

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS

CIÊNCIAS DA SAÚDE

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA

Diversidade e Manejo da Vida Silvestre

MESTRADO

REGIANE WÜSTH

**INFLUÊNCIA DO HIDROPERÍODO NO BANCO DE PROPÁGULOS  
DORMENTES DE INVERTEBRADOS AQUÁTICOS EM ÁREAS ÚMIDAS DE  
ALTITUDE NO SUL DO BRASIL.**

SÃO LEOPOLDO  
2014

REGIANE WÜSTH

**INFLUÊNCIA DO HIDROPERÍODO NO BANCO DE PROPÁGULOS  
DORMENTES DE INVERTEBRADOS AQUÁTICOS EM ÁREAS ÚMIDAS DE  
ALTITUDE NO SUL DO BRASIL.**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestra, pelo Programa de Pós-Graduação em Biologia da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS.

Área de concentração: Diversidade e Manejo de Vida Silvestre

Orientadora: Profa. Dra. Cristina Stenert

SÃO LEOPOLDO  
2014

Ficha catalográfica

W973i Wüsth, Regiane

Influência do hidroperíodo no banco de propágulos dormentes de invertebrados aquáticos em áreas úmidas de altitude no Sul do Brasil / por Regiane Wüsth. – 2014.

49 f. : il., 30 cm.

Dissertação (mestrado) — Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Biologia, 2014.

Orientação: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cristina Stenert.

1. Intermitência. 2. Hidroperíodo. 3. Dormência.  
4. Invertebrados. 5. Altitude. I. Título.

CDU 592

Catálogo na Fonte:


Biblioteca Vanessa Borges Nunes - CRB 10/1556

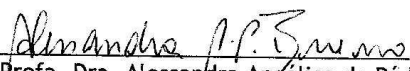
---

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA**  
**Área de Concentração: Diversidade e Manejo de Vida Silvestre**

A dissertação intitulada 'Influência do hidroperíodo no banco de propágulos dormentes de invertebrados aquáticos em áreas úmidas de altitude no sul do Brasil', elaborada por Regiane Wüsth, foi julgada adequada e aprovada por todos os membros da Banca Examinadora, para obtenção do título de MESTRE EM BIOLOGIA, com área de concentração: Diversidade e Manejo de Vida Silvestre.

Membros da Banca Examinadora da Dissertação:

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Cristina Stenert, orientadora - Universidade do Vale do Rio dos Sinos.

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Alessandra Angélica de Pádua Bueno - Universidade Federal de Lavras.

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Leonardo Maltchik Garcia - Universidade do Vale do Rio dos Sinos.

*Dedico esse trabalho a minha vida, pois,  
ela me proporcionou esse momento de  
grandes descobertas sobre eu mesma.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a minha família pelo incentivo de seguir em frente apesar de todas as dificuldades e principalmente ao meu esposo Tiago que foi a pessoa responsável por esta formação tanto no apoio ao meu crescimento profissional quanto ao financeiro.

A minha orientadora Dra. Cristina Stenert, por ter me oferecido um projeto inovador com os propágulos dormentes, algo encantador e ao mesmo tempo desafiador; por ter acreditado em mim e pela orientação durante a trajetória da pesquisa e principalmente na dissertação final onde a corrida contra o tempo foi um desafio. Agradeço também pelo carinho e preocupação que tens para com seus orientandos no sentido humano e ao Prof. Dr. Leonardo Malchik pela ajuda em campo e por fornecer os dados monitorados na região de estudo, e claro pelo carinho de ambos.

Aos colegas do LECEA: Mateus Marques que foi meu colega nas disciplinas e me ajudou muito “nas estatísticas”, e pela amizade que hoje temos e aos colegas, Thaíse, Renata, Débora, Robson, pelas conversas, descontrações, e companhia nos congressos e seminários. A Raquel e Fernanda, que chegaram a pouco tempo mas estamos ligadas pelos microcrustáceos. E aqueles que se foram Marina, Bruna e Leo. E claro a Beta que não posso esquecer na parceria da disciplina de campo. Adoro todos vocês. Adorei conhece-los.

Ao Francisco Diogo Rocha Sousa pela grande ajuda na identificação de cladóceras que sem o seu auxílio não seria possível a conclusão deste estudo, obrigada. Ao Arthur Ávila, pela ajuda com o experimento e coletas.

Aos professores maravilhosos das disciplinas que foram fundamentais para a compreensão de Ecologia que tenho hoje, obrigada vocês são ótimos. A coordenação do curso que sempre que precisei estava à disposição e as secretárias do PPG da Biologia por sempre atenderem com muita gentileza as minhas necessidades.

Enfim, a UNISINOS, por mais esta formação, pela competência de toda a sua equipe discente do PPG da Biologia que fizeram um ótimo trabalho para que eu tenha me sentido em casa tanto na Pós quanto na Graduação. E claro a direção da E.E.E.M. Cristo Rei onde trabalho pela compreensão quando necessitei me ausentar da docência para me dedicar ao Mestrado.

## SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	8
1. REFERENCIAL TEÓRICO.....	9
1.1 Definição e importância das áreas úmidas temporárias .....	9
1.2 Áreas úmidas intermitentes .....	10
1.3 Invertebrados aquáticos em áreas úmidas intermitentes .....	11
1.4 Propágulos dormentes .....	13
1.5 Hidroperíodo e seus efeitos sobre as comunidades dormentes de invertebrados aquáticos .....	15
1.6 Dormência de invertebrados sob uma perspectiva de variação climática.....	16
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	18
INFLUÊNCIA DO HIDROPERÍODO NO BANCO DE PROPÁGULOS DORMENTES DE INVERTEBRADOS AQUÁTICOS EM ÁREAS ÚMIDAS DE ALTITUDE NO SUL DO BRASIL.....	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	38

## APRESENTAÇÃO

A presente dissertação está estruturada de forma a facilitar a publicação dos resultados obtidos neste estudo. Inicialmente, é apresentado o referencial teórico incorporando os principais assuntos deste estudo, bem como definindo diversos aspectos importantes sobre os temas que serão abordados. Em seguida são apresentadas informações sobre a ecologia de áreas úmidas temporárias e intermitentes, abordando características do seu hidroperíodo, bem como suas comunidades de invertebrados aquáticos.

Em seguida, é abordada a biologia dos invertebrados aquáticos que possuem a capacidade de manter-se em áreas úmidas intermitentes através da dormência e produção de ovos de resistência. Deste modo, o texto visa aspectos conceituais e ecológicos relevantes destes ecossistemas aquáticos. Finalmente, o item referente aos resultados do estudo é redigido na forma de um artigo científico, facilitando assim sua posterior publicação em uma revista científica. O escopo do estudo é analisar a emergência de invertebrados aquáticos via banco de propágulos dormentes em sedimentos secos de áreas úmidas intermitentes de altitude no Sul do Brasil, relacionando a capacidade de resiliência à diferentes hidroperíodos, comparando assim a riqueza, a abundância, e a composição destas comunidades.



## 1. REFERENCIAL TEÓRICO

### *1.1 Definição e importância das áreas úmidas temporárias*

Do ponto de vista ecológico, as áreas úmidas são consideradas ecossistemas com grande produtividade e com alta diversidade biológica, sendo a sua proteção de vital importância, pois apresentam grande riqueza de espécies, incluindo aves, mamíferos, répteis, anfíbios, peixes e invertebrados, além de diversas espécies de plantas aquáticas (GETZNER, 2002; MITSCH & GOSSELINK, 2000 & 2008). Segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2006), as áreas úmidas fornecem vários serviços ecológicos fundamentais para as espécies de fauna e flora e ao bem estar de populações humanas, regulando o regime hídrico de vastas regiões, funcionando como fonte de biodiversidade em todos os níveis, e relevante papel de caráter econômico, cultural e recreativo. São ainda social e economicamente insubstituíveis, por permitirem a recarga de aquíferos, a retenção de nutrientes, a purificação da água e a estabilização de zonas costeiras.

Dentre as várias classificações para áreas úmidas temporárias, Boulton e Brock em 1999 quanto ao seu regime hidrológico classificaram as mesmas como: 1) efêmeras: onde formam-se poças de água após a chuva que secam no dia seguinte; 2) episódicas: áreas que permanecem secas durante muitos anos, recebendo água da chuva uma vez a cada década; 3) intermitentes: são marcadas por um período seco e outro com água (hidroperíodo); 4) sazonais: recebem água sempre em um determinado período do ano, nos demais permanecem secas; e 5) permanentes: permanecem com água o ano todo, ocorrendo apenas flutuações no nível da água.

Estas áreas estão entre os ecossistemas mais ameaçados devido à ação humana, principalmente pelo aumento da agricultura, avanço de grandes centros urbanos, poluição, e

fragmentação de habitat. Outro fator que poderá ameaçar as áreas úmidas são as mudanças climáticas globais, já que as mesmas poderão causar alterações nos ciclos naturais dos hidroperíodos, que podem tanto diminuir, como reduzir o tempo e frequências das inundações (ANGELER *et al.*, 2007; COBELAS *et al.*, 2005). O Brasil possui uma enorme responsabilidade para a conservação destas áreas, por possuir cerca de 50% das áreas úmidas da América do Sul, estas também ameaçadas pela expansão agrícola e urbana (GOMES & MAGALHÃES, 2004). Devido a este quadro é de grande necessidade a compreensão da composição de espécies que vivem nestas áreas, bem como o desenvolvimento de programas voltados à conservação da biodiversidade destes ecossistemas.

### *1.2 Áreas úmidas intermitentes*

Áreas úmidas intermitentes são caracterizadas por se manterem com água por pelo menos quatro meses ao ano, e reúnem atributos importantes para a sua conservação, tais como alta biodiversidade e produtividade. Além disso, esses ecossistemas podem contribuir para a compreensão da história de vida de muitos organismos, da dinâmica de populações e organização das comunidades, além de abrigarem espécies com atributos evolutivos que os tornam capazes de tolerar diferentes condições de estresse hídrico (WILLIAMS, 2006; MALTCHIK, *et al.*, 1999 & 2004). Uma característica distinta de áreas intermitentes é que elas podem se formar sob diferentes condições, necessitando apenas de água, uma depressão no solo e a capacidade deste solo em reter a água por um certo período, fazendo com que sejam capazes de fornecer um habitat temporário para várias espécies (WILLIAMS *et al.*, 2001).

Segundo Mitsch e Gosselink (2000) e Williams *et al.* (2001), as áreas úmidas intermitentes possuem diferentes assinaturas hidrológicas, pois as flutuações do nível de água variam de acordo com o tamanho, local e período do ano. Enquanto algumas áreas úmidas

secam totalmente, outras apenas apresentam redução em seu nível de água ou flutuações diárias. O clima local é um fator determinante no equilíbrio entre a precipitação e a taxa de evaporação, conseqüentemente influenciando na dinâmica e formação das áreas úmidas intermitentes. Nesse sentido, o hidroperíodo das áreas intermitentes pode variar, pois a permanência da água irá depender dos níveis de evaporação e permeabilidade do solo (MARQUES *et al.* 2002).

### *1.3 Invertebrados aquáticos em áreas úmidas intermitentes*

Os invertebrados são organismos que exercem importante papel na dinâmica de ecossistemas aquáticos, pois contribuem com processos de filtração, raspagem e fragmentação de partículas orgânicas, auxiliando no processo de decomposição e aceleração da ciclagem de nutrientes. Além disso, servem como fonte de alimento para peixes, anfíbios, aves, entre outros animais (BOULTON & LLOYD, 1992; JENKINS & BOULTON, 1998, 2007).

Dentre as espécies de zooplâncton dulceaquícolas, os rotíferos e os microcrustáceos representados principalmente por copépodes, cladóceros e ostracodes possuem um ciclo de vida curto e respondem rapidamente às mudanças ocorridas nos ecossistemas aquáticos, como por exemplo, mudanças na temperatura, concentração de nutrientes, pH, entre outros fatores (SARMA *et al.*, 2005; FRICH *et al.*, 2004). Esses organismos são importantes no fluxo de energia entre níveis tróficos sendo também fundamentais no transporte e ciclagem de nutrientes pelo seu elevado metabolismo (FAHD *et al.*, 2007)

Os cladóceros ou pulgas d'água apresentam hábito bentônico ou planctônico. Enquanto as espécies bentônicas raspam a matéria orgânica da superfície de plantas, as espécies planctônicas são filtradoras, alimentando-se de algas, bactérias e partículas em suspensão (ROCHA & GÜNTZEL, 1999). Os copépodes são, na grande maioria, planctônicos, podendo ser filtradores (ordem Calanoida) ou predadores (ordem Cyclopoida)

(DOLE OLIVIER *et al.*, 2000). Os ostracodes são bastante abundantes em áreas úmidas, e podem ser encontrados no sedimento, na vegetação litoral ou em plantas aquáticas. Alimentam-se de algas, matéria orgânica depositada no sedimento ou de perifíton aderido à superfície de plantas (ROCHA, 2003; DOLE OLIVIER *et al.*, 2000).

O Filo Tardigrada (Asquelmintos) compreende animais muito pequenos na sua maioria medindo de 0,3mm a 0,5mm e podendo chegar a 1,2 mm de comprimento. Em água doce, vivem em detritos do sedimento ou aderidos a algas (RUPPERT & BARNNES, 1996). São organismos capazes de sobreviver em condições extremas de temperatura, pressão, radiação ultravioleta e até mesmo ao vácuo (JÖNSSON, 2008).

O Filo Rotífera é caracterizado por organismos zooplanctônicos que possuem um papel fundamental na ciclagem de nutrientes em ecossistemas aquáticos de água doce. Os rotíferos obtiveram grande sucesso devido a sua adaptação reprodutiva, onde as fêmeas são partenogênicas constituindo a maior parte dos indivíduos de uma população. Os machos se apresentam em menor número e assim como nos cladóceros tem o papel de fertilizar os ovos de resistência (THORP & COVICH, 2001).

Os microcrustáceos (copépodes, cladóceros e ostracodes), rotíferos e tardigrados são capazes de sobreviver em áreas úmidas intermitentes no período de seca por meio do processo de dormência. A dormência foi investigada em diferentes grupos de invertebrados em relação ao estresse hídrico, sendo constatados casulos de proteção de larvas de Chironomidae (DANKS, 1987), cistos de Copépoda (DAHMS, 1995), ovos efípias de Cladóceras (DODSON & FREY, 2001) e ovos resistentes à dessecação de outros grupos de invertebrados (THORP & COVICH, 2001). Williams (1998) sustentou que a dormência parece ser a estratégia mais utilizada pelos invertebrados na sua sobrevivência e persistência em áreas úmidas intermitentes.

#### 1.4 Propágulos dormentes

Propágulos dormentes são constituídos por bancos de ovos ou por outras estruturas de resistência de invertebrados aquáticos existentes no sedimento de áreas úmidas intermitentes que constituem uma reserva ecológica evolutiva fundamental em resposta às condições adversas relacionadas às flutuações no regime hidrológico e de outros fatores ambientais (GAIKWAD *et al.*, 2008). A intensidade e os estímulos para a produção de ovos de resistência variam entre espécies e também entre populações de uma mesma espécie e também entre populações de uma mesma espécie. Por exemplo, em ecossistemas de regiões temperadas e árticas, a mudança no fotoperíodo e na temperatura ao longo das estações do ano é considerada um fator crucial para o início da diapausa (BRENDONCK & DE MEESTER, 2003).

Os microcrustáceos que vivem em áreas úmidas intermitentes apresentam dois mecanismos de dormência: quiescência e diapausa (ALEKSEEV *et al.*, 2007). Tanto a quiescência como a diapausa necessitam de fatores ambientais para que possam ocorrer. Estes fatores podem ser exógenos, como a mudança da temperatura e fotoperíodo, redução de oferta de alimento e o aumento da predação, ou endógenos, ou seja, intrínsecos à fêmea, como a idade reprodutiva e a qualidade do genótipo (RUPPERT & BARNERS, 1996). A quiescência é uma forma de hibernação estimulada por condições ambientais desfavoráveis, onde os organismos, tais como, copépode Cyclopoida, produzem uma secreção que cobre o seu corpo. Esta é interrompida com o retorno de condições favoráveis para o desenvolvimento dos indivíduos. Já na diapausa formam-se ovos de resistência por reprodução sexuada que se acumulam no substrato, podendo se manter viáveis em sedimentos secos por muitos anos (WIGGINS *et al.*, 1980, PENNAK, 1989, EULISS *et al.*, 1999). A diapausa é encontrada em rotíferos, anostracas, cladóceros e copépodes Calanoida (RICC I, 2001; SCHRODER, 2005; SANTANGELO, 2009).

Os cladóceros reproduzem-se por partenogênese cíclica, ou seja, a reprodução assexuada ocorre na maior parte do ciclo de vida. As fêmeas partenogênicas são diploides capazes de produzir ovos diploides sem a necessidade de fecundação. As descendentes resultantes destas fêmeas são portanto geneticamente idênticas à mãe, graças ao grande número de fêmeas este processo é repetido por infinitas gerações. A partenogênese tem um papel fundamental na perpetuação dos cladóceros, o ciclo é rápido na maioria das espécies, ocorrendo assim uma sucessão rápida em áreas úmidas intermitentes (THORP & COVICH, 1991; DOLE *et al.*, 2000).

A ocorrência de alterações na temperatura da água, redução de suprimento alimentar e aumento de predação induzem o aparecimento de machos e, conseqüentemente, de ovos fertilizados nas populações de cladóceros (RUPPERT & BARNERS, 1996; SANTANGELO, 2009). Estes ovos dormentes são chamados efípios e possuem uma camada densa que os permite resistir à dessecação e a altas e baixas temperaturas. Os efípios são grandes e por isso são produzidos somente dois em cada ninhada. Após sua produção, os efípios podem flutuar, afundar ou se aderir a diferentes substratos (FRYER, 1981, BRENDONCK & DE MEESTER, 2003). A quebra da dormência do ovo efípio ocorrerá sob determinadas condições ambientais, tais como, o retorno da água no ecossistema, e variações no oxigênio, temperatura, fotoperíodo e salinidade. Os rotíferos, assim como os cladóceros, reproduzem-se por partenogênese cíclica e, sob certas circunstâncias, ocorre a reprodução sexuada, onde são produzidos ovos resistentes à dessecação.

A quiescência nos copépodes Cyclopoida pode ocorrer tanto no estágio de copepodídeos ou em adultos sob condições ambientais desfavoráveis, onde estes produzem uma secreção orgânica que cobre os indivíduos tornando-os inativos durante o período de seca em áreas úmidas intermitentes (FRISCH *et al.*, 2004). Os copépodes Calanoida produzem ovos de resistência de casca dura semelhantes aos produzidos pelos cladóceros. Os estímulos

tanto para a produção como para a quebra da dormência em copépodes são semelhantes aos estímulos relacionados aos cladóceros.

Os tardigrados são predominantemente dioicos, a reprodução é partenogênica e somente ocorre a fecundação para a produção de ovos de resistência. A Criptobiose é o mecanismo pelo qual os tardigrados respondem às mudanças ambientais onde o organismo entra em estado latente em resposta à dessecação (anidrobiose), variação na temperatura (criobiosis), baixa de oxigênio (anoxibiosis) e mudanças na salinidade (osmobiosis) (NELSON, 2002; RUPPERT & BARNERS, 1996). Estados criptobióticos podem ajudar também na dispersão desses organismos. Durante a criptobiose, os tardigrados inibem o seu metabolismo, começando a ressecar lentamente e diminuindo o seu volume corporal para minimizar a área superficial e retardar a dessecação. Neste processo, estão envolvidos o glicerol que protege os tecidos contra a oxidação substituindo a água, e a trealose dissacarrídica que substitui a água nas membranas. Além da criptobiose, os tardigrados também produzem ovos (cistos) com cascas grossas capazes de resistir às condições de estresse hídrico (THORP & COVICH, 1991).

### *1.5 Hidroperíodo e seus efeitos sobre as comunidades dormentes de invertebrados aquáticos*

O hidroperíodo é caracterizado pela presença de água em uma área úmida por um determinado período de tempo. A frequência, duração e previsibilidade do hidroperíodo são características que estruturam e moldam as comunidades biológicas que vivem em áreas úmidas intermitentes (VANSCHOENWINKEL *et al.*, 2009).

Em particular, a duração do hidroperíodo é uma característica importante para as comunidades de invertebrados aquáticos, pois afeta diretamente as espécies que necessitam completar parte ou todo o seu ciclo de vida na água (WATERKEYN *et al.*, 2008). Em áreas úmidas intermitentes, espécies de invertebrados aquáticos devem sobreviver durante a fase

seca de forma que possam persistir, resistir ou se dispersar durante esses períodos (WIGGINS *et al.*, 1980). Enquanto os insetos possuem a capacidade de dispersão ativa, os microcrustáceos, rotíferos, tardígrados e oligoquetas desenvolveram adaptações morfológicas e fisiológicas que os mantêm em áreas intermitentes nos períodos de estresse hídrico, tais como, a quiescência a diapausa em copépodes, rotíferos e cladóceras e a criptobiose em tardígrados (RUPPERT & BARNERS, 1996; JENKINS *et al.*, 2003).

Uma mudança na duração do hidroperíodo pode influenciar os padrões de diapausa dos invertebrados aquáticos, principalmente em áreas intermitentes menores, tipicamente rasas, que são altamente susceptíveis ao aquecimento rápido. Uma mudança prematura para a diapausa diminuiria a contribuição do genótipo para as gerações futuras em população ativas diminuindo o crescimento populacional. Por outro lado, uma mudança tardia poderia não proporcionar tempo suficiente para a formação final dos ovos, colocando em risco a capacidade de restabelecimento futuro da população e a contribuição de determinados indivíduos na população ativa no momento da eclosão (SANTANGELO, 2009).

#### *1.6 Dormência de invertebrados sob uma perspectiva de variação climática*

A hipótese de que o planeta Terra esteja sob os efeitos da variação climática global tem ganhado evidências ao longo dos últimos anos (HUGHES, 2000, MCCARTHY, 2001, PARMESAN & YOHE, 2003). Embora ainda incertas, as mudanças projetadas na temperatura e precipitação possivelmente levarão a grandes alterações na distribuição de espécies, com efeitos negativos na biodiversidade em escalas regional e global (THOMAS, *et al.*, 2004; WILLIAMS, 2006). Atualmente existe um consenso entre pesquisadores que as áreas úmidas são extremamente vulneráveis às projeções das variações climáticas globais (POFF *et al.*, 2002, FINLAYSON *et al.*, 2013). Estudos realizados na Austrália e Estados Unidos demonstraram que o hidroperíodo de áreas úmidas intermitentes está sendo



modificado devido a alterações nos níveis de precipitação e evaporação decorrentes das mudanças climáticas (FINLAYSON *et al.*, 2013; PITCHFORD *et al.*, 2012). As mudanças no hidroperíodo ocasionadas pela variação climática podem levar a uma ausência prolongada de água, exercendo impactos negativos na viabilidade do banco de ovos de invertebrados aquáticos (NIELSEN *et al.*, 2000, GLEASON *et al.*, 2004, JENKINS & BOULTON, 2007).

Nesse sentido, estudos sobre as comunidades aquáticas de invertebrados que possuem estágios dormentes são fundamentais para a aplicação e desenvolvimento de modelos ecológicos, pois esses organismos desempenham um importante papel na dinâmica dos ecossistemas aquáticos intermitentes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEKSEEV V.; RAVERA O.; DE STASIO B.T. Introduction to Diapause. In: Diapause in Aquatic Invertebrates **Springer Netherlands**. p. 3-10. 2007.

ANGELER D.G.; BOULTON A.J.; JENKINS M.K.; SÁNCHEZ B.; COBELAS M.A.; CARRILLO S.S. Alternative States And Temporary Wetlands: Research Opportunities For Understanding Effects Of Anthropogenic Stress And Natural Disturbance. **Environmental Research Advances Nova Science Publishers**. p. 5-17. 2007.

BOULTON, A. J. & BROCK, M.A. Australian freshwater Ecology. Processes and Management. Glen Osmond: Gleneagles Publishing. 1999.

BOULTON, A.J. & LLOYD, L.N. Flooding frequency and invertebrate emergence from Dry floodplain sediments of the River Murray, Austrália. Regulated Rivers: **Research and Management**. n.7. p. 137–151. 1992.

BRENDONCK L.; DE MEESTER L. Egg banks in Freshwater Zooplankton: Evolutionary and Ecological Archives in the Sediment. **Hydrobiologia**. v. 491. P. 65–84. 2003.

COBELAS, M. A.; ROJO, C.; ANGELER, D.G. Mediterranean Limnology: Status, Gaps and the Future. **Journal of Limnology**. v.64. p. 13-29. 2005.

DAHMS H.U. Dormancy in the Copepoda an Overview. **Hydrobiologia**. V. 306:199–211. 1995.

DANKS, H. V. Overwintering of Some North Temperate and Arctic Chironomidae. II. Chironomid biology. **Canadian Entomologist**. v. 103.p.1875–1910. 1971

DODSON, S.I., FREY, D.G. Cladocera and Other Branchiopoda. In: Thorp J.H, Covich AP (Eds) Ecology and classification of North American freshwater invertebrates. **Academic Press**. New York. p. 850–914. 2001.

DOLE OLIVIER M.J, GALASSI D.M.P, MARMONIER P., CHÂTELLIERS M.D. The Biology and Ecology of Lotic Microcrustaceans. **Freshwater Biology**. v.44. p. 63-91. 2000.

EULISS JR., NH. & MUSHET, DM. Influence of Agriculture on Aquatic Invertebrate Communities of Temporary Wetlands in the Prairie Pothole Region of North Dakota, USA. **Wetlands**. v.19. n.2. p.578– 583. 1999.

FAHD K., FLORENCIO M.; KELLER C.; SERRANO L. The Effect of the Sampling Scale on Zooplankton Community Assessment and its Implications for the Conservation of Temporary Ponds in South West Spain. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**. v.17. p. 175–193. 2007.

FINLAYSON, C. M.; DAVIS J. A.; GELL, P. A.; KINGSFORD, R.T.; PARTON, K. A. The Status of Wetlands and the Predicted Effects of global Climate Change: The Situation in Australia. **Aquatic Science. Springer Basel**. Ag. 2011. Aquat Sci. v.75. p.73–93. 2013. DOI 10.1007/s00027-011-0232-5

FRISCH D. SANTER B. Temperature Induced Responses of a Permanent Pond and a Temporary Pond Cyclopoid Copepod: a Link to Habitat Predictability? **Evolutionary Ecology Research**. v 6. p.541–553. 2004.

FRYER G., Diapause, a Potent Force in the Evolution of Freshwater Crustaceans. **Hydrobiologia**. v. 320. p. 1–14. 1996.

GAIKWAD S.R.; INGLE K.N.; THORAT S.R. Study of Zooplankton Emergence Pattern and Resting Egg Diversity of Recently Dried Waterbodies in North Maharashtra Region. **Journal of Environmental Biology**. v. 29 n.3, p.353-356. 2008.

GETZNER, M. Investigating Public Decisions about Protecting Wetlands. **Journal of Environmental Management**, n.64. p.237-246. 2002.

GLEASON, R.A., EULISS N.H., HUBBARD, D.E., DUFFY, W.G. Invertebrate Egg Banks of Restored, Natural, and Drained Wetlands in the Prairie Pothole Region of the United States. **Wetlands**. v.24. n.3. p.562-572. 2004.

GOMES, A.S., MAGALHÃES, A.M.D. Jr. Arroz Irrigado no Sul do Brasil (Irrigated Rice in Southern Brazil). Embrapa, Pelotas Hill MO, Gauch HG (1980) Detrended Correspondence Analysis: An Improved Ordination Technique. **Plant Ecology**. v. 42. p.47–58. 2004.

JENKINS D.G., GRISSOM S., MILLER K. Consequences of Prairie Wetland Drainage for Crustacean Biodiversity and Metapopulations. **Conservation Biology**. v. 17. p. 158–167. 2003.

JENKINS, K.M. & BOULTON, A.J. Community dynamics of invertebrates emerging from reflooded lake sediments: flood pulse and Aeolian influences. **International Journal of Ecology & Environmental Sciences**, n.24. p.179–192. 1998.

JENKINS, KM. & BOULTON, A.J. Detecting Impacts and Setting Restoration Targets in Arid-Zone Rivers: Aquatic Micro-invertebrate Responses to Reduced Floodplain Inundation. **Journal of Ecology**. v. 44, n. 4, p. 823-832. 2007.

JÖNSSON, K. I., RABOW, E., SCHILL, R. O., HARMS-RINGDAHL, M. & RETTBERG, P. Tardigrades Survive Exposure to Space in Low Earth Orbit. **Current Biology**, v. 18, n. 17, p. R729-731. 2008.

MALTCHIK, L. Biodiversidade e Estabilidade em Lagoas do Semi-árido. **Ciência Hoje**. v.25: p. 64-67.1999.

MALTCHIK, L., ROLON, A.S., GUADAGNIN, D.L. STENERT, C. Wetlands of Rio Grande do Sul, Brazil: A Classification with Emphasis on Their Plant Communities. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 16, n. 2, p. 137-151. 2004.

MCCARTHY, J. Climate Change: Impacts, Adaptation, and Vulnerability: Contribution of

Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. **Cambridge University Press**. 2001. ISBN 0521015006, 780521015004 p.1032.

MARQUES, D. M.; TUCCI, C.; CALAZANS, D.; CALLEGARO, V. L. M. & VILLANUEVA, A. **O Sistema Hidrológico do Taim**, Site 7. In: Seeliger, U.; Cordazzo, C.; Barbosa, F. (Eds) Os Sites e o Programa Brasileiro de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração. Belo Horizonte: FURG/UFMG. p. 125-144. 2002.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Diretoria de Conservação da Biodiversidade Projeto Estratégia Nacional de Diversidade Biológica. **Avaliação do Estado do Conhecimento da Diversidade Biológica do Brasil**. ROCHA, O. 2003.

MITSCHE, W.J. & GOSELINK, J.G. **Wetlands**. John Wiley & Sons, New York. 2000.  
NELSON, D. R. Current Status of the Tardigrada: **Evolution and Ecology**. v. 42, p. 652–659. 2002.

NIELSEN, D.L., SMITH, F.J., HILLMAN, T.J., SHIEL, R.J., Impact of Water Regime and Fish Predation on Zooplankton Resting Egg Production and Emergence. **Journal of Plankton Research**. v.22. p.433–446. 2000.

PARMESAN, C., YOHE, And G.A. Globally Coherent Finger Print of Climate Change Affects across Natural Systems. **Nature**. v. 421. p. 37–42. 2003.

PENNAK, R.W. **Freshwater Invertebrates of the United States**. Ed. 3ª. Wiley, Chichester. Ano. 1989.

PLANO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Panorama e estado dos recursos hídricos do Brasil: **Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos**. Brasília: MMA, v.1. p.280. 2006.

PITCHFORD, J.L.; WU, C.; PETTY, J.T.; LIN, L.; THOMAS, R.; VESELKA, D.; ZEGRE, N. ANDERSON, J.T. Climate Change Effects On Hydrology And Ecology of Wetlands in The Mid Atlantic Highlends. **Society of Wetland Scientists**, 2012.

POFF, N.L., BRINSON, M, DAY, J. Aquatic ecosystems and global climate change: potential impacts on inland freshwater and coastal wetland ecosystems in the United States. Pew Center on Global Climate Change, Arlington. 2002

RICCI C. Dormancy Patterns in Rotifers. **Hydrobiologia**. v. 446. p. 1-11. 2001.

ROCHA, O. & GÜNTZEL, A.M. Crustáceos Branquiópodos. In: Ismael, D; Valenti, W.C.; Matsumura-Tundisi, T.; Rocha, O. Biodiversidade do estado de São Paulo, Brasil. Invertebrados de Água doce- FAPESP. v. 4. p.107-120. 1999.

RUPPERT E.E, BARNES R.D. **Zoologia dos Invertebrados**. Editora Roca. São Paulo. Ed. 6ª. 1996. p. 276-278 e 317 -323.

SANTANGELO, J.M. Produção, Ecloração e Implicações Ecológicas e Evolutivas dos Estágios Dormentes do Zooplâncton. Limnotemas. **Sociedade Brasileira de Limnologia**. n. 7. ISSN p.1806-7115. 2009.

SARMA S.S.S; NANDINI S.; GULATI R.D. Life History Strategies of Cladocerans:

Comparisons of Tropical and Temperate Taxa. **Hydrobiologia**. v. 542. p.315–333. 2005.

SCHRODER T. Diapause in Monogonont Rotifers. **Hydrobiologia**. v.546. p. 291-306. 2005.

THOMAZ, S. M., PAGIORO, T. A., BINI L. M., ROBERTO M. C. Rocha R. R. A. Limnology of the Upper Paraná Floodplain Habitats: Patterns of Spatio Temporal Variations and Influence of the Water levels. In: Structure and Functioning of the Paraná River and its Floodplain (eds S. M. Thomaz, A. A. Agostinho & N. S. Hahn) p. 37–42. **Maringá State University**. Press (EDUEM), Paraná, Brazil. 2004.

THORP J.H; COVICH A.P. **Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates**. Editora Academic Press, London. 1991. ISBM: 0126906459. v .911. p.501-515; 725-770 e 787 -807.

VANSCHOENWINKEL, B.; HULSMANS A.; ROECK E.; VRIES C.; SEAMAN M.; WATERKEYN A.; GRILLAS P.; VANSCHOENWINKEL B.; BRENDONCK L. Invertebrate Community Patterns in Mediterranean Temporary Wetlands Along Hydroperiod and Salinity Gradients. **Freshwater Biology**. v. 53, p.1808–1822. 2008.

WATERKEYN, A., GRILLAS, P., VANSCHOENWINKEL, B., BRENDONCK, L. Invertebrate community patterns in Mediterranean temporary wetlands along hydroperiod and salinity gradients. **Freshwater biology**. Blackwell Scientific Publications n.53, p. 1808-1822, ISSN 0046-5070. 2008.

WIGGINS G.B., MACKAY R.J.; SMITH I.M. Evolutionary and Ecological Strategies of Animals in Annual Temporary Pools. **Archiv Fur Hydrobiologie**. v. 58. p 97–206. 1980.

WILLIAMS, D.D. The Role of Dormancy in the Evolution and Structure of Temporary Water Invertebrate Communities. *Archiv für: Hydrobiologie*. v. 52.p.109–124.1998.

WILLIAMS, D.D.; **The Biology of Temporary Waters**. Oxford University. Press. Inc. 2006. p.336.

WILLIAMS P.; BIGGS J., FOX G., NICOLET P.; WHITFIELD M. History, Origins and Importance of Temporary Ponds. **European Temporary Ponds: A Threatened Habitat** (ed. By K. Rouen). Freshwater Biological Association, Birmingham. p.7-15. 2001.

ZIMMER, K.D., HANSON, M.A. & BUTLER, M.G. Factors Influencing Invertebrate Communities in Prairie Wetland: A Multivariate Approach. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**. n.57. p.76-85. 2000.

## **INFLUÊNCIA DO HIDROPERÍODO NO BANCO DE PROPÁGULOS DORMENTES DE INVERTEBRADOS AQUÁTICOS EM ÁREAS ÚMIDAS DE ALTITUDE NO SUL DO BRASIL.**

### **Abstract**

The wetlands are among the ecosystems that contribute the most to biological diversity. On the other hand, are also considered the most threatened ecosystems by human action. The intermittent wetlands are defined by its hydroperiod, characterized by the number of months in which those present surface water during a year. The hydroperiod is an important factor to invertebrate communities in wetland systems, directly affecting the species that need to complete part or all of their life cycle in the water. In intermittent wetlands, species of aquatic invertebrates produce dormant propagules able to resist desiccation, constituting a fundamental evolutionary and ecological reserve in response to adverse conditions related to fluctuations in the hydrological regime and other environmental factors. The main objective of this study was to analyze the emergence of aquatic invertebrates via banks of dormant propagules in dry sediment of intermittent wetlands located in high altitudes in southern Brazil, relating the responses of the community with different hydroperiods. The specific objectives are: 1) Compare the richness, abundance and composition of drought-resistant aquatic invertebrates between wetlands that have different hydroperiods, and 2) Identify taxa of drought-resistant aquatic invertebrates which may be used as indicators of different hydroperiods in wetlands in southern Brazil. Sediment samplings were carried out in nine intermittent wetlands distributed in three treatments of hydroperiod (short, medium and long) located in southern Brazil, within the Atlantic forest biome. In the laboratory, the dry sediment was hydrated with distilled water and kept under controlled temperature and photoperiod. The invertebrates were sampled on the first day after hydration, and weekly for 10 weeks. A total of 19,868 individuals distributed in 11 taxa were found throughout the experiment. The richness, abundance and composition of aquatic invertebrates did not vary between the different hydroperiods. However, *Karualona muelleri* was more abundant in wetlands with short and medium hydroperiods and *Kurzia polyspina*, on the other hand, was most abundant in wetlands with long hydroperiod. The tardigrades were abundant in wetlands with medium hydroperiod. Our study showed that the studied wetlands can be easily recolonized after a dry period and that the drought-resistant aquatic invertebrate communities play a critical role in the ecological succession in southern Brazil wetlands.

**Key- words:** intermittent. hydroperiod. dormancy. invertebrate. altitude.

## Resumo

As áreas úmidas estão entre os ecossistemas que mais contribuem para a diversidade biológica. Por outro lado, também são considerados os ecossistemas mais ameaçados pela ação humana. As áreas úmidas intermitentes são definidas pelo seu hidroperíodo, caracterizado pelo número de meses em que esses ecossistemas apresentam água superficial durante um ano. O hidroperíodo é um fator importante que influencia as comunidades de invertebrados em áreas úmidas, afetando diretamente as espécies que necessitam completar parte ou todo o seu ciclo de vida na água. Em áreas úmidas intermitentes, espécies de invertebrados aquáticos produzem propágulos dormentes capazes de resistir à dessecação, constituindo uma reserva ecológica e evolutiva fundamental em resposta às condições adversas relacionadas às flutuações no regime hidrológico e de outros fatores ambientais. O objetivo geral desse estudo foi analisar a emergência de invertebrados aquáticos via bancos de propágulos dormentes em sedimentos secos de áreas úmidas intermitentes de altitude no Sul do Brasil, relacionando as respostas da comunidade com diferentes hidroperíodos. Os objetivos específicos foram: 1) Comparar a riqueza, a abundância e a composição de invertebrados aquáticos emergentes de propágulos dormentes entre áreas úmidas que apresentam diferentes hidroperíodos, e 2) Identificar táxons de invertebrados aquáticos emergentes de propágulos dormentes que possam ser utilizados como indicadores de diferentes hidroperíodos de áreas úmidas de altitude no Sul do Brasil. Foram realizadas coletas de sedimento seco em nove áreas úmidas distribuídas em três tratamentos de hidroperíodo (curto, médio e longo) localizadas nos Campos de Cima da Serra do Sul do Brasil, dentro do bioma Mata Atlântica. Em laboratório, o sedimento seco foi hidratado com água destilada e mantido sob temperatura e fotoperíodo controlados. Os invertebrados foram amostrados no dia posterior à hidratação, e semanalmente durante 10 semanas. Um total de 19.868 indivíduos distribuídos em 11 táxons foi encontrado ao longo do experimento. A riqueza, a abundância e a composição de invertebrados aquáticos não variaram entre os diferentes hidroperíodos. Entretanto, *Karualona muelleri* foi mais abundante nas áreas úmidas com hidroperíodos curto e médio e *Kurzia polyspina* foi mais abundante nas áreas úmidas com hidroperíodo longo. Os tardígrados foram abundantes em áreas com hidroperíodo médio. Nosso estudo demonstrou que as áreas úmidas de altitude estudadas podem ser facilmente recolonizadas após um período de seca e que as comunidades dormentes de invertebrados aquáticos são fundamentais no processo de sucessão ecológica nesses importantes ecossistemas do Sul do Brasil.

**Palavras –chave:** intermitência. hidroperíodo. dormência. invertebrados. altitude.

## **Introdução**

Áreas úmidas são consideradas ecossistemas com grande produtividade e com alta diversidade biológica, possuindo assim grande valor de conservação para a humanidade (MITSCH & GOSSELINK, 2000). No último século quase a metade das áreas úmidas do mundo desapareceram devido principalmente à urbanização e agricultura (SHINE & KLEMM, 1999). O Brasil possui cerca de 50% das áreas úmidas ocorrentes na América do Sul, estas também ameaçadas pela expansão agrícola e urbana (GOMES & MAGALHÃES, 2004). Devido a este quadro é de grande necessidade a compreensão da composição de espécies que vivem nestas áreas, bem como de estudos voltados a conservação da biodiversidade destes ecossistemas.

As áreas úmidas intermitentes são caracterizadas por se manterem com água pelo menos durante quatro meses ao ano, e reúnem atributos importantes para a sua conservação, tais como, alta biodiversidade e produtividade (MALTCHIK, *et al.*, 1999 & 2004). Além disso, esses ecossistemas podem contribuir para a compreensão da história de vida de muitos organismos, de dinâmicas de populações e organização de comunidades, além de abrigarem espécies com atributos evolutivos que as tornam capazes de tolerar diferentes condições de estresse hídrico (WILLIAMS, 2006).

Segundo Mitsch e Gosselink (2000), as áreas úmidas intermitentes possuem diferentes assinaturas hidrológicas, pois as flutuações do nível de água serão diferentes dependendo do tamanho, do local e do período do ano. Enquanto algumas áreas úmidas secam totalmente, outras apenas apresentam redução em seu nível de água ou flutuações diárias. Segundo Williams (2006), o clima local é um fator determinante no equilíbrio entre a precipitação e a



taxa de evaporação, conseqüentemente influenciando na dinâmica de formação das áreas úmidas intermitentes.

Em áreas úmidas intermitentes, espécies de invertebrados aquáticos devem sobreviver durante a fase seca, de forma que possam persistir, resistir ou se dispersar durante esses períodos. Embora os solos secos de áreas úmidas temporárias pareçam praticamente desprovidos de organismos aquáticos ativos, eles acumulam uma variedade de estruturas dormentes de invertebrados e sementes de plantas (banco de propágulos dormentes) (BRENDONCK & DE MEESTER, 2003). Uma vez que essas áreas úmidas são inundadas novamente, os invertebrados que emergem do banco de propágulos dormentes fornecem uma fonte importante de alimento para outras comunidades biológicas, tais como, peixe e aves (BOULTON & LLOYD, 1992; JENKINS & BOULTON, 1998, 2007). Dessa forma, os bancos de ovos existentes no sedimento de áreas úmidas intermitentes constituem uma reserva ecológica e evolutiva fundamental em relação às flutuações ambientais (HAIRTON, 1996), além de determinarem a reconstituição das comunidades nesses ecossistemas (NIELSEN *et al.*, 2000; BROWN & BATZER, 2001; BOULTON & LLOYD, 1992; BROCK *et al.*, 2003; STANCZAK & KEIPER, 2004; GLEASON *et al.*, 2004; JENKINS & BOULTON, 2007).

A intensidade e os estímulos para a produção e eclosão de ovos de resistência variam entre espécies e também entre populações de uma mesma espécie. A mudança no fotoperíodo e na temperatura ao longo das estações do ano é considerada um fator crucial para o início da diapausa em ecossistemas aquáticos de regiões temperadas e árticas (BRENDONCK & DE MEESTER, 2003; VANDEKERKHOVE, 2005). De forma geral, alterações na temperatura e no fotoperíodo são consideradas fatores indicativos de uma condição desfavorável aos organismos zooplancônicos, tais como, rotíferos, cladóceros e copépodos, levando os mesmos a produzirem estruturas de resistência visando a manutenção de seu genótipo e

consequentemente a persistência de suas populações (SANTANGELO, 2009; RUPPERT & BARNERS 1996;).

A duração do hidroperíodo é um fator crucial para a estrutura e dinâmica das comunidades de invertebrados aquáticos em áreas úmidas intermitentes (WELLBORN *et al.*, 1996; ZIMMER *et al.*, 2000; STENERT & MALTCHIK 2007; WATERKEYN *et al.*, 2008). A riqueza e a densidade de invertebrados aquáticos aumentam com o hidroperíodo (JENKINS & BUIKEMA, 1998), e fatores bióticos passam a exercer um papel mais importante nesses ecossistemas (WELLBORN *et al.*, 1996). Williams (2006) demonstrou que a duração do hidroperíodo influencia significativamente a riqueza e a composição de espécies de crustáceos, sendo que áreas úmidas com hidroperíodo entre dois e três meses tiveram uma maior representatividade de Anostraca, Notostraca e Conchostraca, enquanto que áreas úmidas com hidroperíodo maior do que oito meses restringiram o aparecimento desses grupos de crustáceos, e favoreceram o aparecimento de outros táxons, tais como, copépodos, cladóceros e anfípodes.

Além disso, flutuações no hidroperíodo podem ainda influenciar os padrões de diapausa dos invertebrados aquáticos em áreas úmidas intermitentes (WILLIAMS, 2006). Um estímulo prematuro para a diapausa diminuiria a contribuição de genótipos para as gerações futuras em populações ativas diminuindo o seu crescimento populacional. Por outro lado, um estímulo tardio para a diapausa poderia não proporcionar tempo suficiente para a formação final dos ovos de resistência, colocando em risco a capacidade de restabelecimento futuro da população e a contribuição de determinados indivíduos (genótipos) na população ativa no momento da eclosão (SANTANGELO, 2009).

O Estado do Rio Grande do Sul apresenta um total de 3.441 áreas úmidas e aproximadamente 72% dessas áreas são menores que 1 km<sup>2</sup> e de regime hídrico intermitente (MALTCHIK, 2003). Assumindo que os propágulos dormentes de invertebrados aquáticos

são produzidos frente a alterações no hidroperíodo (STENERT, 2010; SANTANGELO, 2009; WIGGINS *et al.*, 1980), o objetivo geral desse estudo foi analisar a emergência de invertebrados aquáticos via bancos de propágulos dormentes em sedimentos secos de áreas úmidas intermitentes de altitude no Sul do Brasil, relacionando as respostas da comunidade com diferentes hidroperíodos. Os objetivos específicos foram: 1) Comparar a riqueza, a abundância e a composição de invertebrados aquáticos emergentes de propágulos dormentes entre áreas úmidas que apresentam diferentes hidroperíodos, e 2) Identificar táxons de invertebrados aquáticos emergentes de propágulos dormentes que possam ser utilizados como indicadores de diferentes hidroperíodos de áreas úmidas de altitude no Sul do Brasil.

## **Materiais e Métodos**

### *Área de estudo*

O estado do Rio Grande do Sul está localizado na região Sul do Brasil com uma área de 282.184 km<sup>2</sup>. O clima do Rio Grande do Sul é subtropical úmido, e a temperatura média varia de 14,6°C no inverno a 22,2°C no verão, com uma temperatura média anual de 17,5°C (RAMBO, 2000). A precipitação anual varia de 1.150 a 1.450 mm, com uma média anual de 1.250 mm (INMET,2014). O município de Bom Jesus está localizado na região do Planalto Superior do Rio grande do Sul, região também conhecida como campos de altitude ou campos de cima da serra (~1.200 m de altitude) (Figura 1). A vegetação local é constituída por pastagens naturais com predominância de gramíneas e Floresta Ombrófila (mata de araucárias), o clima da região é marcado por invernos rigorosos com temperaturas negativas (RAMBO, 2000). A atividade econômica na região é a pecuária de corte o cultivo de pinus (*Pinus* spp.) e a produção de maçãs, além de culturas para a subsistência. No Rio Grande do Sul as áreas úmidas intermitentes de altitude recebem água no período de chuvas, que no Sul do Brasil se dá nos meses de inverno (INMET 2014), mantendo assim um hidroperíodo que pode variar entre as áreas, pois a permanência da água irá depender dos níveis de evaporação

e permeabilidade do solo (MOTTA MARQUES, 2002).

#### *Amostragem do sedimento seco e métodos para o experimento em laboratório*

Neste estudo, foram realizadas coletas de sedimento seco em áreas úmidas localizadas nos Campos de Cima da Serra do Sul do Brasil, dentro do bioma Mata Atlântica. As áreas úmidas foram selecionadas levando em consideração o hidroperíodo (já monitorado desde 2011 pelo laboratório LECEA - UNISINOS), ou seja, o número de meses do ano em que a água esteve presente no ecossistema. Foram selecionadas nove áreas úmidas com área e profundidade semelhantes e distribuídas em três tratamentos de hidroperíodo: 1) três áreas úmidas com hidroperíodo aproximado de cinco meses, denominada de HC, 2) três áreas úmidas com hidroperíodo aproximado de oito meses, denominada de HM, e 3) três áreas úmidas com hidroperíodo aproximado de 11 meses, denominada de HL. Este gradiente de variação de hidroperíodo representa as áreas úmidas amostradas da região de estudo. As áreas úmidas selecionadas estavam distantes pelo menos 1Km uma da outra.

A amostragem do sedimento seco das áreas úmidas naturais ocorreu em Janeiro de 2013. Um total de nove amostras de sedimento seco foi coletado por meio de um core (7,5 cm de diâmetro) inserido até a profundidade de 10 cm ao longo da unidade cada área úmida. O volume de sedimento seco amostrado por cada ponto foi acondicionado em sacos plásticos de 20 litros. No laboratório o sedimento seco foi peneirado para a remoção de raízes e folhas (peneira com malha de 1 mm de diâmetro) e homogeneizado. Posteriormente, o sedimento seco de cada área úmida foi dividido em bandejas plásticas (32 X 15 cm e altura de 10,5 cm). O sedimento das bandejas foi hidratado com água destilada até 2 cm acima da superfície do sedimento e o nível de água foi mantido constante ao longo do experimento. As bandejas foram cobertas com uma tela e mantidas sob temperatura de  $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , fotoperíodo

constante (12h claro e 12h escuro) e concentração de oxigênio dissolvido acima de 6,5 mg/L (Figura 6). As variáveis potenciais hidrogeniônico (pH), temperatura, condutividade, e oxigênio dissolvido da água foram monitoradas em duas fases do experimento (inicial – 1ª semana, e final – 10ª semana), por meio de uma sonda multi-parâmetro (HORIBA, modelo U-10). O nível da água nas bandejas e a temperatura do ar foram verificados diariamente e, quando necessário, foi adicionada água destilada para a manutenção do nível de água.

#### *Amostragens de invertebrados*

O experimento foi realizado ao longo de dez semanas (entre 25 de Junho e 30 de Agosto de 2013). Os invertebrados foram amostrados no dia posterior à hidratação, semanalmente, sendo que a primeira amostragem foi no 1º dia e as demais coletas ocorreram no 7º, 14º, 21º, 32º, 39º, 46º, 53º, 60º e 67º dia após a hidratação do sedimento seco, totalizando assim 67 dias de experimento. As amostras foram realizadas por meio de uma pequena rede de formato quadrado (5 X 5 cm) e malha de 60µm de diâmetro, realizando três varreduras de 32 cm (uma varredura). As amostras foram lavadas com o auxílio de uma peneira com malha de 60µm de diâmetro, e os invertebrados acondicionados em potes plásticos (200 ml) com álcool a 80% (Figura 7). Os invertebrados coletados foram triados com o auxílio de estereomicroscópio e acondicionados em tubetes plásticos com álcool a 80%. A identificação quando possível, foi realizada até o nível de espécie, com auxílio de microscópio e lâminas confeccionadas com uma gota de glicerina contendo o indivíduo a ser indentificado ou partes dele (antenas, antênulas, pósabdômen), após foi colocada a lamínula sobre a lamina que recebeu uma vedação de esmalte incolor. A identificação foi realizada com o auxílio de literatura especializada (LOPRETTO & TELL, 1995; MERRITT & CUMMINS, 1996; ELMOOR & LOUREIRO, 1997; FERNÁNDEZ & DOMINGUEZ, 2001) e de auxílio de especialistas. As amostras ficarão armazenadas no Laboratório de Ecologia e Conservação de Ecossistemas Aquáticos da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS). As

variáveis abióticas da água (pH, temperatura, condutividade e oxigênio dissolvido) tiveram uma pequena amplitude de variação durante o experimento (Tabela 1).

### *Análises de dados*

A riqueza e a abundância de invertebrados aquáticos corresponderam ao número total de táxons e indivíduos coletados ao longo do experimento, respectivamente. A abundância de invertebrados foi transformada em  $\log(x+1)$  para tornar as variâncias mais homogêneas e para dar menor peso aos poucos táxons dominantes. As variações da riqueza e da abundância de invertebrados ao longo do período de duração do experimento e entre os diferentes hidroperíodos foram analisadas através de ANOVA de Medidas Repetidas. Testes de Tukey foram aplicados *a posteriori* para comparações múltiplas da riqueza e da densidade de invertebrados entre as diferentes semanas após a hidratação do sedimento.

A variação da composição de invertebrados ao longo do período de duração do experimento entre os diferentes hidroperíodos (curto, médio e longo) foi analisada através de Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS) com dados de abundância transformados em  $\log(x+1)$ , e dissimilaridade de Bray-Curtis em dois eixos. O Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS) é uma análise multivariada cujo objetivo é extrair os gradientes de variação máxima dos dados. É uma análise que enfatiza a variação entre as unidades amostrais individuais, dessa forma definindo gradientes de variância máxima total da amostra. Uma Análise de Variância Multivariada por Permutação (PERMANOVA) foi usada para comparar diferenças na composição de invertebrados entre os hidroperíodos. Posteriormente, foi realizada uma análise de espécies indicadoras (“Indicator Species Analysis”, DUFRENE & LEGENDRE, 1997) para determinar se a frequência e abundância de determinados táxons de invertebrados poderiam estar mais relacionados a um determinado hidroperíodo, sendo validada pelo teste de Monte Carlo (5.000 permutações). As

análises foram realizadas utilizando o pacote vegan (OKSANEN *et al.* 2009) no programa estatístico R versão 2.9.0 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2009).

## Resultados

Um total de 19.868 indivíduos distribuídos entre 11 táxons foram encontrados ao longo do período do experimento. Os invertebrados mais representativos foram os microcrustáceos da Ordem Cladóceras, com um total de 12.220 indivíduos distribuídos em nove espécies. O Filo Tardigrada foi representado por 7.425 indivíduos, correspondendo a 37% do total de invertebrados aquáticos amostrados nas áreas úmidas. Os ácaros da família Oribatidae estiveram representados por 129 indivíduos (Tabela 2).

Dentre os cladóceros, *Karualona muelleri* (Richard, 1897) e *Kurzia polyspina* Hudec, 2000 da família Chydoridae foram os mais representativos no estudo (27,5% e 21,4 % do total de indivíduos, respectivamente). *Simocephalus mixtus* Sars, 1903 e *Simocephalus serrulatus* (Koch, 1841) foram os cladóceros mais abundantes da família Daphnidae (5,8% e 5,4% do total de indivíduos, respectivamente). Um total de 1.669 efípios de cladóceros foi encontrado nas amostras.

A riqueza de invertebrados variou ao longo do experimento ( $F_{9,54} = 26,590$ ;  $p < 0,001$ ) (Figura 2a). Em média, a riqueza foi maior após 30 dias de hidratação do sedimento seco em comparação com aquela registrada nos primeiros dias, exceto no último dia do experimento, em que a riqueza média diminuiu e foi similar àquela encontrada no 32<sup>a</sup>, 39<sup>a</sup> e 46<sup>a</sup> dias após a hidratação do sedimento (Tukey,  $p < 0,05$ ) (Figura 2a). A riqueza de invertebrados não variou entre os diferentes hidroperíodos (curto, médio e longo) ao longo do experimento ( $F_{18,54}=0,953$ ;  $p = 0,524$ ) (Figura 2b). Um padrão similar de variação da riqueza foi observado entre as áreas ao longo do experimento independente de seu hidroperíodo.

A abundância de invertebrados variou ao longo do experimento ( $F_{9,54}=28,061$ ;  $p <$

0,001) (Figura 3a). A abundância média seguiu o mesmo padrão de variação da riqueza ao longo do período estudado, sendo maior após 30 dias de hidratação do sedimento seco em relação ao primeiro mês de experimento (Tukey,  $p < 0,05$ ) (Figura 3a). Entretanto, em média, a maior abundância de invertebrados foi encontrada após 46 dias de hidratação e a partir do 60º dia de coleta houve uma queda na abundância (Figura 3a). A abundância de invertebrados não variou entre os diferentes hidroperíodos (curto, médio e longo) ao longo do experimento ( $F_{18,54}=0,730$ ;  $p=0,765$ ) (Figura 3b). Um padrão similar de variação da abundância foi observado entre as áreas ao longo do experimento independente de seu hidroperíodo.

A similaridade na composição de invertebrados aquáticos no sedimento hidratado das áreas úmidas com diferentes hidroperíodos ao longo do experimento foi representada por dois eixos da análise de ordenação (NMDS,  $\text{stress}=4,274$ ) (Figura 4). A composição de invertebrados aquáticos não variou entre as áreas úmidas com diferentes hidroperíodos ( $F_{2,6}=0,877$ ;  $p = 0,542$ ). Entretanto, a composição de invertebrados variou ao longo dos dias de duração do experimento, principalmente entre os primeiros e os últimos 30 dias após a hidratação do sedimento. *Simocephalus serrulatus* (Koch, 1841), *Karualona muelleri* (Richard, 1897) e ácaros oribatídeos foram os táxons amostrados no 1º dia após a hidratação. Após 7 dias de hidratação, *Simocephalus mixtus* Sars, 1903, *Leberis davidi* (Richard, 1895), *Kurzia polypina* Hudec, 2000 e *Dunhevedia odontoplax* Sars, 1901 emergiram dos sedimentos. Os tardigrados apareceram a partir do 14º dia após a hidratação. Após 30 dias de experimento foram amostradas as espécies *Alona ossiani* Sinev, 1998, *Alona guttata* Sars, 1862 e *Macrotrix elegans* Sars, 1901. Analisando a emergência dos táxons ao longo do experimento verifica-se que alguns táxons emergiram logo no início do experimento, respondendo mais rapidamente à hidratação do sedimento seco, enquanto outros táxons tiveram uma resposta mais tardia verificada após 30 dias.

Todos os táxons amostrados emergiram nas áreas úmidas dos três hidroperíodos ao



longo do experimento, ou seja, não foi verificada a presença exclusiva de uma espécie em um hidroperíodo específico. Embora a composição não tenha variado entre os diferentes hidroperíodos, alguns táxons foram mais frequentes e abundantes em áreas úmidas com um determinado hidroperíodo. Em áreas úmidas com hidroperíodo de 5 meses (curto), a espécie *Karualona muelleri* contribuiu com aproximadamente 45% do total de indivíduos, seguida do Filo Tardigrada com 24%. Nas áreas com hidroperíodo de 8 meses (médio), o Filo Tardigrada foi o mais abundante com 46% do total de indivíduos amostrados seguido da espécie *Karualona muelleri* com 40%. Nas áreas úmidas com hidroperíodo de 11 meses (longo), a espécie mais abundante foi *Kurzia polyspina*, com 47% do total de indivíduos, seguida dos tardígrados com 37% do total amostrado (Figura 5).

## **Discussão**

Comunidades aquáticas com estágios dormentes desempenham um papel fundamental na dinâmica trófica dos ecossistemas aquáticos intermitentes e temporários (BROWN & BATZER, 2001; CRISPIM & WATANABE, 2001; STANCZAK & KEIPER, 2004; GLEASON *et al.*, 2004; JENKINS & BOULTON, 1998, 2007). Estudos relacionados com essas comunidades são de extrema importância na aplicação de modelos ecológicos (WILLIAMS, 1998; THORP & COVICH, 2001; ANGELER, 2007; STENERT & MALTCHIK, 2007). Nossos resultados mostraram que a comunidade de invertebrados aquáticos possui alta capacidade de se restabelecer por meio de bancos de ovos ou de estruturas resistentes à dessecação em áreas úmidas temporárias de altitude do sul do Brasil.

Comunidades de invertebrados aquáticos emergentes observados foram caracterizadas pela alta riqueza de espécies e abundância de cladóceros. Esse resultado também foi observado em outros estudos realizados em áreas úmidas da Austrália (BROCK *et al.*, 2003; JENKINS & BOULTON, 2007) e Sul do Brasil (STENERT *et al.*, 2010). A plasticidade

fenotípica e reprodução específica dos cladóceros facilitam a colonização em diversos tipos de ecossistemas aquáticos (INNES & SINGLETON, 2000; COUSYN *et al.*, 2001). Os tardígrados também foram bastante representativos nas áreas úmidas estudadas. Esses organismos são capazes de sobreviver em áreas úmidas intermitentes no período de seca por meio da criptobiose e da produção de cistos resistentes às condições de estresse hídrico (THORP E COVICH, 1991; NELSON, 2002). Os tardígrados são organismos pouco estudados no Brasil e no mundo, principalmente nas áreas úmidas (NELSON, 2002).

A riqueza de invertebrados aquáticos emergentes em nosso estudo foi inferior à encontrada em outros estudos desenvolvidos em sedimentos secos de lavouras de arroz (STENERT *et al.*, 2010; ÁVILA *et al.*, in press) e sedimentos de áreas úmidas inseridas em matriz de Pinus (EHLERT, 2013). Stenert *et al.* (2010) amostraram 40 táxons de invertebrados aquáticos emergentes em sedimentos de lavouras de arroz convencionais. Ávila *et al.* (in press) encontraram um total de 30 táxons de invertebrados emergentes em lavouras de arroz com e sem agrotóxicos e com idades de cultivo distintas. EHLERT (2013), verificou a emergência de 20 espécies de cladóceros em sedimentos de áreas úmidas invadidas por Pinus. Estudos desenvolvidos em outras regiões do Brasil evidenciaram uma baixa riqueza de espécies zooplancônicas que emergiram em sedimentos secos (14 espécies) de lagoas com alta diversidade de invertebrados aquáticos (90 espécies) (PANARELLI *et al.*, 2008). Pallazo *et al.* (2008) encontraram apenas cinco espécies de cladóceros que emergiram em sedimentos de lagoas associadas à planície de inundação do Alto Rio Paraná. Crispim & Watanabe (2001) registraram sete espécies de cladóceros que emergiram de sedimentos hidratados de reservatórios na região semi-árida brasileira.

A baixa riqueza de invertebrados aquáticos emergentes em nosso estudo deve ser analisada sob dois aspectos. O primeiro pode estar associado às características físicas das áreas úmidas selecionadas. As áreas úmidas estudadas eram sistemas isolados e estavam

localizadas em altitudes acima dos 1.000 metros. O maior isolamento pode diminuir a colonização de organismos dispersores de propágulos dormentes e reduzir a viabilidade dos propágulos dormentes (RAUTIO, 1998). O isolamento afeta o banco de propágulos dormentes, impossibilitando a renovação de propágulos e ovos, afetando diretamente a riqueza de espécies.

O segundo aspecto que pode ter influenciado a baixa riqueza de espécies de invertebrados aquáticos está relacionado às condições necessárias para a quebra da dormência e eclosão dos ovos de resistência. Muitos estudos têm demonstrado que as condições necessárias para a eclosão dos ovos de repouso nos ecossistemas aquáticos são espécie-específico, tais como, luz, nutrientes, salinidade, predação e competição (BRENDONCK & de MEESTER 2003, VANDEKERKHOVE *et al.*, 2005; SANTANGELO *et. al.*, 2011). Além disso, algumas espécies necessitam de sucessivas inundações para que ocorra a interrupção da dormência e a eclosão dos ovos (BROCK *et al.*, 2003). As condições experimentais mantidas constantes em nosso estudo podem ter restringido a eclosão de outras espécies que necessitariam de uma combinação distinta de fatores exógenos para emergirem de seus propágulos dormentes.

A riqueza, abundância e composição de invertebrados aquáticos não variaram entre as áreas úmidas com diferentes hidroperíodos em nosso estudo. Embora os bancos de ovos de invertebrados aquáticos possam permanecer viáveis durante muitos anos no sedimento de áreas úmidas temporárias, a ausência prolongada de água tem sido considerada um fator ambiental importante que compromete a sobrevivência (NIELSEN *et al.*, 2000; BOULTON & LLOYD, 1992; BROCK, *et al.*, 2003; JENKINS & BOULTON, 2007). A diferença na duração da fase seca entre as áreas úmidas estudadas possivelmente não foi suficiente para influenciar a riqueza e abundância de invertebrados aquáticos emergentes. Jenkins & Boulton (2007) verificaram diferenças mais significativa na riqueza, abundância e composição de

invertebrados aquáticos entre sedimentos de lagoas com maiores intervalos de tempo sem inundações (6 e 20 anos) na Austrália. Fadh *et al.* (2007) também não encontraram diferença na riqueza de invertebrados aquáticos que produzem propágulos dormentes entre 9 lagoas intermitentes com hidroperíodos de 8 meses, comparando com uma área permanente durante 2 anos em dois períodos distintos, um na época inundada e outro na época de seca no Parque Nacional de Donãna na Espanha. Tavernini (2007) na Itália, comparou a riqueza de cladóceros entre 9 áreas úmidas ao longo de 2 anos para verificar se a riqueza variava com os diferentes regimes hidrológicos que ocorreram nestas lagoas, concluiu que a resposta dessa comunidade esteve ligada ao maior comprimento do hidroperíodo. Esses estudos têm mostrado que a duração do hidroperíodo é considerada um fator determinante para as comunidades zooplancônicas em áreas úmidas temporárias (GIRDNER & LARSON, 1995; MAHONEY *et al.*, 1990; TAVERNINI *et al.*, 2005).

Embora a composição não tenha variado entre os diferentes hidroperíodos, variações entre espécies foram observadas em nosso estudo. *Karualona muelleri* foi mais abundante nas áreas úmidas com hidroperíodos curto e médio e *Kurzia polyspina* foi mais abundante nas áreas úmidas com hidroperíodo longo. Os tardigrados foram bastante representativos nas áreas úmidas com hidroperíodo médio. Enquanto *Karualona muelleri* foi abundante em áreas úmidas impactadas pela presença de Pinus (>5.000 indivíduos) (EHLERT, 2013), essa espécie foi extremamente rara (15 indivíduos) em lavouras de arroz com diferentes históricos de cultivo no Sul do Brasil, emergindo somente após 58 dias após a hidratação do sedimento.

A variação do tempo de eclosão dos invertebrados após a hidratação foi observado em nosso estudo. Enquanto algumas espécies tiveram respostas rápidas, como por exemplo, *Simocephalus serrulatus*, *Karualona muelleri* e ácaros oribatídeos, que emergiram após um dia de hidratação, outras espécies, como por exemplo, *Simocephalus mixtus*, *Dunhevedia odontoplax*, *Leberis davidi* e *Kurzia polyspina*, emergiram somente após uma semana de

hidratação. Os tardigrados apareceram pela primeira vez no décimo quarto dia, e as demais espécies apareceram somente no segundo mês de experimento. Panarelli *et al.* (2008) obtiveram o mesmo padrão de eclosão, onde algumas espécies zooplanctônicas responderam rapidamente à hidratação enquanto outras só eclodiram após 30 dias de hidratação. A emergência de muitas espécies zooplanctônicas pode ocorrer em curtos períodos de tempo após a hidratação, como observado nos estudos de Taylor & Mahoney (1990), Boulton & Lloyd (1992) e Jenkins & Boulton (1998), com apenas 14 dias após a inundação de sedimentos secos de áreas úmidas. Nielsen *et al.* (2000) constataram que a emergência de espécies de rotíferos e microcrustáceos foi ainda mais rápida, começando nas primeiras 24 horas após a hidratação do sedimento seco de áreas úmidas na Austrália.

Este estudo possibilitou conhecer as espécies de invertebrados aquáticos que ocorrem em áreas úmidas intermitentes de altitude no Sul do Brasil. Embora o hidroperíodo não tenha influenciado os parâmetros de riqueza, abundância e composição da comunidade que emergiram dos sedimentos secos das áreas úmidas de altitude, algumas espécies responderam distintamente às mudanças do regime hidrológico. Além disso, variações no hidroperíodo influenciam outros fatores abióticos e biológicos que são considerados estímulos ambientais importantes tanto para a produção como para a eclosão de estruturas dormentes de invertebrados aquáticos. Nosso estudo demonstrou que as áreas úmidas de altitude estudadas podem ser facilmente recolonizadas após um período de seca e que variações curtas de hidroperíodo não influenciam a riqueza e abundância de invertebrados aquáticos emergentes dos sedimentos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGELER, D.G. Resurrection Ecology and Global Climate Change Research in Freshwater ecosystems. **Journal of the North American benthological society**. n.26 (1). p.12-22. 2007.
- ANGELER D.G.; BOULTONB A.J; JENKINSB M.K; SÁNCHEZA B; COBELASC M.A; CARRILLOC S.S. Alternative States And Temporary Wetlands: Research Opportunities For Understanding Effects Of Anthropogenic Stress And Natural Disturbance. **Environmental Research Advances Nova Science Publishers**. p. 5-17. 2007.
- ÁVILA, A. C.; STENERT, C. Resiliência de Invertebrados Aquáticos Via Propágulos Dormentes em arrozais no sul do Brasil: Uma Pespectiva ecológica (**in press**). 2014.
- BOULTON, A. J. & BROCK, M.A. Australian freshwater Ecology. **Processes and Management**. Glen Osmond: Gleneagles Publishing. 1999.
- BOULTON, A.J. & LLOYD, L.N. Flooding frequency and invertebrate emergence from Dry floodplain sediments of the River Murray, Austrália. **Regulated Rivers: Research and Management**. n.7. p. 137–151. 1992.
- BRENDONCK L.; DE MEESTER L. Egg banks in Freshwater Zooplankton: Evolutionary and Ecological Archives in the Sediment. **Hydrobiologia**. p. 491: 65–84. 2003.
- BRENDONCK L. Community Structure in Temporary Freshwater Pools: Disentangling the Effects of Habitat Size and Hydroregime. **Freshwater Biology**. v. 54, p. 1487–1500. 2009.
- BROCK, M.A., NIELSEN, D.L., SHIEL, R.J., GREEN, J.D.; LANGLEY, J.D; Drought and Aquatic Community Resilience: The Role of Eggs and Seeds in Sediments of Temporary Wetlands. **Freshwater Biology**. v. 48, p.1207-1218. 2003.
- BROWN, S.C. & BATZER, D.P. Birds, plants, and macroinvertebrates as indicators of Restoration success in New York marshes. In: RADER, RB. BATZER, DP. & WISSINGER, SA. (Eds.). Bioassessment and Management of North American. **Freshwater Wetlands**. New York: John Wiley and Sons. 2001.
- CAMPBELL, L. I., ROTA-STABELLI, O., EDGECOMBE, G. D., MARCHIORO, T., LONGHORN, S. J., TELFORD, M. J., PHILIPPE, H., REBECCHI, L., PETERSON, K. J. & PISANI, D. MicroRNAs and Phylogenomics Resolve the Relationships of Tardigrada and Suggest that Velvet Worms are the Sister Group of Arthropoda. **PNAS**, v. 108, n. 38, p. 15920-15924. 2011.
- COUSYN, C. L. DE MEESTER, J. K. COLBOURNE, L. BRENDONCK, D. VERSCHUREN F. VOLCKAERT, F. Rapid Local Adaptation of Zooplankton Behavior to

Changes in Predation Pressure in the Absence of Neutral Genetic Changes. **Proceedings of the National Academy of Sciences, USA.** v. 98: 6256–6260. 2001.

CRISPIM M. C., WATANABE T. What can dry Reservoir Sediments in a Semi-arid Region in Brazil Tell us About Cladocera? **Hydrobiologia.** v. 442: 101–105, 2001.

DUFRENE, M. & LEGENDRE, P. Species Assemblages and Indicator Species: The Need for a Flexible Asymmetrical Approach. **Ecological Monographs.** v.67. n.3. p.345-366. 1997.

EHLERT, B. Dormência de Invertebrados Aquáticos em Áreas Úmidas Invasidas por *Pinus elliottii* no Sul do Brasil. Trabalho de Conclusão de Curso. UNISINOS. p.38. 2013.

ELMOOR-LOUREIRO, L.M.A. **Manual de Identificação Límnicos do Brasil.** Editora Universa, Brasília.1997.

ELMOOR-LOUREIRO, LMA. Phytophilous cladocerans (Crustácea, Anomopoda and Ctenopoda) from Paranã River Valley, Goiás, Brazil. *Rev. Bras. Zool.* 24(2): 344-352. 2007.

FAHD K., FLORENCIO M.; KELLER C.; SERRANO L. The Effect of the Sampling Scale on Zooplankton Community Assessment and its Implications for the Conservation of Temporary Ponds in South West Spain. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems.** v.17: 175–193. 2007.

FERNÁNDEZ, H.R., & DOMÍNGUEZ, E. **Guía para la determinación de los artrópodos Bentónicos sudamericanos.** Universidad Nacional de Tucumán: Tucumán, Argentina. 2001.

GIRDNER, S. F., LARSON, G. L. Effects of Hydrology on Zooplankton Communities in High Mountain Pools, Mount Rainier National Park, USA. **Journal of Plankton Research.** v.17, 1731–1755. 1995.

GLEASON, R.A., EULISS N.H., HUBBARD, D.E., DUFFY, W.G. Invertebrate Egg Banks of Restored, Natural, and Drained Wetlands in the Prairie Pothole Region of the United States. **Wetlands.** v.24. n.3. p.562-572. 2004.

GOMES, A.S., MAGALHÃES, A.M.D. Jr. Arroz Irrigado no Sul do Brasil (Irrigated Rice in Southern Brazil). Embrapa, Pelotas Hill MO, Gauch HG (1980) Detrended Correspondence Analysis: An Improved Ordination Technique. **Plant Ecology.** v. 42.p.47–58. 2004.

HAIRSTON, J.R. Zooplankton Egg Banks as Biotic Reservoirs in Changing Environments. **Limnology and Oceanography.** v.41. n.5. p.1087-1092. 1996.

INNES, D. J.; SINGLETON, D.R. Variation in Allocation to Asexual and Asexual Reproduction among Clones of Cyclically Parthenogenetic *Daphnia pulex* (Crustacea: Cladocera). **Biological Journal of the Linnean Society.** v.71: 771–787. 2000.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Banco de Dados Meteorológicos para o ensino e pesquisa. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>> Acesso em: 5 Maio 2013.

JENKINS, D. G., BUIKEMA, A.L. Do Similar Communities Develop in Similar Sites? A Test with Zooplankton Structure and Function. **Ecological Monographs.** v.68. p. 421–443. 1998.

- JENKINS, K.M. & BOULTON, A.J. Community dynamics of invertebrates emerging from reflooded lake sediments: flood pulse and Aeolian influences. **International Journal of Ecology & Environmental Sciences**, n.24. p.179–192. 1998.
- JENKINS, KM. & BOULTON, A.J. Detecting Impacts and Setting Restoration Targets in Arid-Zone Rivers: Aquatic Micro-invertebrate Responses to Reduced Floodplain Inundation. **Journal of Ecology**. v. 44, n. 4, p. 823-832. 2007.
- MALTCHIK, L. Biodiversidade e Estabilidade em Lagoas do Semi-árido. **Ciência Hoje** 25: 64-67. 1999.
- MALTCHIK, L. Three new Wetlands Inventories in Brazil. **Interciência**. v. 28:421–423. 2003.
- MALTCHIK, L., ROLON, A.S., GUADAGNIN, D.L. STENERT, C. Wetlands of Rio Grande do Sul, Brazil: A Classification with Emphasis on Their Plant Communities. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 16, n. 2, p. 137-151. 2004.
- MAHONEY, D. L., MORT, M. A., TAYLOR, B. E. Species Richness of Calanoid Copepods, Cladocerans and Other Branchiopods in Carolina Bay Temporary Pools. **American Midland Naturalist**. v.123, p. 244–258. 1990.
- MERRITT, R.W. & CUMMINS, K.W. **An Introduction to the Aquatic Insects of North America**. 3<sup>a</sup> ed. Iowa, Kendall/Hunt Publishing Company. 1996.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Geoprocessamento I3GEO**. Portal do Software Público. Disponível em: <<http://mapas.mma.gov.br/i3geo/mma/googlemaps.phtml>> Acesso em 29 de Junho de 2014.
- MITSCH, W.J. & GOSSELINK, J.G. **Wetlands**. John Wiley & Sons, New York. 2000.
- NELSON, D. R. Current Status of the Tardigrada: **Evolution and Ecology**. v. 42, p. 652–659. 2002.
- NIELSEN, D.L., SMITH, F.J., HILLMAN, T.J., SHIEL, R.J., Impact of Water Regime and Fish Predation on Zooplankton Resting Egg Production and Emergence. **Journal of Plankton Research**. v 22. p.433–446. 2000.
- OKSANEN, J., KINDT, R., LEGENDRE, P., O'HARA, B., SIMPSON, G.L., SOLYMOS, P., STEVENS, M.H.H., & WAGNER, H. Vegan: Community Ecology Package. R Package Version 1.15–2.' Available at <[http://CRAN.Rproject.org/package=vegan\\_](http://CRAN.Rproject.org/package=vegan_)> Acesso junho 2014.
- PALAZZO, F.; BONECKER, C. C.; CAPELARI A. P. F. Resting Cladoceran Eggs and Their Contribution to Zooplankton Diversity in a Lagoon of the Upper Paraná River Floodplain. Lakes & Reservoirs: **Research and Management**. V.13. p. 207–214. 2008.
- PANARELLI, E. A., CASANOVA, S.M.C.; HENRY, R. The Role of Resting Eggs in the Recovery of Zooplankton Community in a Marginal Lake of the Paranapanema River. São Paulo, Brazil, After a Long Drought Period. **Acta Limnologica Brasiliense**. v. 20, no. 1, p. 75-90. 2008.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. 'R: A Language and Environment for Statistical Computing.' R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Available at <http://www.Rproject.Org>. Accessed 25 Jul 2014.



- RAMBO, B. A. **Fisionomia do Rio Grande do Sul**: Ensaio de Monografia Natural. São Leopoldo: Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS). 456 p. 2000.
- RAUTIO, M. Community Structure of Crustacean Zooplankton in Subarctic Ponds Effects of Altitude and Physical Heterogeneity. **Ecography**. v 21: 327-,135. 1998.
- RUPPERT E.E, BARNES R.D. **Zoologia dos Invertebrados**. Editora Roca. São Paulo. Ed. 6ª. 1996. P. 276-278 e 317 -323.
- SANTANGELO, J.M. Produção, Eclosão e Implicações Ecológicas e Evolutivas dos Estágios Dormentes do Zooplâncton. Limnotemas. **Sociedade Brasileira de Limnologia**. N. 7. ISSN 1806-7115. 2009.
- SANTANGELO, J.M.; ESTEVES, F.A.; MANCA, M.; BOZELLI, R.L. Abundance, Composition and Spatial Variation in The Egg Bank of a Tropical Zooplankton Community Studies. **Neotropical Fauna and Environment**. v. 46; n.3, p. 225-232, 2011. DOI: 10.1080/01650521.2011.632672.
- SHINE, C. & KLEMM, C. Wetlands, Water and the law: Using Law to Advance Wetland Conservation and Wise Use. Gland: **IUCN**. 1999.
- STANCZAK, M. & KEIPER, J.B. Benthic Invertebrates in Adjacent Created and Natural Wetlands in northeastern Ohio, USA. **Wetlands**. v.24. n.1. p.212-218. 2004.
- STENERT, C. & MALTCHIK, L. Influence of Area, Altitude and Hydroperiod on Macroinvertebrate Communities in Southern Brazil Wetlands. **Marine and Freshwater Research**. v.58. n.11. p.993-1001. 2007.
- STENERT, C., BACCA, R.C., AVILA, A.C., MALTCHIK L., ROCHA, O. Do Hydrologic Regimes Used in Rice Fields Compromise the Viability of Resting Stages of Aquatic Invertebrates? **Wetlands**. n.30. p.989-996. 2010.
- TAVERNINI S. Seasonal And Inter-annual Zooplankton Dynamics in Temporary Pools With Different Hydroperiods. **Limnologica**. v. 38 p.63-75. 2008.
- TAVERNINI, S., MURA, G., ROSSETTI, G. Factors Influencing The Seasonal Phenology And Composition Of Zooplankton Communities In Mountain Temporary Pools. **International Review of Hydrobiology**. v. 90, p. 358-375. 2005.
- THORP J.H; COVICH A.P. **Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates**. Editora Academic Press, London. 1991. ISBM: 0126906459. P.911. 501-515; 725-770 e 787 -807.
- VANDEKERKHOVE, J.; DECLERCK, S.; BRENDONCK, L, PORCUNA J.M.C.; JEPPESEN, E.; MEESTER, L. Hatching of Cladoceran Resting Eggs: Temperature and Photoperiod. **Freshwater Biology**. v. 50, p. 96-104.2005.
- WATERKEYN, A., GRILLAS, P., VANSCHOENWINKEL, B., BRENDONCK, L. Invertebrate community patterns in Mediterranean temporary wetlands along hydroperiod and salinity gradients. **Freshwater biology**. Blackwell Scientific Publications n.53, p. 1808-1822, ISSN 0046-5070. 2008.
- WELLBORN, G.A., SKELLY, D.K., WERNER, E.E. Mechanisms Creating Community Structure Across a Freshwater Habitat Gradient. Annual Review: of **Ecology on Systematic**. v. 27. p. 337-463. 1996.

WIGGINS G.B., MACKAY R.J.; SMITH I.M. Evolutionary and Ecological Strategies of Animals in Annual Temporary Pools. **Archiv Fur Hydrobiologie**. v. 58, 97–206. 1980.

WILLIAMS, D.D.; **The Biology of Temporary Waters**. Oxford University. Press. Inc. 2006. p.336.

ZIMMER, K.D., HANSON, M.A. & BUTLER, M.G. Factors Influencing Invertebrate Communities in Prairie Wetland: A Multivariate Approach. Canadian **Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**. n.57. p.76-85. 2000.

Tabela1- Valores médios das variáveis abióticas monitoradas no 14º dia (inicial) e no 46º dia (final), após a hidratação do sedimento de cada hidroperíodo, (HC = hidroperíodo curto, HM = hidroperíodo médio e HL = hidroperíodo longo).

VARIÁVEIS	HIDROPERÍODOS					
	HC inicial	HC final	HM inicial	HM final	HL inicial	HL final
pH	5,46	6,52	6,18	6,7	5,31	6,14
Condutividade - $\mu\text{S cm}^{-1}$	0,13	0,15	0,17	0,15	0,07	0,059
Oxigênio dissolvido - mg/L	5,22	7,23	6,37	4,84	6,82	6,09
Temperatura - °C	15,15	18,09	19,09	19,24	19,98	19,92

Fonte: Elaborado pela autora.

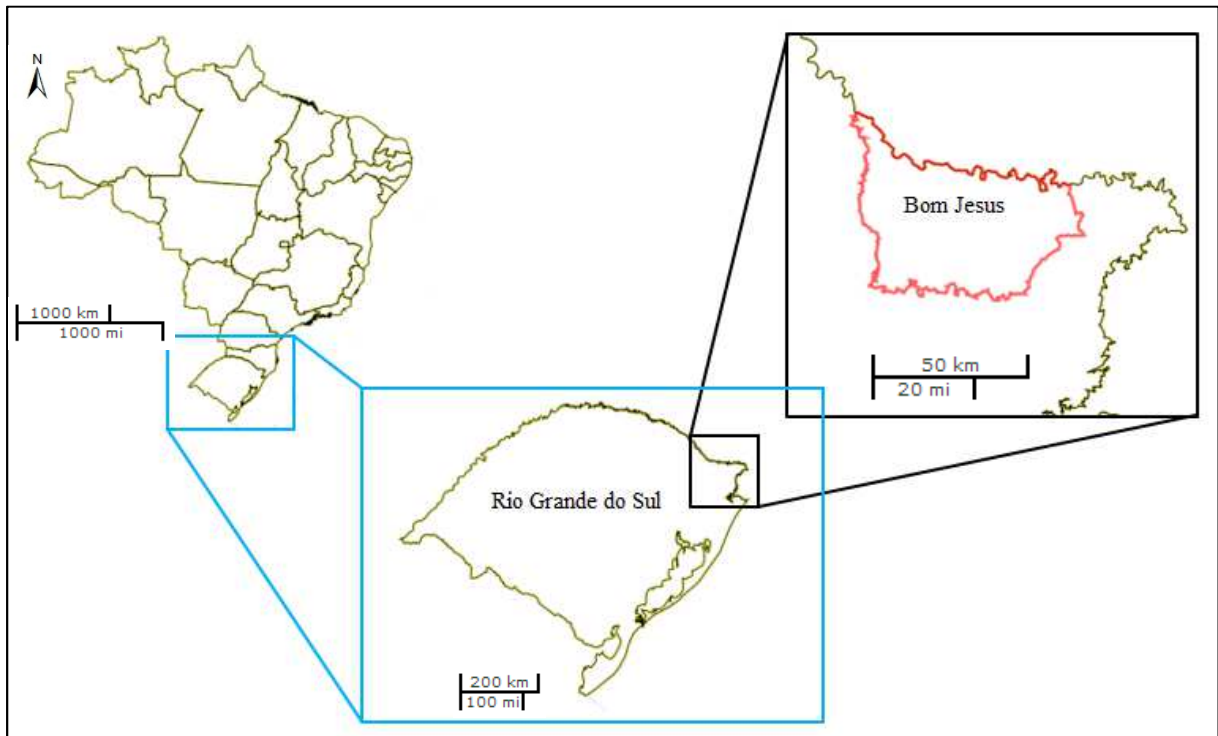
Tabela 2- Abundância de táxons de invertebrados amostrados em cada coleta ao longo do experimento nos hidroperíodos, curto = C, médio = M e longo = L.

Coletas/dias	1			7			14			21			32			39			46			53			60			67			
Hidroperíodo	C	M	L	C	M	L	C	M	L	C	M	L	C	M	L	C	M	L	C	M	L	C	M	L	C	M	L	C	M	L	
Ordem Cladóceras																															
<i>Simocephalus serrulatus</i>	94	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	225	128	245	254	25	31	28	48	0	
<i>Simocephalus mixtus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	14	4	19	388	210	146	102	204	6	
<i>Dunhevedia odontoplax</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Karualona muelleri</i>	0	0	3	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	3	34	0	0	413	345	479	23	1529	254	262	785	41	
<i>Leberis davidi</i>	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	7	1	0	7	0	2	61	10	0	51	7	16	35	18	18	17	0	49		
<i>Kurzia polyspina</i>	0	0	0	0	0	9	0	0	58	2	0	5	0	0	0	41	0	2	0	0	89	2	2	353	0	47	2255	74	85	1244	
<i>Alona ossiani</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	
<i>Alona guttata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Macrothrix elegans</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Ordem Acarina																															
Oribatidae	0	6	3	4	4	9	0	0	3	3	0	2	0	36	29	0	0	6	4	0	7	6	0	0	0	0	0	6	1	0	0
Filo																															
Tardigrada	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	3	1	9	2	0	72	14	55	275	88	159	404	392	578	876	1468	318	1479	1219	
Total	94	6	6	9	8	18	1	1	61	5	2	10	9	48	35	50	76	30	165	285	184	870	891	1504	1278	1372	4178	802	2601	2559	

Total geral de organismos - 19.868

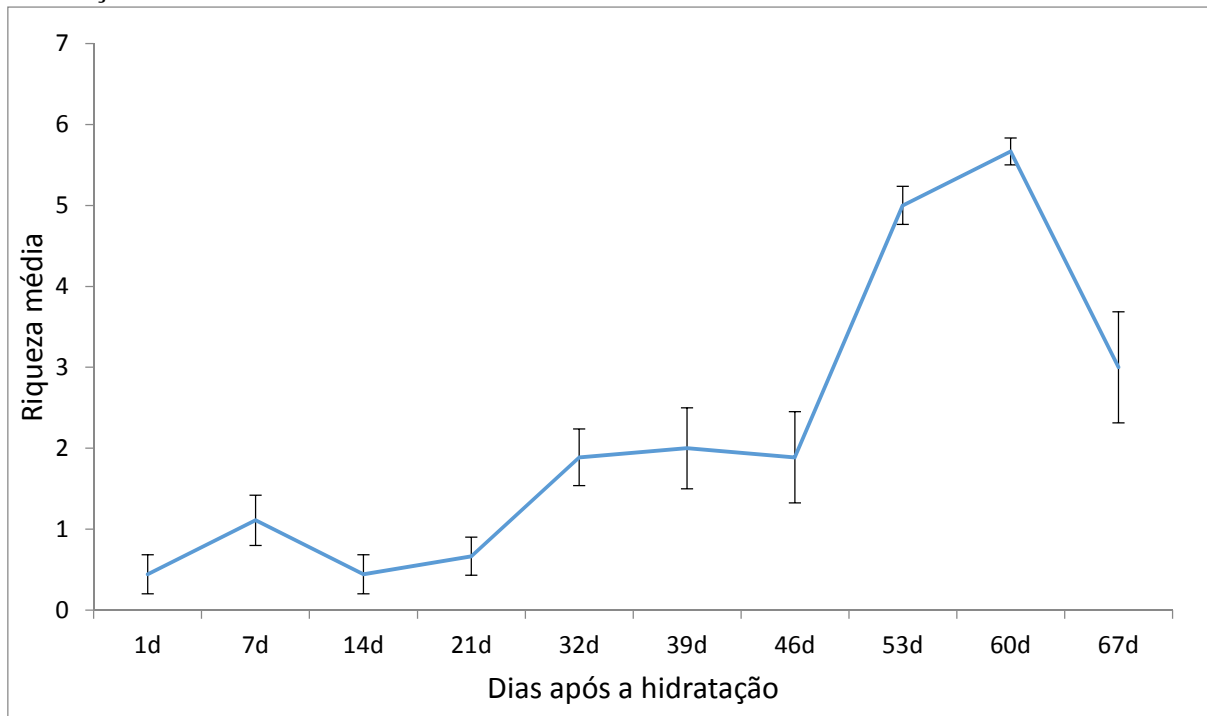
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo.



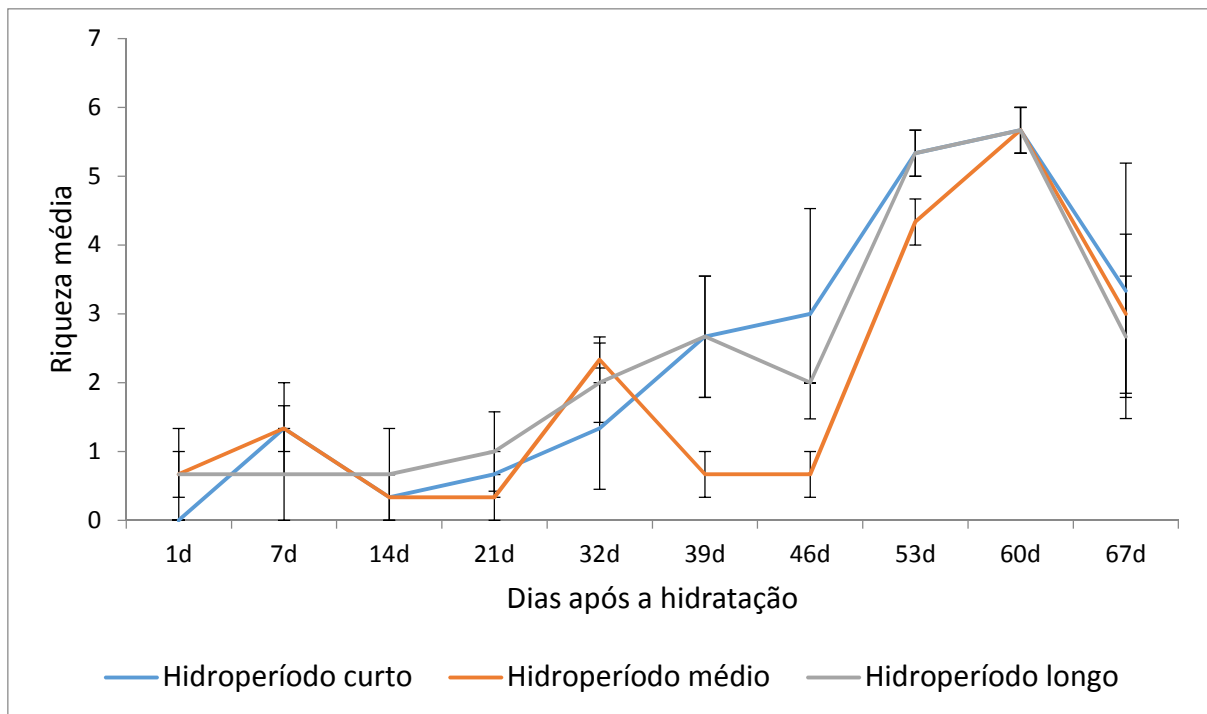
Fonte: elaborado pela autora no programa I3GEO. Portal do Software Público (MMA).

Figura 2 a) Riqueza média de invertebrados ao longo do experimento realizado após a hidratação do sedimento seco de áreas úmidas de altitude.



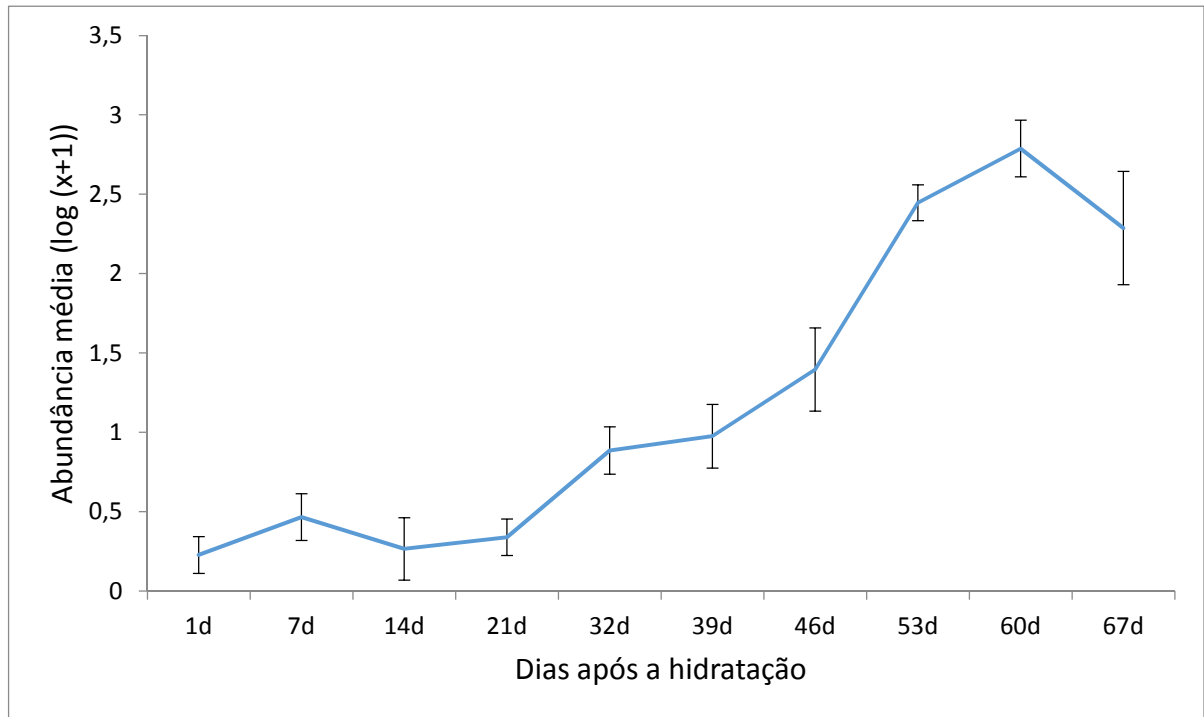
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 2 b) Riqueza média ao longo do experimento nos hidroperíodos curto, médio e longo (HC, HM e HL), após a hidratação do sedimento das áreas úmidas de altitude.



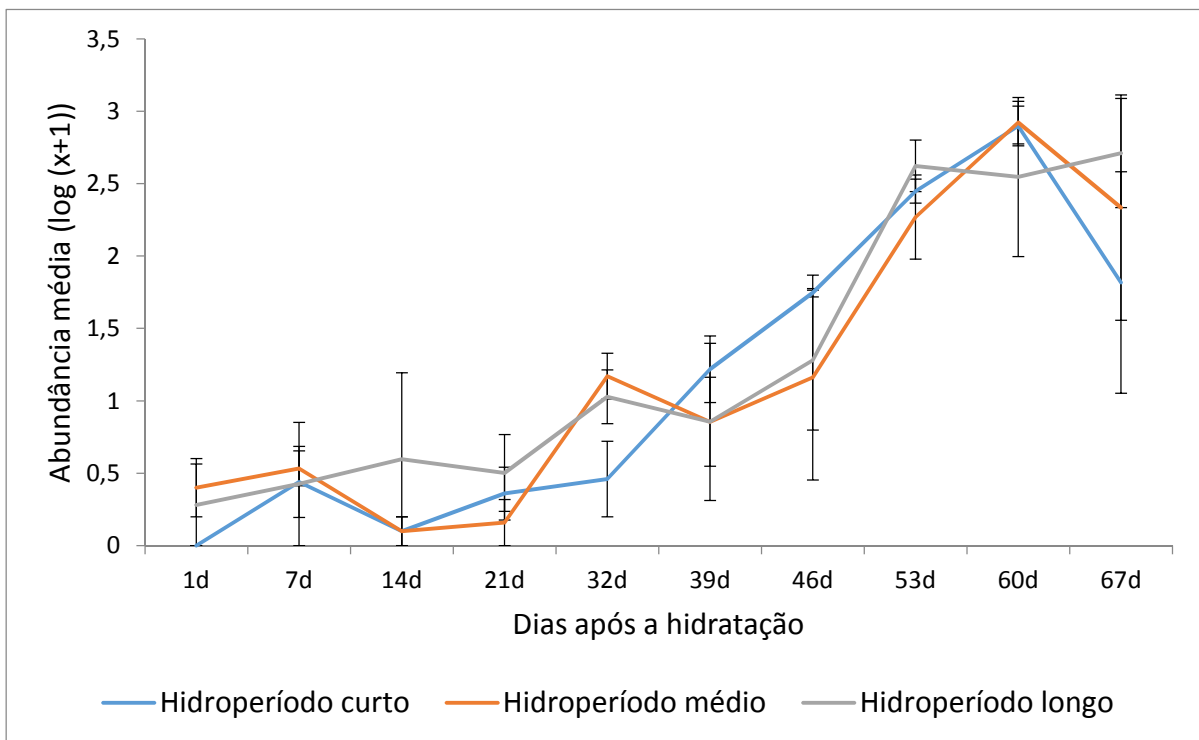
Fonte: elaborado pela autora

Figura 3 a) Abundância média de invertebrados ao longo do experimento realizado após a hidratação do sedimento seco de áreas úmidas de altitude.



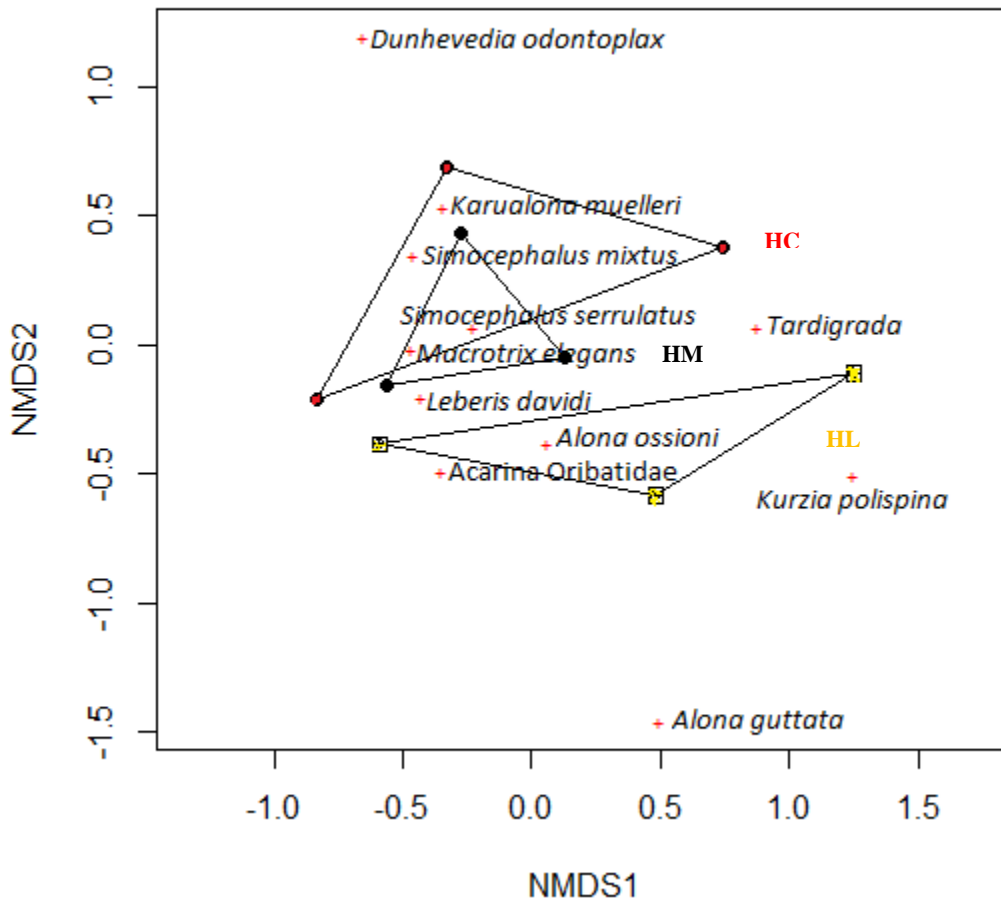
Fonte: elaborado pela autora.

Figura 3 b) Abundância média ao longo do experimento nos hidroperíodos curto, médio e longo (HC, HM e HL), após a hidratação do sedimento das áreas úmidas de altitude.



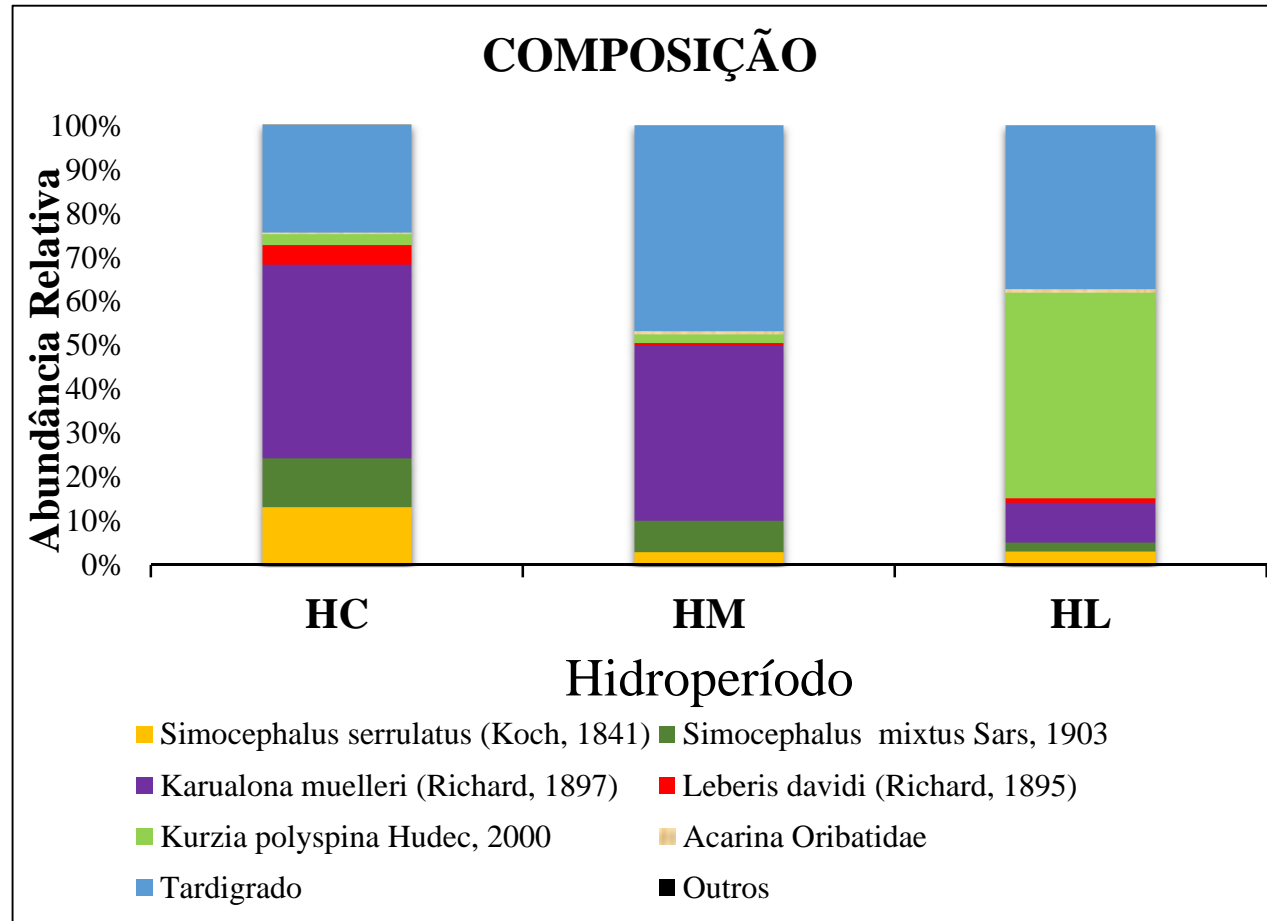
Fonte: elaborado pela autora

Figura 4) Diagrama de ordenação construído pela análise NMDS (Non-Metric Multidimensional Scaling). Os táxons mais associados ao hidroperíodo curto (HC) foram *Karualona muelleri* e *Simocephalus mixtus*, ao hidroperíodo médio (HM) foram *Simocephalus serrulatus* e *Macrotrix elegans*, e quanto ao hidroperíodo longo (HL), foram *Alona ossiani* e ácaros da família Oribatidae.



Fonte: elaborado pela autora.

Figura 5 – Abundância relativa de invertebrados aquáticos nos hidroperíodos analisados das áreas úmidas de altitude do Sul do Brasil.



Fonte: elaborado pela autora.

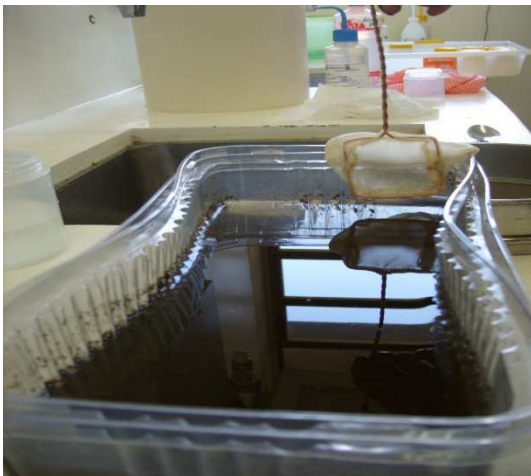


Figura 6 – Demonstração do experimento em laboratório.



Fonte – elaborado pela autora.

Figura 7- lavagem das amostras durante experimento.



Fonte – elaborado pela autora.