 0,7$, respectivamente), isto é, quando a temperatura aumenta, a umidade presente no solo e no ar diminuem. Além disso, ambas precipitações mostraram correlação positiva com a umidade do solo ($r > 0,7$). A tabela 4 é uma demonstração dos coeficientes de correlação entre as variáveis ambientais utilizadas neste estudo.

Tabela 3 - Resultados da correlação de Pearson entre as variáveis ambientais amostradas na localidade de São Marcos, Santa Maria/RS no período de junho de 2021 à maio de 2021. Coeficiente de correlação significativo $>0,7$. Valores com * indicam valor de $p < 0,05$. Temp. = Temperatura; UA= umidade do ar; US= umidade do solo; P.exp= precipitação durante a exposição; P6= precipitação de 6 dias; TMO = teor de matéria orgânica.

	Temp.	UA	US	P.exp	P6	TMO
Temp.	1	-0,6*	-0,7*	-0,5	-0,3	0,1
UA	-0,6*	1	0,4	0,4	0,6*	-0,4
US	-0,7*	0,4	1	0,8*	0,7*	-0,1
P.exp	-0,5	0,4	0,8*	1	0,8*	-0,3
P6	-0,3	0,6*	0,7*	0,8*	1	-0,5
TMO	0,1	-0,4	-0,1	-0,3	-0,5	1

A respeito da distribuição espacial dos talitrídeos, a mesma se mostrou agregada no inverno ($q = 3,36$), primavera ($q = 21,7$) e verão ($q = 3,81$). No outono a distribuição foi uniforme ($q = 0,75$).

DISCUSSÃO

Podemos explicar a variação na abundância de *Talitroides topitotum*, durante as estações do ano, em função das variáveis ambientais, revelando maior influência positiva da umidade do solo e precipitação, à medida que, de maneira negativa, a temperatura influencia na distribuição sazonal. Além disso, é necessário que levemos em consideração gradientes ótimos para o desenvolvimento deste animal no ambiente e, dessa forma, Ulian & Mendes (1987) colocam que em um gradiente térmico de 13°C a 30°C, as temperaturas entre 20°C e 26°C são as preferidas deste anfípode terrestre. No presente estudo estas temperaturas foram observadas na primavera e no outono. Podemos observar que as estações que menos se encaixam neste gradiente são o inverno e o verão e, nesta última, foi a estação em que menos amostramos indivíduos. Esse fato pode ser corroborado pela tendência que este crustáceo tem de evitar regiões mais quentes do que regiões mais frias (Ulian & Mendes, 1987). Lam e Ma (1989) encontraram um máximo destes animais no verão enquanto o mínimo foi registrado no inverno. Quanto à resultados semelhantes aos nossos, Lopes e Masunari (2004a), registraram ocorrência menor no inverno e no verão (Fig. 2), o que faz com que essa menor abundância nas estações citadas esteja relacionada com questões ligadas à biologia da espécie de populações que ocorrem no Brasil e não somente à esta população específica. A baixa amostragem de *T. topitotum* no verão (Fig. 2) pode estar relacionada com a capacidade da espécie migrar verticalmente, isto é, quando as condições não são favoráveis estes animais penetram no solo em busca de condições ambientais mais convenientes (Ulian & Mendes, 1988).

O fato de as variáveis abióticas exercerem influência umas sobre as outras (*i.g.* temperatura e umidade do solo, precipitação e umidade do solo), faz com que apenas uma variável não seja suficiente para explicar o padrão de distribuição sazonal, pois há correlação entre as mesmas. Entretanto, é possível prevermos as condições ambientais que favorecem a abundância dos indivíduos durante as amostragens. Nesse caso, a precipitação, tanto da

exposição como do período de seis dias (correlacionada positivamente com umidade do ar e do solo), parece influenciar na quantidade de talitrídeos amostrados.

O pico populacional foi observado na primavera, estação na faixa “ideal” dos gradientes de temperatura citados anteriormente, além de ser a estação que apresentou a maior umidade do solo e precipitação (Tab. 1). O fato da estação que a precede (inverno) apresentar umidade do solo, temperatura e umidade do ar adequadas para o desenvolvimento da população pode explicar o porquê a estação que apresenta este pico populacional é a primavera e não o outono, que também está na faixa ideal. Isto está relacionado ao fato da estação anterior ao outono, ou seja, o verão, apresentar índices de umidade do ar e do solo e precipitação abaixo das demais, o que influencia diretamente na abundância dos talitrídeos (Ulian & Mendes, 1987).

A caracterização do solo como arenoso indica uma alta porosidade, que contribui para a manutenção de ar e água nas camadas mais profundas do sedimento (Coelho *et al.*, 2013). Ulian & Mendes (1987) mencionam que a porosidade do solo facilita a penetração destes animais no substrato, bem como promove melhores condições de oxigênio e umidade no solo para estes crustáceos.

A presença de fêmeas ovígeras durante todas as estações do ano aponta para uma reprodução contínua, que pode ser explicada pela tolerância térmica da espécie no que diz respeito às suas atividades reprodutivas (Lopes & Masunari, 2004b). A ausência de machos nesta espécie também foi evidenciada em outros estudos realizados no Brasil (Lopes & Masunari, 2004b; Matavelli *et al.*, 2007), e as hipóteses que explicam esse fenômeno parecem estar relacionadas a questões de interações biológicas, como a infecção de bactéria que causa feminização em artrópodes (Charlat *et al.*, 2003) ou desenvolvimento de um modo de reprodução assexuada, tal como a partenogênese. Entretanto, é necessário que pesquisas sejam conduzidas para averiguar se estas hipóteses explicam, ou não, a ausência de machos nas populações de *T. topitotum*.

No que se refere ao recrutamento, o mesmo foi evidenciado na primavera, juntamente com o pico populacional. Alvarez *et al.* (2000), no México, e Matavelli *et al.* (2007), em São Paulo/Brasil, registraram o recrutamento no outono seguido do verão. No México o período de recrutamento no outono foi precedido por um pico de fêmeas ovígeras antes do verão, enquanto em São Paulo o pico de fêmeas ovígeras ocorreu no especificamente no verão. Neste estudo, a maior porcentagem de fêmeas ovígeras ocorreu no inverno, o que pode explicar o pico populacional da primavera juntamente com o recrutamento desta população.

Quanto à distribuição espacial, a estabilidade da distribuição agregada ao longo do inverno, primavera e verão indicam que há a tendência de os indivíduos se agruparem nas partes mais favoráveis do ambiente e que não há competição por recursos entre indivíduos da população (Hay *et al.*, 2000). Já a distribuição uniforme encontrada no outono indica competição entre os indivíduos (Odum, 1988), que pode ser explicada em função de uma reestruturação da população.

Para concluir, podemos afirmar que a distribuição sazonal de *Talitroides topitotum* é explicada por um conjunto de parâmetros ambientais que são correlacionados entre si ao longo das estações. Além disso, alguns aspectos da distribuição, juntamente com questões reprodutivas da espécie são mencionados em outros estudos com o mesmo grupo. Isso faz com que possamos compreender a padronização da distribuição deste anfípode no ambiente e, futuramente, avaliar seu impacto sobre a mesofauna.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Universidade Federal de Santa Maria pelo suporte e estrutura para a realização da pesquisa. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa concedida a GB. Ao CNPq pela bolsa de produtividade a SS (proc. n° 311690/2018-1).

REFERÊNCIAS

- Alvarez, F., Winfield, I. & Cházaro, S. 2000. Population study of the land hopper *Talitroides topitotum* (Crustacea: Amphipoda: Talitridae) in central Mexico. *Journal of Natural History*, **34**, pp. 1619 – 1624.
- Ayres, M., Ayres Júnior, M., Ayres, D.L. & Santos, A.A. 2007. *BIOESTAT– Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas*. Ong Mamiraua. Belém, PA.
- Bento, F.M.; Buckup, L. 1999. Subordem GAMMARIDEA. In: Buckup, L.; Bond-Buckup, G. *Os crustáceos do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS.
- Bousfield, E.L. 1982. The amphipod Superfamily Talitroidea in the Northeastern Pacific region. I. Family Talitridae: systematics and distributional ecology. *National Museum of Natural Science. Publications in Biological Oceanography*, Ottawa, **11**, pp. 1-73, 1982.
- Bousfield, E.L. 1984. Recent advances in the systematics and biogeography of landhoopers (Amphipoda: Talitridae) of the Indo-Pacific region. In: F.J. Radovsky, P.H. Raven, and S.H. Sohmer (eds.). *Biogeography of the tropical Pacific*. Bishop Museum Special Publication, **72**, pp. 171–210.
- Burt, D.R.R. 1934. On the amphipod genus *Talitrus*, with a description of a new species from Ceylon, *Talitrus (Talitropsis) topitotum*, sub-gen. et sp. nov. *Ceylon Journal Science*, Peradeniya, **18**, pp. 181-193.
- Charlat, S., Hurst, G. D.D., Merçot, H. 2003. Evolutionary consequences of *Wolbachia* infections. *TRENDS in Genetics*, **19**, pp. 217 – 223 [doi:10.1016/S0168-9525(03)00024-6].

- Coelho, M.R., Fidalgo, E.C., Santos, H.G., Brefin, M.L.M.S. & Pérez, D.V. 2013. Solos: tipos, suas funções, como se formam e sua relação com o crescimento de plantas. In: MOREIRA, F.M.S., Cares, J.E., Zanetti, R. & Stürmer, S.L. *O ecossistema do solo: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal*. Lavras: Ed. UFLA.
- Cowling, J.E., Spicer, J.I., Weeks, J.M. & Gaston, K.J. 2003. Environmental tolerances of an invasive terrestrial amphipod *Arcitalitrus dorrieni* (Hunt) in Britain. *Comparative Biochemistry and Physiology (A)*, **136**, pp. 735 – 747 [doi:10.1016/S1095-6433(03)00242-3].
- Friend, J.A. & Richardson, A.A. 1986. Biology of Terrestrial Amphipods. *Annual Review of Entomology*, **31**, pp. 25 – 48 [10.1146/annurev.en.31.010186.000325].
- Hay, J.D., Bizerril, M.X., Calouro, A.M., Costa, E.M.N., Ferreira, A.A., Gastal, M.L.A, Goes, C.D., ... & Walter, B.M.T. 2000. Comparação do padrão da distribuição espacial em escalas diferentes de espécies nativas do cerrado, em Brasília, DF. *Revista Brasileira de Botânica*, **23**, pp.341 – 347 [doi:10.1590/s0100-84042000000300008].
- Hurley, D.E. 1968. Transition from Water to Land in Amphipod Crustaceans. *American Zoologist*, **8**, pp. 327-353 [doi:10.1093/icb/8.3.327].
- Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística - IBGE. 2019. Biomas e sistema costeiro-marinho do Brasil. *Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais* - Rio de Janeiro: IBGE, 2019.
- Instituto Nacional De Meteorologia - INMET. Brasília. *Mapa das estações (Santa Maria/RS - 83936)*. 2021. Disponível em <<https://mapas.inmet.gov.br/>>.

- Lopes, O.L. & Masunari, S. Distribuição e abundância de *Talitroides topitotum* (Burt) (Crustacea, Amphipoda, Talitridae) na área entorno da Usina Hidroelétrica de Guaricana, Serra do Mar, Paraná, Brasil. 2004a. *Revista Brasileira de Zoologia*. Curitiba, **21**, pp. 219-227.
- Lopes, O.L. & Masunari, S. 2004b. Biologia reprodutiva de *Talitroides topitotum* (Burt) (Crustacea, Amphipoda, Talitridae) na Serra do Mar, Guaratuba, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. Curitiba, **24**, pp. 755-759.
- Lopes, O.L. & Masunari, S. 2004c. Características morfométricas de *Talitroides topitotum* (Burt) (Crustacea, Amphipoda, Talitridae) na Serra do Mar, Guaratuba, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, **21**, pp. 779 – 784.
- Matavelli, C., Uehara-Prado, M., Leite, F.P.P. & Freitas, A.V.L *et al.* 2007. Biologia populacional de *Talitroides topitotum* (Crustacea: Amphipoda: Talitridae) na reserva de Mata Atlântica, Parque Estadual da Serra do Mar – núcleo Santa Virgínia, estado de São Paulo. *Anais VIII Congresso de Ecologia do Brasil*, Caxambu/ MG.
- Matavelli, C. 2009. *Ecologia populacional de Talitroides topitotum (CRUSTACEA; AMPHIPODA) em uma reserva de Floresta Atlântica*. 45p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas – Zoologia). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu.
- Matavelli, C. & Uehara-Prado, M. 2014. High abundance of anexotic amphipod indicates disturbance in tropical rainforests. *Revista Ecological Indicators*, **41**, pp. 75-78, [<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.01.033>].
- Nascimento, P.S.; Serejo, C.S. 2016. Taxonomy and distribution of *Talitroides alluaudi* (Chevreux, 1896) and *T. topitotum* (Burt, 1934) (Amphipoda, Talitridae) in Atlantic

rain forests of southeastern Brazil. *Nauplius*, **24**, pp. 1 – 17

[<http://dx.doi.org/10.1590/2358-2936e2016002>].

Negreiros- Fransozo, M.L., Fransozo, A. Pinheiro, M.A.A., Mantelatto, L.M. & Santos, S.

1991. Caracterização física e química da Enseada de Fortaleza, Ubatuba, SP. *Revista Brasileira de Geociências*, **21**, pp.114 – 120.

Odum, E.P. 1988. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Editora Guanabara.

R Core Team. 2021. R: A language and environment for statistical computing. *R Foundation for Statistical Computing*, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

Richardson, A.M.M. 1992. Altitudinal distribution of native and alien landhoppers

(Amphipoda: Talitridae) in the Ko’olau Range, O’ahu, Hawaiian Islands. *Journal of Natural History*, **26**, pp. 339 – 352.

Rosa, L.C., Aluizio, R. & Borzone, C.A. 2007. Talitridae (Amphipoda, Crustacea) nas praias

estuarinas da baía de Paranaguá, sul do Brasil: distribuição espacial e abundância. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology- BJUST*, **11**, pp. 37- 41.

Sayer, E. J., 2005. Using experimental manipulation to assess the roles of leaf litter in the functioning of forest ecosystems. *Biological Review*, **80**, pp. 1 - 31.

Spicer, J.I. 1987. The Physiological Ecology of Land Invasion by the Talitridae (Crustacea:

Amphipoda). *Proceedings of the Royal Society of London*, **232**, pp. 95-124.

Suguio, K. 1937. *Introdução à sedimentologia*. São Paulo: Edgar Blücher.

Ulian, G.B. & Mendes, E.G. 1987. Preferences of a terrestrial amphipod, *Talitrus*

(*Talitroides*) *pacificus*, Hurley, 1955, towards some environmental factors. *Revista Brasileira de Biologia*. Rio de Janeiro, **47**, pp. 247 - 256.

Ulian, G.B. & Mendes, E.G. 1988. Tolerances of a land amphipod *Talitrus (Talitroides) pacificus* Hurley, 1955, towards temperature and humidity variations and immersion in water. *Revista Brasileira de Biologia*, **48**, pp. 179 - 187.

CONCLUSÃO GERAL

A partir do que foi desenvolvido neste estudo, ampliamos o conhecimento acerca da ecologia populacional de *Talitroides topitotum* na Região Sul do Brasil, bem como avaliamos a relação entre gradiente latitudinal e o tamanho corpóreo deste anfípodo, o que até o momento não havia sido testado. Ainda, verificamos que os fatores ambientais que mais favorecem esta população é a umidade do solo e a precipitação. Dessa forma, nossos achados nos dão um panorama da resposta desta espécie frente ao ambiente e nos possibilita compreender quais fatores se sobressaem na distribuição deste talitrídeo nos lugares até agora estudados.

Além disso, futuras pesquisas serão conduzidas com base nos resultados deste trabalho, visando esclarecer padrões populacionais encontrados, tal como a ausência de machos. Ademais, o potencial de invasão deste anfípode bem como a sua relação com outras espécies da serrapilheira não está evidente até o momento. Desse modo, há muito a compreender sobre este pequeno crustáceo terrestre.