



Priscila da Silva Bugs

Ocorrência e Distribuição de isópodos terrestres
(Crustacea: Oniscidea) em três ambientes florestais na
Serra Geral, Rio Grande do Sul

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Biologia Animal.

Área de concentração: Biodiversidade

Orientador: Prof^ª. Dr^ª. Paula Beatriz de Araujo

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

PORTO ALEGRE

2010

Ocorrência e Distribuição de isópodos terrestres (Crustacea: Oniscidea) em três
ambientes florestais na Serra Geral, Rio Grande do Sul

Priscila da Silva Bugs

Dissertação de mestrado aprovada em ____/____/____

Dr^a. Alessandra Angélica de Pádua Bueno

Dr^a. Daniela da Silva Castiglioni

Dr. Maurício Pereira Almerão

“Em toda vida existem problemas...”

Mas enquanto se preocupa você os duplica...”

Agradecimentos



Esses dois últimos anos passaram tão rápido... e com ele muitos artigos para ler, muitas tarefas para cumprir, problemas para enfrentar, muitas soluções para descobrir... Agradeço por todos os momentos felizes e tristes que tive durante esses dois anos... muito aprendi com eles, muitos obstáculos venci e muitas lembranças ganhei...

Meus primeiros agradecimentos são para as pessoas que estiveram sempre ao meu lado durante minha vida... meus pais, Luiz e Vera, e meu irmão Diego... Obrigado por todo amor e confiança que sempre me dedicaram! Sempre me incentivaram a correr atrás de meus sonhos... dedico essa conquista a vocês!

Durante esses dois anos aprendi que o melhor amigo é aquele que te dá um puxão de orelhas quando é preciso, que te traz ar quando estamos quase sufocando, foi assim que o Adriano se tornou meu grande amigo acima de tudo... Agradeço-te por todo respeito, amor, amizade e companheirismo que me dedicou durante esses dois anos... Tu acreditaste em mim, mesmo quando eu não acreditava...

Agradeço a Aline, Carol e a Camila por me receberem muito bem quando ingressei no Laboratório de Carcinologia, meninas vocês me ensinaram muito, e me fizeram adorar cada vez mais o que fazemos! Agradeço por ter compartilhado esse tempo com pessoas tão maravilhosas... Prof. Backup,

Prof.^a. Georgina, Carina, Cainã, Cintia, Bianca, Ivan, Daiana, Ana, Kelly, Prof. Sandro, Diego, e Helena. Camila... obrigado pela companhia durante os verões no laboratório... e pelas coletas perigosas!

Aos amigos que conquistei durante essa jornada, Daniel, o garoto de Erechim; Rodrigo, o salvador da dissertação, e Denis, companheiro de tantos cafés. Obrigado por compartilharem comigo muitos momentos de dificuldade, alegrias e conversas filosóficas... Vocês conquistaram um lugar privilegiado em meu coração.

Agradeço ao Dr. Ricardo Ott pela doação do material desta dissertação e ao Dr. Milton Mendonça pelo auxílio com a estatística. A Capes pela concessão da bolsa de mestrado.

E por fim a pessoa que com seu enorme coração acreditou na garota desconhecida que numa manhã de inverno bateu em sua porta desejando trabalhar com tatuzinhos de jardim... Paula... não sei como te agradecer por todos os ensinamentos, não só sobre tatuzinhos, mas sobre a vida... Obrigado!



*Esta pesquisa foi realizada a partir do material cedido pelo
Pesquisador Dr. Ricardo Ott, sendo material excedente de suas coletas no
Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró Mata/
São Francisco de Paula – RS.*

Sumário

Lista de Figuras	
Lista de Tabelas	
Resumo	
Abstract	
Introdução	
O sistema solo-serapilheira	
Isópodos: crustáceos da fauna edáfica	
Ocorrência, distribuição e diversidade de isópodos terrestres	
Paisagens do RS: a introdução do plantio de <i>Pinus</i>	
Objetivo Geral	
Objetivos específicos	
Justificativa	
Material e Métodos	
Área de Estudo e Desenho Amostral	
Mata Primária (Floresta Ombrófila Mista)	
Mata Secundária (Floresta Ombrófila Densa)	
Área de Plantio de <i>Pinus</i>	
Análise de Dados	
Diversidade <i>Alfa</i>	
Diversidade <i>Beta</i>	
Traços de história de vida das duas espécies mais freqüentes	
Resultados	
Diversidade <i>Alfa</i>	
Diversidade <i>Beta</i>	
Traços de história de vida das duas espécies mais freqüentes	
<i>Atlantoscia floridana</i>	
<i>Balloniscus glaber</i>	
Discussão	
Considerações Finais	

Referências bibliográficas	
Anexo – Normas da Revista Iheringia	

Lista de Figuras

Fig. 01: Mapa Rio Grande do Sul – em destaque Pró-Mata.	
Fig. 02: Vista geral da Mata Primária.	
Fig. 03: Serapilheira da Mata Primária	
Fig. 04: Vista geral da Mata Secundária	
Fig. 05: Serapilheira da Mata Secundária	
Fig. 06: Área de plantio de <i>Pinus taeda</i>	
Fig. 07: Serapilheira da área de plantio de <i>Pinus taeda</i>	
Fig. 08: Vista ventral de uma fêmea ovígera de isópodo terrestre; detalhe: marsúpio.	
Fig. 09: Indivíduo adulto de <i>Atlantoscia floridana</i> .	
Fig. 10: Indivíduo adulto de <i>Balloniscus glaber</i> .	
Fig. 11: Abundância (Log. N) e Riqueza de acordo com as áreas.	
Fig. 12: Abundância de fêmeas, fêmeas ovígeras, fêmeas pós-ovígeras, manca, machos e juvenis de <i>Atlantoscia floridana</i> ao longo das estações do ano na Mata Primária.	
Fig. 13: Abundância de fêmeas, fêmeas ovígeras, fêmeas pós-ovígeras, manca, machos e juvenis de <i>Atlantoscia floridana</i> ao longo das estações do ano na Mata Secundária.	
Fig. 14: Abundância de fêmeas, fêmeas ovígeras, fêmeas pós-ovígeras, manca, machos e juvenis de <i>Atlantoscia floridana</i> ao longo das estações do ano nas Plantações de <i>Pinus</i> .	
Fig 15: Abundância de fêmeas, fêmeas ovígeras, fêmeas pós-ovígeras, manca, machos e juvenis de <i>Balloniscus glaber</i> ao longo das estações do ano na Mata Primária. s.	
Fig. 16: Abundância de fêmeas, fêmeas ovígeras, fêmeas pós-ovígeras, manca, machos e juvenis de <i>Balloniscus glaber</i> ao longo das estações do ano na Mata Secundária.	

Lista de Tabelas

Tabela I: Análise de Similaridade (ANOSIM) entre os ambientes com base em Bray-Curtis.	
Tabela II: Análise de Similaridade (ANOSIM) entre os ambientes com base em Simpson.	
Tabela III: Percentual de Similaridade (SIMPER) de cada espécie por área.	
Tabela IV: Fêmeas ovígeras e fecundidade de <i>Atlantoscia floridana</i> .	
Tabela V: Equação da fecundidade de acordo com as classes de tamanho por área de <i>Atlantoscia floridana</i> .	
Tabela VI: Fêmeas ovígeras e fecundidade de <i>Balloniscus glaber</i> .	
Tabela VII: Equação da fecundidade de acordo com as classes de tamanho por área de <i>Balloniscus glaber</i> .	

Resumo

A subordem Oniscidea Latreille, 1829 é a única ordem de Isopoda que abriga espécies verdadeiramente terrestres. Formam um importante e dominante componente nas comunidades de meso e macro-decompositores de solo. Suas atividades causam um impacto considerável na decomposição através da promoção da respiração microbiana e alterações na química dos detritos. No presente estudo investigou-se a abundância, diversidade e composição de espécies de isópodos terrestres em três formações vegetais, na Serra Geral do Rio Grande do Sul – Brasil. A área compreende duas formações espontâneas (Mata Primária e Mata Secundária) e área de plantação de *Pinus* abandonada, em estágio de sucessão. Para cada área, foram consideradas duas subáreas, contendo dois transectos com 5 armadilhas de queda em cada um, as quais ficaram operantes de 2001 a 2002. Os dados obtidos possibilitaram a realização de inferências sobre as características populacionais apresentadas por duas espécies: *Atlantoscia floridana* e *Balloniscus glaber*. *Atlantoscia floridana* é a espécie mais frequente nas três áreas: 145 indivíduos em Mata Primária, 194 em Mata Secundária e 105 em plantações de *Pinus*. *Balloniscus glaber* apresentou abundância de 80 indivíduos em Mata Primária, 82 em Mata Secundária e um indivíduo em plantações de *Pinus*. A Análise de Similaridade revelou diferença quantitativa entre as áreas, mas não diferença qualitativa. Foram identificados *Doubletons* para mata primária (*Alboscia silveirensis*) e plantação de *Pinus* (*Benthana araucariana*) e *Singletons* para a mata secundária (*A. silveirensis*, *B. araucariana* e *Styloniscus otakensis*) e plantação de *Pinus* (*B. glaber*). Obteve-se também o registro de uma *Duplicata* (*A. silveirensis*) para mata primária e secundária. A Proporção

Sexual Operacional (OSR) de *A. floridana* seguido do Teste G, não verificou diferença entre a proporção sexual apresentada dentro das áreas ou em relação ao esperado 1:1. *Atlantoscia floridana* apresentou correlação significativa entre o tamanho da fêmea e o tamanho da prole para as três áreas. A menor fêmea ovígera foi encontrada em área de *Pinus* (0.968mm). Fêmeas ovígeras e pós-ovígeras ocorreram nas estações de verão, outono e primavera (Mata Primária e Plantação de *Pinus*) e nas quatro estações (Mata Secundária). Quanto à abundância de *A. floridana* não apresentou diferença significativa entre as áreas. Representantes de todas as classes ocorrem em todas as áreas. Para *Balloniscus glaber* a Proporção Sexual Operacional (OSR) seguido do Teste G verificou diferença quanto à proporção esperada de 1:1, mas não diferença entre as áreas. Não foi apresentada correlação significativa entre o tamanho da fêmea e o tamanho da prole na Mata Primária e Mata Secundária. Fêmeas ovígeras e pós-ovígeras ocorreram nas estações de verão e outono (Mata Primária e Mata Secundária). Quanto à abundância *B. glaber* não apresentou diferença significativa entre as áreas. Representantes de todas as classes ocorrem na Mata Primária e Mata Secundária. Em Plantação de *Pinus* ocorreu o registro de somente uma fêmea no verão de 2001. A menor fêmea ovígera foi encontrada em Mata Primária.

Palavras chave: Diversidade, Serra Geral, isópodos terrestres, *Atlantoscia floridana*, *Balloniscus glaber*.

Abstract

The suborder Oniscidea Latreille, 1829 is the only Isopoda order that has truly terrestrial species. This group is an important and dominant portion of the soil meso and macro faunal community. Their activity causes considerable impact in decomposition through the increase on microbial respiration and detritus chemical alteration. The present study investigated the abundance, diversity, and species composition of terrestrial isopods in three vegetal formations in the Serra Geral of Rio Grande do Sul – Brazil. The area comprises two spontaneous formations (primary and secondary forests) and an abandoned *Pinus* plantation in succession stage. For each area, two sub-areas were taken into account; constituting two transects containing 10 pitfall traps each, that were kept during 2001 and 2002. The obtained data permitted inferences regarding the population characteristics of two species: *Atlantoscia floridana* and *Balloniscus glaber*. *Atlantoscia floridana* was the most frequent species in the three areas: 145 individuals in primary forest, 194 in secondary forest and 105 in *Pinus* plantation. *Balloniscus glaber* presented an abundance of 80 individuals in primary forest, 82 in secondary forest and one individual in *Pinus* plantation. The similarity analysis revealed quantitative but not qualitative difference between the areas. Doubletons were identified in primary forest (*Alboscia silveirensis*) and *Pinus* plantation (*Benthana araucariana*) and Singletons were identified for secondary forest (*A. silveirensis*, *B. araucariana* and *Styloniscus otakensis*) and *Pinus* plantation (*B. glaber*). One *Duplicata* (*A. silveirensis*) was also registered for primary and secondary forest. The operational sexual proportion (OSR) of *A. floridana* followed by G Test was not different between observed and expected 1:1 sexual

proportion in the areas. *Atlantoscia floridana* presented significant correlation between female size and offspring number in the three areas. The smallest ovigerous female was found in the area with *Pinus* (0.968mm). There was no difference in the abundance of ovigerous and post ovigerous females. Both females were present in the samples from summer, fall and spring (primary forest and *Pinus* plantation) or in the four seasons (secondary forest). Regarding the abundance of *Atlantoscia floridana*, there was no significant difference between the different areas. Individuals of all classes were present in all areas. The OSR of *B. glaber* had no significant difference between the sampled number of females and males. Through G Test it was verified difference from the expected 1:1 proportion, but no difference between the areas. There was no significant correlation between female size and offspring number for primary and secondary forest. There was no significant difference regarding the abundance of ovigerous and post ovigerous females. Both females were present in the samples from summer and fall (primary and secondary forest). There was no significant difference in abundance of *B. glaber* between the areas. Individuals of all classes were present in primary and secondary forest. In *Pinus* plantation, there was only one female in the summer of 2001. The smallest ovigerous female was found in primary forest.

Key words: Diversity, Serra Geral, terrestrial isopods, *Atlantoscia floridana*, *Balloniscus glaber*.

Introdução

O sistema solo-serapilheira

A serapilheira é constituída por fragmentos vegetais, resíduos de animais na superfície do solo, propiciando assim o surgimento de microhabitats naturais para uma grande variedade de organismos. Estes diferem em tamanho e metabolismo e são responsáveis por inúmeras funções (MOÇO *et al.* 2005; PODGAISKY *et al.* 2007). O principal e mais diverso componente deste ecossistema é a fauna edáfica, que ocupa uma enorme variedade de nichos funcionais e microhabitats ao longo de uma vasta escala espacial e temporal (KREMEN *et al.* 1993). A sua distribuição está condicionada a características químicas e físicas de seu substrato, em especial o pH do solo que determina a distribuição em micro e macro escala (ZIMMER *et al.* 2000). A diversidade desta fauna está relacionada a grande variedade de recursos e microhabitats que o sistema solo-serapilheira oferece e com as condições de formação de húmus, onde exerce grande influência através da decomposição (LAVELLE 1996; IRMLER 2000). A fauna edáfica exerce um papel importante no sistema solo-serapilheira, estando intimamente associada aos processos de decomposição (VINK & SRI PURWANTI 1994; WANG, RUAN & WANG 2009) e ciclagem de nutrientes, contribuindo de maneira significativa para a fertilidade do solo, através da promoção da estabilidade e produtividade do ecossistema (LAVELLE 1996; ZIMMER 2003).

A composição faunística e seus respectivos grupos funcionais são importantes na avaliação da qualidade do solo e na detecção de processos de degradação do mesmo (DORAN & WEISS 2000) que pode ser acessada através do decréscimo da

diversidade. Este decréscimo pode influenciar na decomposição da serapilheira, que é um processo importante e regulatório das comunidades deste sistema, alterando as características da matéria orgânica disponível no solo. Neste cenário, os isópodos terrestres são importantes no processo de decomposição da serapilheira, atuando diretamente na fragmentação da matéria orgânica (LOUREIRO *et al.* 2006).

Isópodos Terrestres: crustáceos da fauna edáfica

O subfilo Crustacea compreende o quarto maior grupo em riqueza de espécies de metazoários do planeta, seguindo insetos, quelicerados e moluscos (CRANDALL *et al.* 2009). O subfilo abrange 849 famílias em 42 ordens e seis classes, totalizando cerca de 62.000 espécies descritas (MARTIN & DAVIS 2001). Dentre as seis classes de Crustacea, Malacostraca Latreille 1806 é considerada a mais diversa, abrigando a maioria dos crustáceos. A superordem Peracarida Calman, 1904 abriga entre outras, a ordem Isopoda Latreille, 1829, a qual inclui espécies aquáticas, dulcícolas e terrestres. A subordem Oniscidea Latreille, 1829 é a única subordem de Isopoda que abriga espécies verdadeiramente terrestres (SUTTON 1980). São representantes de uma linhagem evolutiva interessante dentro de Crustacea, sendo um dos poucos grupos a emergir do ambiente aquático e se tornar independente dele para reprodução (HOLDICH 1984).

A transição mar-terra dos isópodos terrestres provavelmente ocorreu via zona litorânea (EDNEY 1968), pois se acredita que Oniscidea tenha evoluído de ancestrais marinhos, que habitavam a zona intertidal, e por estarem localizados nesta faixa, adquiriram a habilidade de permanecer por longos períodos longe da água (SUTTON

1980). A água é o elemento chave na evolução e função dos ecossistemas terrestres, e fator determinante na extensão e sucesso dos organismos habitantes na imensa variedade de ambientes existentes na terra (HADLEY 1994). A ocorrência de Oniscidea é registrada para quase todos os tipos de habitats, não possuindo registros de ocorrência apenas para os pólos.

Os isópodos terrestres se adaptaram à vida na terra por uma série de modificações fisiológicas, associadas a modificações estruturais e comportamentais (BRERETON 1957, EDNEY 1968), dentre estas: (I) aquisição de pulmões pleopodais: em substituição às brânquias nas espécies marinhas; localizado nos pleópodos, de forma laminar a fim de minimizar as perdas de água, capacitando assim a tolerância ao ar muito seco; (II) controle da evaporação de água através da superfície do corpo e através de alterações comportamentais como a preferência por locais úmidos e abrigados da luz; e (III) sistema reprodutivo: presença de marsúpio fechado que proporciona independência de corpos de água para o desenvolvimento dos filhotes (HADLEY 1994, ARAUJO 1999, VILLANI *et al.* 1999).

Ao longo da colonização dos ambientes terrestres os oniscídeos foram se tornando elementos importantes nas comunidades de meso e macro-decompositores de solo (ARAUJO & BOND-BUCKUP 2005) atuando na ciclagem de nutrientes (LAM *et al.* 1991; LAVELLE *et al.* 2006). São animais primariamente detritívoros (SUTTON 1980), saprófagos, fungívoros, mas alimentam-se também de plantas verdes (SUTTON 1980; LEISTIKOW 2001; LOPES *et al.* 2005). Suas atividades causam um impacto considerável na decomposição por: promoção da respiração microbial e alterações na química dos detritos, isso aumenta as evidências de que não somente a abundância de espécies

como também a diversidade de isópodos e a composição de espécies são afetadas nestes processos (MOSS & HASSALL 2006). Eles podem selecionar seu habitat de acordo com o clima regional e a disposição e qualidade de alimento (TAJOVSKÝ 1998; ZIMMER 2003).

Ocorrência, distribuição e diversidade de isópodos terrestres

A diversidade indica variedade de espécies, podendo ou não incluir informações sobre a importância relativa de cada uma (MELO 2008). Conhecer a diversidade de espécies numa área é fundamental para a compreensão da natureza e, por extensão, para aperfeiçoar o gerenciamento da área em relação a atividades de exploração de baixo impacto, conservação de recursos naturais ou recuperação de ecossistemas degradados (MELO 2008).

O Brasil meridional, em especial o Estado do Rio Grande do Sul como área de transição biogeográfica entre o Brasil tropical e os biomas temperados dos espaços peri-platinos, abriga uma fauna de crustáceos muito rica, com representantes de quase todos os grupos sistemáticos (BUCKUP & BOND-BUCKUP 1999). São conhecidas cerca de 3.700 espécies de Oniscidea (LEISTIKOW 2001; SCHMALFUSS & WOLF-SCHWENNINGER 2002), dentre estas, mais de 200 são conhecidas para a Região Neotropical (ARAUJO *et al.* 1996). No entanto, a descrição desta diversidade constitui um pequeno passo rumo à elaboração de estratégias de conservação. Para que essas informações sobre diversidade englobem muito mais que apenas dados numéricos é importante que estas

estejam acompanhadas de dados sobre a biologia das espécies envolvidas (ALMERÃO *et al.* 2006).

A maioria dos animais existentes em habitats terrestres são invertebrados membros de comunidades decompositoras, porém a fauna de solo ainda é pouco estudada (WOLTERS 2001; LOPES *et al.* 2005; SMITH, POTTS & EGGLETON 2008). No Brasil são poucos os estudos focando uma análise da diversidade de isópodos terrestres (LOPES *et al.* 2005). Por outro lado, esta escassez de informações sobre a diversidade do grupo, não se restringe apenas ao Brasil. Dos muitos trabalhos sobre a sistemática de oniscídeos que vem sendo realizados desde o século passado, apenas alguns apontam para a diversidade e ecologia (PAOLETTI 1989; SUTTON & HARDING 1989; ARAUJO *et al.* 1996; PAOLETTI & CANTARINO 2002; ARAUJO & BOND-BUCKUP 2005; SFENTHOURAKIS *et al.* 2005; LOPES *et al.* 2005; ALMERÃO *et al.* 2006; QUADROS *et al.* 2007; QUADROS & ARAUJO 2008; QUADROS *et al.* 2008; SFENTHOURAKIS *et al.* 2008).

Através da utilização de armadilhas de solo foi analisada a riqueza de isópodos terrestres nas Ilhas Aegean (Grécia) (SFENTHOURAKIS 1996). Estudos sobre a diversidade de isópodos terrestres em sistemas inundados e não inundados foram realizadas no Sul da Moravia (República Tcheca)(TAJOVSKÝ 1998.)

A influencia da elevação geográfica nas comunidades de isópodos terrestres através da riqueza de espécies em três montanhas foi realizada em Creta (Grécia)(LYMBERAKIS *et al.* 2003). Já o desenvolvimento da estrutura de comunidades de isópodos terrestres após uma estação de verão marcada por muitas enchentes foi alvo de estudos na Morávia (TUF 2003). O efeito da altitude na diversidade de

isópodos terrestres é alvo de alguns estudos (SFENTHOURAKIS *et al.* 2005; SFENTHOURAKIS *et al.* 2008).

Estudos comparativos enfocando as modificações ao ambiente pelos isópodos terrestres são escassos. O constante aumento do plantio de espécies exóticas, tais como o *Pinus*, mantém-se relativamente maior do que o número de estudos enfocando os possíveis impactos destas sobre a fauna edáfica.

Paisagens do RS: a introdução do plantio de *Pinus*

O Rio Grande do Sul, estado mais austral do Brasil, apresenta uma grande variedade de ecossistemas. Lagoas, dunas, banhados, campos e florestas compõem diferentes paisagens. A fisionomia do estado é marcada principalmente pelos traços fortes de três paisagens distintas: Planície Costeira, Planalto e Serra Geral (MARCUIZZO *et al.* 1998).

A Mata Atlântica é a mais rica floresta tropical úmida do mundo, possui atualmente somente 12% de sua extensão original. É considerada uma das florestas tropicais mais ameaçadas de extinção é um dos “*hotspots*” da biodiversidade mundial e prioritária para sua conservação em nível global (MYERS *et al.* 2000). Possui excepcional concentração de espécies com grandes níveis de endemismo, sendo a maioria destas considerada ameaçada de extinção (MYERS 1988).

Espécies exóticas de árvores tais como *Pinus* spp.(Pinaceae) e *Eucalyptus* spp (Myrtaceae) (BALDISSERA *et al.* 2008) possuem histórico de cultivo de mais de um

século, sendo inicialmente introduzidas para fins ornamentais. A partir de 1950 iniciou-se o processo de comercialização para produção de matéria-prima para as indústrias de madeira serrada e laminada, chapas, resina, celulose e papel. Inicialmente, os plantios mais extensos foram estabelecidos nas Regiões Sul e Sudeste, com as espécies *P. taeda* (produção de matéria-prima para as indústrias de celulose e papel) e *P. elliottii* (madeira serrada e extração de resina). Com o aumento crescente destes sistemas de plantio surgiu à necessidade de novas abordagens relacionando-os com a fauna edáfica.

A serapilheira de *Pinus* contém muitos componentes impalatáveis aos animais edáficos (VINK & SRI PURWANTI 1994), porém, alguns microorganismos são capazes de melhorar a palatabilidade da serapilheira pelo enfraquecimento da estrutura física e química (HASSALL & RUSHTON 1984). Tais microorganismos aceleram o processo de quebra das defesas físicas pelo “amaciamento” da serapilheira, aumentando os nutrientes da mesma e servindo de alimento para muitos organismos, auxiliando no processo digestivo pela secreção de exo-enzimas (HASSALL & RUSHTON 1984). As taxas de consumo e assimilação de tal serapilheira são relativamente baixas quando comparadas a outras espécies de árvores (SOUSA *et al.* 1998; LOUREIRO *et al.* 2006).

O uso de diferentes coberturas vegetais e de práticas culturais parece atuar diretamente sobre a fauna edáfica (GIRACCA *et al.* 2003). A profundidade da serapilheira também é associada com o sucesso da colonização e diversificação de muitos grupos de artrópodos de solo (NAKAMURA *et al.* 2003). Muitas vezes os animais de solo possuem distribuição restrita, as causas podem variar, mas em muitos casos é devido à heterogeneidade ambiental em pequena escala, a existência dos

microhabitats que poderiam ser mais ou menos atrativos para uma determinada população (SZLAVECZ 1985).

Diversos trabalhos, sejam com o enfoque conservacionista ou agropecuário, enfocam as plantações (monoculturas e policulturas) de espécies exóticas. Tais estudos estão em evidência na atualidade por analisarem a decomposição de serapilheira e a atuação das comunidades de artrópodos de solo, bem como o impacto destas plantações sobre a fauna edáfica (SOMA & SAITÔ 1983; FIGUEIREDO-FILHO *et al.* 1996; RADEA & ARIANOUTSOU 2000; BACKES *et al.* 2005; ERSKINE *et al.* 2006; JOSE *et al.* 2006; KELTY 2006; NICHOLS *et al.* 2006; SIMPSON & OSBORN 2006; BALDISSERA, *et al.* 2008; FONSECA *et al.* 2009; RIBEIRO-TROIAN *et al.* 2009).

Estudos sobre a diversidade de artrópodos de solo em matas nativas e em plantio de espécies exóticas, nem sempre comprovam que o plantio seja prejudicial à fauna edáfica. Alguns grupos de invertebrados, como aranhas e colêmbolos comprovam isso (BALDISSERA *et al.* 2008; RIBEIRO-TROIAN *et al.* 2009). Muitas destas plantações de espécies exóticas podem fornecer condições para a colonização e estabelecimento de comunidades de invertebrados, tais como aranhas (BALDISSERA *et al.* 2008). Estudos comparativos sobre as alterações do solo e serapilheira em plantações de *Pinus* comprovam que diferentes comunidades de artrópodos de solo, responderam diferentemente a diferentes tipos de florestas e plantações em diferentes localizações geográficas. Exigindo assim que outros estudos comparativos e extensos sejam necessários para o entendimento do impacto destas plantações, e para o ideal manejo destas áreas (BIRD *et al.* 2004).

Objetivo Geral

Descrever a ocorrência e distribuição de isópodos terrestres em três diferentes ambientes florestais (mata primária, mata secundária e plantio de *Pinus*) na Serra Geral do Rio Grande do Sul, através da diversidade *alfa* e *beta*.

Objetivos Específicos

➤ Ampliar o conhecimento sobre a composição da fauna de isópodos terrestres do sul do Brasil.

➤ Descrever a diversidade de isópodos terrestres nos três ambientes vegetais em termos de abundância de indivíduos, riqueza de espécies e dominância.

➤ Analisar traços de história de vida (período reprodutivo, fecundidade e Proporção Sexual Operacional) das espécies mais abundantes de isópodos terrestres nos três ambientes florestais

Justificativa

Analisar a diversidade e a importância de determinados grupos funcionais contribui para a compreensão da capacidade reguladora da fauna edáfica nos ecossistemas (MERLIN 2005). O monitoramento destes grupos no sistema solo-serapilheira permite não só uma inferência sobre a funcionalidade destes organismos, mas também uma indicação simples da complexidade ecológica dessas comunidades (MOÇO *et al.* 2005). Apesar do aumento na consciência acerca da importância do planejamento e da conservação global, ainda é relativamente pequena a atenção dada ao inventariamento e monitoramento de artrópodos terrestres. Devido ao grande papel desempenhado pelos isópodos terrestres, julga-se necessário o inventariamento destas populações em diferentes ambientes, com diferentes coberturas vegetais em termos de riqueza e abundância de espécies. Estudos valorizando o possível impacto das plantações de espécies exóticas tais como as de *Pinus sp.* sobre essas populações são importantes para a verificação do grau de suas modificações ao ambiente. Tais modificações podem ser acessadas através das taxas de fecundidade, proporção sexual, tamanho mínimo das fêmeas ovígeras, bem como o período reprodutivo das espécies encontradas em tais ambientes.

Material e Métodos

Área de Estudo e desenho amostral

O presente estudo foi conduzido no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata – CPCN Pró Mata, no município de São Francisco de Paula, sul do Brasil (Fig. 01). Nesta área ocorre o contato de três regiões fitoecológicas (Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Densa e Savana), além da presença de algumas espécies da Região da Floresta Estacional Semidecidual, situada a sudoeste (BERTOLETTI & TEIXEIRA 1995), o local apresenta ainda áreas de silvicultura de *Pinus*. A área é constituída pela Formação Serra Geral, que agrupa uma espessa seqüência de vulcanitos, eminentemente basálticos, contendo rochas efusivas ácidas intercaladas, mais abundantes no topo. Geomorfologicamente esta incluído na borda leste do Planalto das Araucárias (BERTOLETTI & TEIXEIRA 1995).



Fig. 01: Mapa do Rio Grande do Sul – o círculo vermelho representa a localização do CPCN Pró-Mata (FONTE: <http://www.scp.rs.gov.br/atlas/exibelmq.asp?img=512> adaptado).

As amostragens foram realizadas em três áreas em três diferentes tipos de ambientes florestais: mata primária, mata secundária e plantio de *Pinus* (*Pinus taeda* Linnaeus, 1753 e *Pinus elliottii* Engelm, XXXX). Cada área (Mata Primária, Mata Secundária e *Pinus*) contém duas subáreas, possuindo dois transectos independentes. Cada transecto possuía cinco armadilhas de queda distantes 10 metros entre si.

As armadilhas de queda são utilizadas para a captura da meso e macrofauna que atuam na interface solo-serapilheira (LUFF 1975; ADIS 1979; DEVIDE & CASTRO 2009). A utilização das armadilhas de solo é vantajosa, pois possibilita ao pesquisador:

simplicidade, viabilidade econômica e funcionamento durante contínuo. Sua eficiência na captura é, porém, afetada por fatores como o diâmetro da armadilha e o tipo de líquido de preservação (SANTOS *et al.* 2007). A armadilha de solo foi composta por copo plástico descartável de 500 ml (diâmetro 10cm e profundidade 15cm). O preservante usado foi formalina 4% com gotas de detergente doméstico para minimizar a tensão superficial. A cada amostragem o preservante foi renovado (± 30 dias). Para evitar perturbações ocasionadas pela chuva e entrada de detritos, uma cobertura foi utilizada cerca de 10 cm acima da borda dos copos. As armadilhas operaram de março de 2001 até maio de 2002, abrangendo dois períodos de verão e um período de inverno. Contabilizaram-se 14 datas amostrais até a retirada das armadilhas.

Em laboratório os indivíduos foram identificados, e medidos quanto à largura do cefalotórax (medida da largura no plano horizontal do animal, dorsalmente ao nível dos olhos, incluindo os mesmos) (SUNDERLAND *et al.* 1976). A determinação específica foi possível através da comparação das características apresentadas com as descrições existentes na literatura especializada (ARAUJO & ZARDO 1995; ARAUJO *et al.* 1996; ARAUJO 1999; ARAUJO & LOPES 2003).

Descrição dos ambientes florestais amostrados

Mata Primária (Floresta Ombrófila Mista)

A mata primária ocupa as áreas mais conservadas do CPCN Pró-Mata e é caracterizada pela presença da *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze (pinheiro

brasileiro), pertencente à família Araucariaceae no estrato emergente (BERTOLETTI & TEIXEIRA 1995). O estrato arbóreo é alto com sub-bosque de árvores finas, esparsos aglomerados de bambu e muitas fanerógamas. A serapilheira é constituída de uma grande variedade de folhas (Fig. 02 e 03) (OTT 2004). A mata primária apresenta ainda espécies das famílias Lauraceae, Rosaceae, Leguminosae dentre outras (BERTOLETTI & TEIXEIRA 1995; BACKES & IRGAN 2002).

Mata Secundária (Floresta Ombrófila Densa)

A área secundária ocorre nas áreas de encosta do CPCN Pró Mata, desde a altitude de 600m até aproximadamente 900m, junto à borda do planalto. Apresenta estrato arbóreo mais baixo sem sub-bosque, sendo caracterizadas pela presença dominante de folhas de bambu na serapilheira (Fig. 04 e 05) (OTT 2004). A floresta é composta de árvores vigorosas, com largas copas perenefoliadas, resultando em uma cobertura fechada, de aspecto denso. Nas áreas clímax da formação submontanha, destacam-se as seguintes famílias: Lauraceae, Euphorbiaceae, Caesalpinaceae, Polygonaceae, Melastomaceae além de um grande número de espécies de Myrtaceae (BERTOLETTI & TEIXEIRA 1995; BACKES & IRGAN 2002).

Área de plantio de *Pinus*

A área de silvicultura do CPCN Pró Mata é relativamente antiga, as plantações são datadas da década de 50. As espécies presentes nesta área são *Pinus taeda* e *Pinus elliottii*. Apresenta um estrato arbóreo alto e homogêneo, o sub-bosque é formado por exemplares juvenis de espécies arbóreas nativas e fanerógamas, nas bordas da floresta encontramos espécies vegetais típicas de capoeira; e a serapilheira é profunda, compacta e homogênea (Fig. 06 e 07) (OTT .2004).

Análise de dados

Para verificar a influência da distância entre locais de coleta sobre a composição da fauna de isópodos terrestres realizou-se o teste de Mantel através do confronto da matriz de distância geográfica entre os transectos e a matriz de similaridade de composição (índices de Bray-Curtis e de Morisita) entre os transectos (MAGURRAN 1988).

Diversidade Alfa (α): divide-se em três categorias: (I) Índices de riqueza de espécies (medida essencial do número de espécies em uma unidade amostral); (II) Modelos de abundância de espécies (descreve a distribuição da abundância de espécies) e (III) Índices baseados na abundância proporcional de espécies (MAGURRAN 1988). Utilizando riqueza e abundância de espécies, foi descrita a composição de espécies para cada área. A riqueza e abundância de espécies foram comparadas através de ANOVA *one-way* (Análise de Variância). As análises foram realizadas utilizando-se os seguintes pacotes estatísticos: PAST (HAMMER *et al.* 2003) e BIOESTAT (AYRES *et al.* 2005). O método de rarefação foi utilizado para minimizar a diferença de tamanhos entre amostras (STILING 1999).

Diversidade Beta (β): é utilizada para medir o quanto dois ambientes são diferentes quanto à riqueza de espécies entre áreas ou transectos (MAGURRAN 1988). São consideradas espécies raras ou ocasionais as espécies que apresentam um indivíduo (*singletons*) ou dois indivíduos (*doubletons*) em todas as amostragens. Indivíduos raros ou ocasionais também podem ser definidos por ocorrerem somente em um local (*unicata*) ou dois locais (*duplicata*) independentemente do número de amostragens (MAGURRAN 1988).

A ANOSIM (análise de similaridade) foi empregada para calcular a similaridade entre todos os transectos, de todas as áreas: baseou-se em Bray-Curtis (quantitativo) e Simpson (qualitativo), utilizando-se o PAST (HAMMER *et al.* 2003)

Utilizou-se o SIMPER (Similarity Percentage) (HAMMER *et al.* 2003) para verificar qual dos táxons foi o responsável pelas diferenças entre dois ou mais grupos

de amostras ecológicas (abundâncias), e sua contribuição na área, utilizando os pacotes estatísticos PAST (HAMMER *et al.* 2003) e BIOESTAT (AYRES *et al.* 2005).

Traços de história de vida das duas espécies mais freqüentes: As duas espécies mais freqüentes, foram investigadas quanto à proporção sexual operacional (OSR) ao longo do estudo, fecundidade e período reprodutivo. Para calcular a proporção sexual operacional as fêmeas ovígeras e pós-ovígeras foram excluídas, uma vez que devido à presença de marsúpio (Fig.08) as mesmas não se encontram disponíveis para uma nova cópula (ARAUJO & BOND-BUCKUP 2005). As fêmeas com a medida do cefalotórax inferior ao da menor fêmea ovígera encontrada na literatura (ARAUJO & BOND-BUCKUP 2004) também foram desconsideradas. Para o cálculo do OSR utilizou-se o Teste χ^2 , seguido do Teste G (SOKAL & ROHLF 1995).

Identificou-se o tamanho (=idade) mínimo e máximo das fêmeas ovígeras das duas espécies mais freqüentes encontrada em cada área. Para tanto, foram consideradas somente as fêmeas que apresentavam o marsúpio completamente fechado. A idade baseada no tamanho é atribuída de acordo com a curva de crescimento das espécies (ARAUJO & BOND-BUCKUP 2005; MEINHARDT *et al.* 2007). As fêmeas foram divididas em três classes de tamanhos: pequeno, médio e grande, para a estimativa da fecundidade média. A equação da fecundidade foi determinada para cada uma das duas espécies mais freqüentes em cada área/classe de tamanho e

analisado através de regressão linear (referência???) . Além disso, foi identificado o período reprodutivo para as duas espécies de cada área áreas.

Resultados

Os resultados obtidos nesta pesquisa fornecem subsídios para a compreensão da capacidade reguladora dos isópodos terrestres aos diferentes ambientes, são eles:

- Foram coletados 622 indivíduos;
- Cinco espécies de isópodos terrestres: *Alboscia silveirens*, *Atlantoscia floridana*, *Balloniscus glaber*, *Benthana araucariana* e *Styloniscus otakensis*;
- A Mata Primária apresentou um *Doubleton* (*A. silveirens*);
- A Mata Secundária apresentou um *Singleton* (*A. silveirens*, *B. araucariana* e *S. otakensis*);
- O Plantio de *Pinus* apresentou um *Singleton* (*B. glaber*) e um *Doubleton* (*B. araucariana*).
- *Atlantoscia floridana* é a espécie mais frequente nas três áreas seguida por *B. glaber*;
- Não houve diferença significativa entre as áreas em relação à abundância e riqueza;
- O período reprodutivo de *A. floridana* na Mata Primária e Plantio de *Pinus* ocorreu no primavera, verão e outono; Na Mata Secundária foi ao longo das estações do ano;
- O período reprodutivo de *B. glaber* ocorreu no verão e outono para a Mata Primária e Secundária. Na área de Plantio de *Pinus* ocorreu o registro de um indivíduo ao longo do estudo.

Resultados: O teste de Mantel não apresentou diferença significativa entre a composição da fauna e a distância entre os locais de coleta (correlação de Mantel-Bray-Curtis: -0.36588; $p=0.13538$ e correlação de Mantel-Morisita: -0.46779; $p=0.50272$). Estabelecendo-se assim a escala a ser utilizada nas análises: entre áreas.

Diversidade Alfa (α): Foram coletados 622 indivíduos de cinco diferentes espécies de isópodos terrestres: *Alboscia silveirensis* Araujo, 1999, *Atlantoscia floridana* (van Name, 1940) e *Benthana araucariana* Araujo & Lopes, 2003 (Philoscidae); *Balloniscus glaber* Araujo & Zardo 1995 (Balloniscidae) e *Styloniscus otakensis* (Chilton, 1901) (Styloniscidae).

Foram identificados *Doubletons* para mata primária (*A. silveirensis*) e plantação de *Pinus* (*B. araucariana*) e *Singletons* para a mata secundária (*A. silveirensis*, *B. araucariana* e *S. otakensis*) e plantação de *Pinus* (*B. glaber*). Obteve-se também o registro de uma Duplicata (*A. silveirensis*) para mata primária e secundária. *Atlantoscia floridana* (Fig. 09) foi à espécie mais frequente nas três áreas com 145 indivíduos em Mata Primária, 194 em Mata Secundária e 105 em plantações de *Pinus*. *Balloniscus glaber* (Fig. 10) apresentou abundância de 79 indivíduos em Mata Primária, 82 em Mata Secundária e um indivíduo em plantações de *Pinus*. A abundância e riqueza não diferem entre as áreas (Fig. 11).

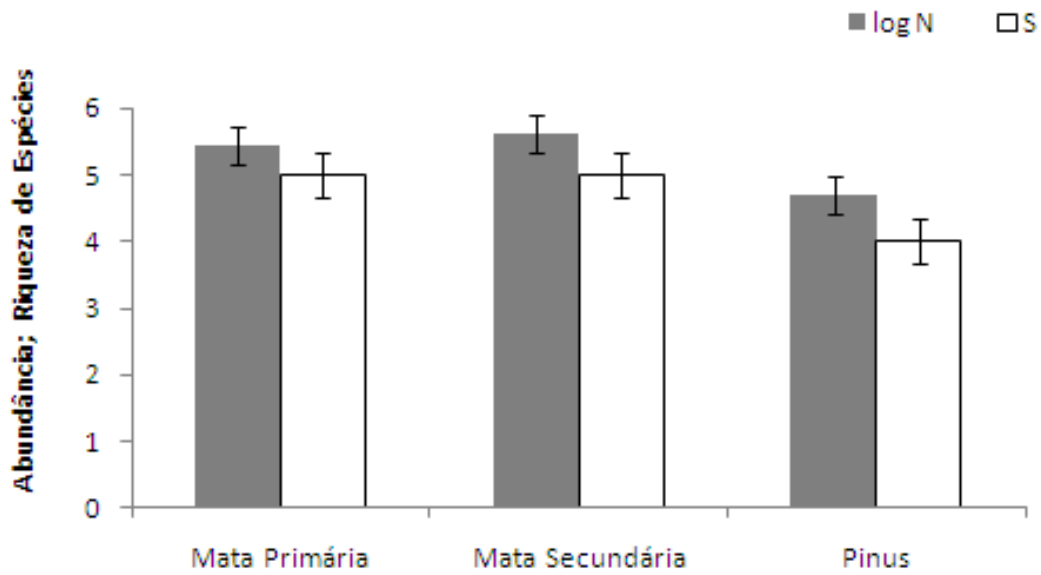


Fig. 11: Abundância (log. N) ANOVA ($F_{4,25} = 1.6038$; $p=0.2536$; $gl=2$) e Riqueza de espécies (S) ANOVA ($F_{4,25} = 1.0161$; $p=0.4000$; $gl=2$) de acordo com as áreas. Barras representam o erro padrão ($\alpha = 0.05$).

Diversidade *Beta* (θ): A Análise de Similaridade (ANOSIM) revelou diferença quantitativa entre as áreas (Tabela I), mas não diferença qualitativa (Tabela II). Através do SIMPER identificou-se *A. floridana* como a espécie que contribuiu de maneira significativa nas três áreas: (Tabela III). Além disso, não houve diferença quanto à riqueza entre as áreas ($F_{4,25} = 1.016129$; $p=0.400038$; $gl=2$).

Tabela I: Análise de Similaridade (ANOSIM) entre os ambientes com base em Bray-Curtis (Mean rank within: 25.28; Mean rank between: 36.58; $R=0.3426$; $p=0.0399$; $\alpha = 0.05$).

Ambientes	Mata Primária	Mata Secundária	Pinus
Mata Primária	0	0.1097	0.2827
Mata Secundária	0.1097	0	0.0301*
<i>Pinus</i>	0.2827	0.0301*	0

* Diferença significativa.

Tabela II: Análise de Similaridade (ANOSIM) entre os ambientes com base em Simpson (Mean rank within: 31.56; Mean rank between: 34.23; $R=0.08102$; $p= 0.1689$; $\alpha = 0.05$).

Ambientes	Mata Primária	Mata Secundária	<i>Pinus</i>
Mata Primária	0	0.1132	0.8579
Mata Secundária	0.1132	0	0.3076
<i>Pinus</i>	0.8579	0.3076	0

Tabela III: Percentual de Similaridade (SIMPER) de cada espécie por área.

Táxon	Contribuição	Mata Primária	Mata Secundária	<i>Pinus</i>
<i>A.floridana</i>	25.67	36.5	48.5	26.3
<i>B.glaber</i>	18.3	19.8	20.5	0.25
<i>S.otakensis</i>	1.003	0.75	0.25	0.75
<i>B.araucariana</i>	0.8722	0.75	0.25	0.5
<i>A.silveirensis</i>	0.4158	0.5	0.25	0

Traços de história de vida das duas espécies mais freqüentes

Atlantoscia floridana: foi a espécie mais frequente ao longo das coletas nas três áreas do presente estudo. Quanto à abundância não houve diferença significativa entre as áreas (ANOVA $F_{4,25} = 0.9469$; $p=0.4234$; $gl=2$; $\alpha=0.05$). Representantes de todas as classes ocorrem em todas as áreas (Fig. 12, 13 e 14).

A análise da Proporção Sexual Operacional (OSR) de *A. floridana* revela não existir diferença significativa entre o número de machos (45) e fêmeas (48) amostrados na Mata Primária ($\chi^2=0.097$; $gl=1$; $p=0.756$; $\alpha=0.05$), também não foi verificado o favorecimento para nenhum sexo (OSR = 0.9375). A Mata Secundária não apresentou diferença significativa entre o número de machos (66) e fêmeas (46) ($\chi^2=3.571$; $gl=1$; $p=0.0588$; $\alpha=0.05$), a proporção sexual favoreceu marginalmente os machos (OSR = 1.4348). Na área de Plantio de *Pinus* não houve diferença significativa

entre o número de machos (34) e fêmeas (26) ($\chi^2= 1.067$; $gl=1$; $p=0.3017$; $\alpha=0.05$), sendo que a proporção sexual favoreceu marginalmente os machos (OSR = 1.3077). O teste χ^2 revela não existir diferença entre o número de machos e fêmeas amostrados entre as áreas ($\chi^2= 1.3418$; $gl = 1$; $p =0.2467$; $\alpha=0.05$). Através do Teste G (dentre áreas - 1.331 ; $gl = 2$; $p = 0.513964$; em relação ao esperado 1:1 – 2.168376 ; $gl = 1$; $p = 0.140876$), não foi verificada diferença entre a proporção sexual apresentada dentro das áreas ou em relação ao esperado 1:1.

O tamanho mínimo encontrado de fêmeas ovígeras ocorreu no Plantio de *Pinus* (Tabela IV), não houve diferença significativa quanto à abundância de fêmeas ovígeras e pós-ovígeras entre as áreas (ANOVA $F_{3,23}= 2.0419$; $p=0.1434$; $gl=2$; $\alpha=0.05$). O período reprodutivo foi determinado de acordo com as estações que obtiveram o maior número de fêmeas ovígeras e pós-ovígeras, ou seja, nas estações de primavera, verão e outono (Mata Primária e Plantação de *Pinus*) e ao longo do ano (Mata Secundária). A equação da fecundidade é apresenta a seguir para cada classe de tamanho por área (Tabela V).

Tabela IV: Fêmeas ovígeras e fecundidade de *Atlantoscia floridana*.

Áreas	Classes de tamanho	Tamanho mínimo das fêmeas ovígeras (mm)	Tamanho máximo das fêmeas ovígeras (mm)	Tamanho médio das fêmeas ovígeras (mm) \pm Erro Padrão	Média de ovos/mancas \pm Erro Padrão	Número Mínimo /Máximo de ovos/mancas
Mata Primária	Pequeno (N = 9)	1.27	1.41	1.33 \pm 0.02	6.44 \pm 1.04	2 / 11
	Médio (N =6)	1.43	1.56	1.52 \pm 0.02	12.33 \pm 0.61	10 / 14
	Grande (N = 2)	1.59	1.70	1.64 \pm 0.06	11 \pm 3.0	8 / 14
Mata Secundária	Pequeno (N = 26)	1.14	1.35	1.26 \pm 0.01	7.54 \pm 0.5	3 / 14

	Médio (N = 14)	1.37	1.58	1.45 ± 0.02	9.5 ± 0.91	6 / 19
	Grande (N = 5)	1.587	1.80	1.65 ± 0.04	14 ± 1.82	10 / 20
	Pequeno (N = 1)	0.968*	0.968*	0.968*	2*	2* / 2*
Plantio de <i>Pinus</i>	Médio (N = 9)	1.16	1.30	1.25 ± 0.01	6.33 ± 0.62	4 / 9
	Grande (N = 9)	1.35	1.52	1.43 ± 0.021	8.33 ± 0.47	7 / 11

*Existência de somente um indivíduo.

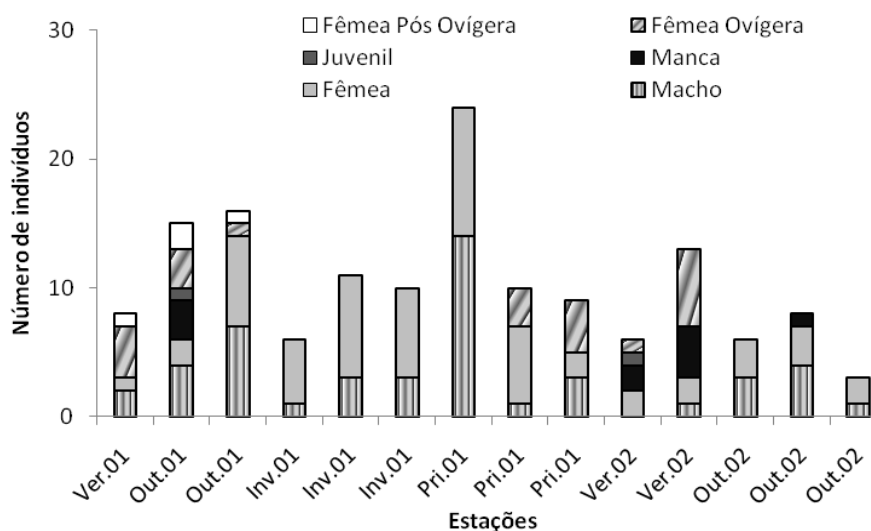


Fig. 12: Abundância de fêmeas, fêmeas ovígeras, fêmeas pós-ovígeras, mancás, machos e juvenis de *Atlantoscia floridana* ao longo das estações do ano na Mata Primária.

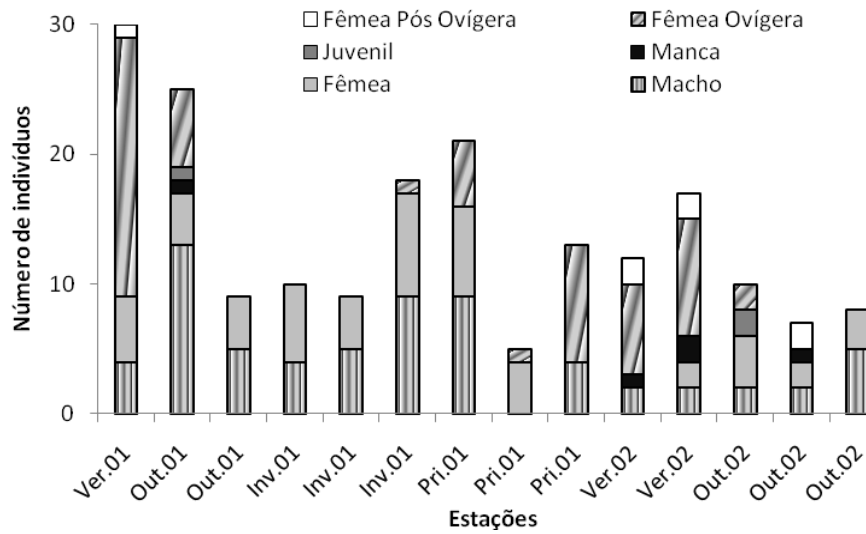


Fig. 13: Abundância de fêmeas, fêmeas ovígeras, fêmeas pós-ovígeras, mancás, machos e juvenis de *Atlantoscia floridana* ao longo das estações do ano na Mata Secundária.

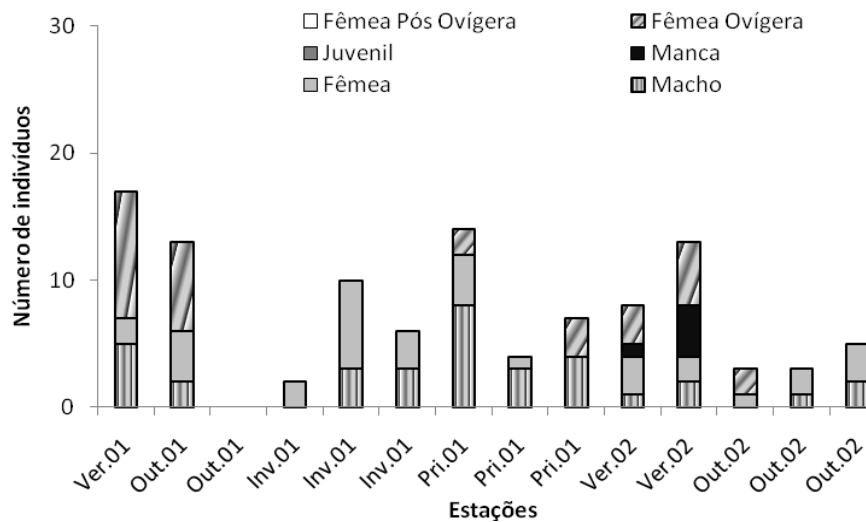


Fig. 14: Abundância de fêmeas, fêmeas ovígeras, fêmeas pós-ovígeras, mancás, machos e juvenis de *Atlantoscia floridana* ao longo das estações do ano nas Plantações de *Pinus*.

Tabela V: Equação da fecundidade de acordo com as classes de tamanho por área de *Atlantoscia floridana*.

Áreas	Classes de tamanho	Equação da Fecundidade
Mata Primária	Pequeno (N = 9)	$y = 41.939x - 49.246; R^2 = 0.5294; p = 0.0255$
	Médio (N = 6)	$y = 9.2827x - 1.7347; R^2 = 0.0794; p = 0.7534$
	Grande (N = 2)	$y = 9.2827x - 1.7347; R^2 = 0.0794; p = 0.1792$
Mata Secundária	Pequeno (N = 26)	$y = 20.986x - 18.977; R^2 = 0.3054; p = 0.0037$

	Médio (N = 14)	$y = 20.986x - 18.977; R^2 = 0.3054; p = 0.5623$
	Grande (N = 5)	$y = 20.986x - 18.977; R^2 = 0.3054; p = 0.0035$
	Pequeno (N = 1)	*
Plantio de <i>Pinus</i>	Médio (N = 9)	$y = 20.986x - 18.977; R^2 = 0.3054; p = 0.5912$
	Grande (N = 9)	$y = -11.023x + 24.107; R^2 = 0.2398; p = 0.0255$

*Existência de somente um indivíduo.

***Balloniscus glaber*:** Foi à segunda espécie de isópodo terrestre mais frequente ao longo do presente estudo. Quanto à abundância de *B. glaber* não houve diferença significativa entre as áreas (ANOVA $F_{4,26} = 2.4734; p = 0.1393; gl = 2; \alpha = 0.05$). Representantes de todas as classes ocorrem na Mata Primária (Fig. 15) e Mata Secundária (Fig. 16). Em Plantação de *Pinus* ocorreu o registro de somente uma fêmea no verão de 2001.

A análise da Proporção Sexual Operacional (OSR) de *B. glaber* revela não existir diferença significativa entre o número de machos (32) e fêmeas (20) amostrados na Mata Secundária ($\chi^2 = 2.769; gl = 1; p = 0.0961; \alpha = 0.05$), houve o favorecimento marginal para os machos (OSR = 1.6). A Mata Primária apresentou diferença significativa entre o número de machos (35) e fêmeas (12) ($\chi^2 = 11.25; gl = 1; p = 0.0008; \alpha = 0.05$), a proporção sexual favoreceu os machos (OSR = 2.9167). O teste χ^2 revela não existir diferença entre o número de machos e fêmeas amostrados entre as áreas ($\chi^2 = 1.3418; gl = 1; p = 0.2467; \alpha = 0.05$). Através do Teste G (dentre áreas – 0.951556; $gl = 2; p = 0.621401; \alpha = 0.05$; em relação ao esperado 1:1 – 12.64532; $gl = 1; p = 0.000377; \alpha = 0.05$) observou-se diferença quanto à proporção esperada de 1:1, mas não diferença entre as áreas.

O tamanho mínimo encontrado de fêmeas ovígeras ocorreu na Mata Primária (Tabela VII), não existindo diferença significativa quanto à abundância de fêmeas ovígeras e pós-ovígeras entre as áreas (ANOVA $F_{4,22} = 0.2014$; $p=0.6572$; $gl=1$; $\alpha=0.05$). O período reprodutivo foi determinado de acordo com as estações que obtiveram o maior número de fêmeas ovígeras e pós-ovígeras, ou seja, nas estações de verão e outono (Mata Primária e Mata Secundária). A equação da fecundidade é apresentada a seguir para cada classe de tamanho por área (Tabela VII).

Tabela VI: Fêmeas ovígeras e fecundidade de *Balloniscus glaber*.

Áreas	Classes de tamanho	Tamanho mínimo das fêmeas ovígeras (mm)	Tamanho máximo das fêmeas ovígeras (mm)	Tamanho Médio das fêmeas ovígeras (mm) \pm Erro Padrão	Média de ovos/mancas \pm Erro Padrão	Número Mínimo /Máximo de ovos/mancas
Mata Primária	Pequeno (N = 1)	1.59*	1.59*	1.59*	12*	12* / 12*
	Médio (N = 2)	1.90	2.0	1.95 \pm 0.05	14.50 \pm 0.5	14 / 15
	Grande (N = 12)	2.25	2.5	2.35	12.58 \pm 1.76	5 / 26
Mata Secundária	Pequeno (N = 2)	1.86	2.0	1.94 \pm 0.06	11 \pm 3.0	8 / 14
	Médio (N = 1)	2.175*	2.175*	2.75*	9*	9* / 9*
	Grande (N = 7)	2.28	2.45	2.37 \pm 0.03	13.57 \pm 3.21	4 / 31

*Existência de somente um indivíduo.

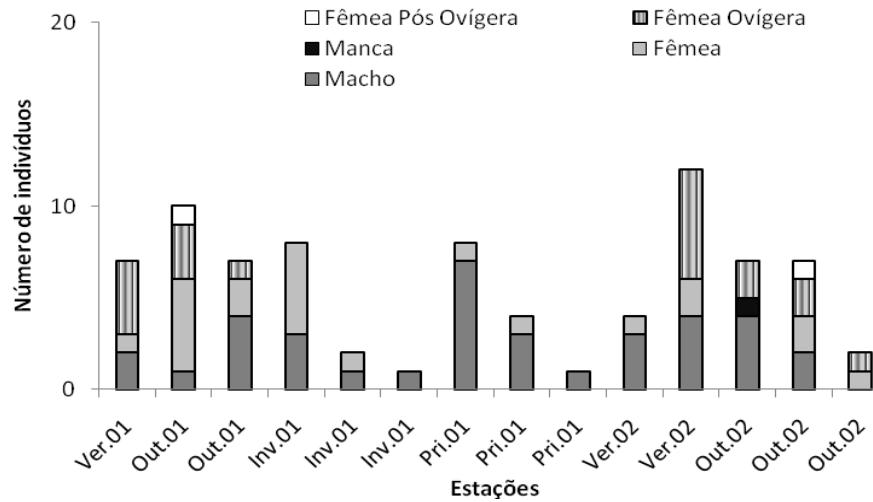


Fig. 15: Abundância de fêmeas, fêmeas ovígeras, fêmeas pós-ovígeras, mancás, machos e juvenis de *Balloniscus glaber* ao longo das estações do ano na Mata Primária.

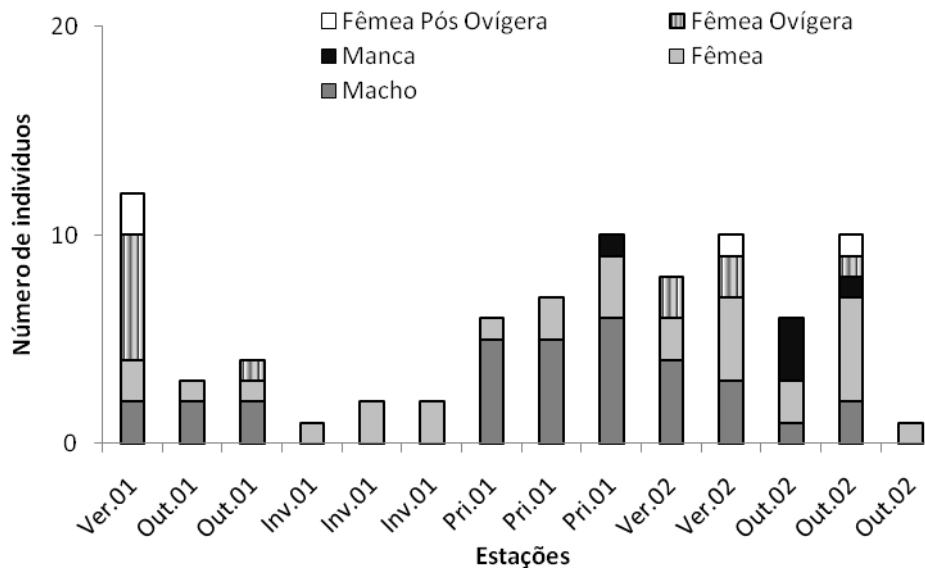


Fig. 16: Abundância de fêmeas, fêmeas ovígeras, fêmeas pós-ovígeras, mancás, machos e juvenis de *Balloniscus glaber* ao longo das estações do ano na Mata Secundária.

Tabela VII: Equação da fecundidade de acordo com as classes de tamanho por área de *Balloniscus glaber*.

Áreas	Classes de tamanho	Equação da Fecundidade
Mata Primária	Pequeno (N = 1)	*
	Médio (N = 2)	$y = 1.0744x - 0.0413; R^2 = 1$

	Grande (N = 12)	$y = 20x - 34.5; R^2 = 0.0563; p = 0.5365$
	Pequeno (N = 2)	$y = 0.4948x + 1.0722; R^2 = 1$
Mata Secundária	Médio (N = 1)	*
	Grande (N = 7)	$y = 69.211x - 150.31; R^2 = 0.2998; p = 0.2023$

*Existência de somente um indivíduo.

Discussão

As espécies *A. silveirensis*, *A. floridana*, *B. glaber*, *B. araucariana* e *S. otakensis* nestes três ambientes florestais já haviam sido registradas para o Planalto Rio-Grandense por LOPES *et al.* (2005). Estas espécies representam 13.89% da fauna de Oniscidea registrada para o Estado do Rio Grande do Sul. Estudos evidenciando a diversidade de isópodos terrestres no estado vêm sendo desenvolvidos nas duas últimas décadas: através do inventariamento dos isópodos terrestres do Rio Grande do Sul.

Atlantoscia floridana foi a espécie mais freqüente nas três áreas, seguida por *B. glaber*, freqüente em mata primária e secundária. LOPES *et al.* (2005) identificou *A. floridana* como a espécie mais abundante em seus estudo sobre diversidade de isópodos terrestres em um gradiente de altitude no Rio Grande do Sul. ALMERÃO *et al.* (2006) ao analisar a abundância e composição de espécies no Parque Estadual de Itapuã, identificaram *A. floridana* como a mais freqüente em todos os transectos.. QUADROS & ARAUJO (2008) em estudos sobre a assembléia de isópodos e sua contribuição para o processamento de serapilheira, identificaram *B. glaber* como mais abundante, seguida por *A. floridana*. Embora os métodos de amostragem sejam diferentes, *A. floridana* e *B. glaber* foram as espécies mais freqüentes.

O registro de *A. silveirensis* ocorreu de maneira ocasional. Esta espécie possui hábito endógeo (QUADROS *et al.* 2007) sendo encontrada geralmente abaixo da camada superficial do solo ou dentro de troncos em decomposição (ARAUJO *obs. pess.*). Esta característica pode ser uma das explicações para que a espécie tenha sido

ocasional neste estudo. Por outro lado, não se descarta a hipótese da espécie ser realmente rara. Esta espécie pode ainda, ter sido sub-amostrada devido a pouca eficiência do método de amostragem para uma espécie endógena, uma vez que as armadilhas de solo capturam indivíduos com atividade na superfície. Não foi registrada a presença de *A. silveirensis* na área de Plantações de *Pinus*, sendo considerada, portanto uma duplicata, por ocorrer somente na mata primária e secundária.

Os três ambientes florestais não apresentaram diferenças quanto à riqueza ou abundância. Houve um grande registro de *singletons* e *doubletons*, sugerindo que estas possam ser “*vagrant species*” (espécies acidentais) (LUCKY *et al.* 2002). Neste caso não existe o estabelecimento de uma população no local, e a captura destes indivíduos ocorre ocasionalmente no momento de sua passagem pela área em busca de alimento ou abrigo (LUCKY *et al.* 2002). Estudos recentes revelam que em florestas tropicais é comum encontrarmos um alto número de *singletons* (CODDINGTON *et al.* 2009), e que a elevada quantidade de *singletons* pode distorcer os resultados de diversidade, quando utilizados os estimadores. Esse fato vem a reforçar a necessidade de tais dados estarem associados aos traços de história de vida de cada espécie (ALMERÃO *et al.* 2006). O alto índice de *singletons* e *doubletons* pode estar associado à eficiência do método de amostragem, podendo ser complementado com outros métodos, para que então se definam as espécies realmente raras ou acidentais.

Atlantoscia floridana foi a espécie mais frequente no presente estudo nas três áreas. Esta espécie é comum no território brasileiro sendo o representante de Philosciidae predominante nos diferentes habitats: bromélias, fungos da família

Polyporaceae, ninhos de formigas, húmus em matas ou capoeiras, paus podres, sob folhas de bananeira ou coqueiro caídas no chão, sob pedras, cascas de côco e detritos em geral (LEMOS DE CASTRO 1985). É considerada generalista em termos de habitat (QUADROS *et al.* 2008), ocorrendo em diversas condições ambientais e frequentemente com abundância elevada (ALMERÃO *et al.* 2006). A espécie encontra-se bem estabelecida nas Plantações de *Pinus*, apresentando ao longo do estudo todas as classes etárias e reprodutivas. Acredita-se que sua presença em área de *Pinus* seja o reflexo de um sub- bosque bem desenvolvido, característico de plantações abandonadas ou antigas, que há muito perdeu as características de monocultura. A presença de um sub-bosque fornece suporte ao surgimento de microhabitats, estes por sua vez são capazes de abrigar populações de espécies consideradas generalistas com relação à ocupação do habitat (QUADROS *et al.* 2008), fornecendo alimento a estas populações.

O estabelecimento de populações de isópodos terrestres em áreas com predominância de espécies de *Pinus* é comprovado. Espécies consideradas generalistas em termo de habitat tendem a ocupar um maior nicho, mesmo que a qualidade do alimento não seja a adequada. A permanência no local pode estar associada a presença de fungos, que podem estar sendo ingeridos junto a serapilheira de *Pinus* (SOMA & SAITÔ 1983; HASSALL & RUSHTON 1984). O existência de alta abundância de fungos em monocultura de *Pinus* e/ou *Eucalyptus*, pode fornecer suporte para a proliferação de organismos fungívoros (FONSECA *et al.* 2009). Além de a serapilheira de *Pinus* conter muitos componentes impalatáveis aos animais edáficos (VINK & SRI PURWANTI 1994). A serapilheira de *Pinus* contém muitos componentes impalatáveis aos animais edáficos (VINK & SRI PURWANTI 1994), porém, alguns microorganismos são capazes de melhorar a palatabilidade da serapilheira pelo enfraquecimento da

estrutura física e química (HASSALL & RUSHTON 1984). Tais microorganismos aceleram o processo de quebra das defesas físicas pelo “amaciamento” da serapilheira, aumentando os nutrientes da mesma e servindo de alimento para muitos organismos, auxiliando no processo digestivo pela secreção de exo-enzimas (HASSALL & RUSHTON 1984). As taxas de consumo e assimilação de tal serapilheira são relativamente baixas quando comparadas a outras espécies de árvores (SOUSA *et al.* 1998; LOUREIRO *et al.* 2006).

Balloniscus glaber é uma espécie com registro, até o presente momento, para o Estado do Rio Grande do Sul (ARAUJO & ZARDO 1995), sendo considerada especialista com relação à ocupação do habitat (QUADROS *et al.* 2008). Possui distribuição geográfica muito restrita e é encontrada em locais preservados ou com pouca influência antrópica (ARAUJO & ZARDO 1995). A ausência de todas as classes de indivíduos na plantação de *Pinus*, em especial de fêmeas ovígeras, indica que apesar de ser um ambiente em sucessão ecológica, *B. glaber* não encontrou ainda as condições adequadas para seu estabelecimento.

A reprodução dos isópodos neotropicais estudados até o momento mostra ser contínua, com picos na primavera e verão e sua fecundidade situa-se em torno de 10 a 20 ovos (QUADROS *et al.* 2007) e contrastando com espécies paleárticas, por exemplo, onde a reprodução é sazonal e a fecundidade em torno de 4 a 107 ovos (QUADROS *et al.* 2007). *Atlantoscia floridana* apresentou a maior freqüência de fêmeas ovígeras e pós-ovígeras no verão e outono (Mata Primária e Plantações de *Pinus*) e durante o ano na Mata Secundária. Este período é semelhante ao existente na literatura primavera e verão (QUADROS *et al.* 2007) e constitui mais uma evidência do

estabelecimento da espécie na plantação de *Pinus*. O tamanho mínimo de fêmea ovígera de *A. floridana* foi obtido em *Pinus*, juntamente com a menor prole. Este pode ser reflexo da baixa qualidade de alimento, que refletiu em um baixo investimento reprodutivo. A quantidade mínima e máxima de ovos/manca estabelecida no presente estudo foi de 2 a 20 ovos/manca (Mata primária: 2 a 14; Mata Secundária: 3 a 20 e Área de *Pinus*: 2 a 11). Anteriormente a quantidade mínima e máxima de ovos/manca era de 4 a 23 ovos (ARAUJO & BOND-BUCKUP 2005; QUADROS *et al.* 2008).

Balloniscus glaber apresentou o período de maior frequência de fêmeas ovígeras e pós-ovígeras semelhante ao período de reprodução, outono e primavera, estabelecido por ARAUJO & BOND-BUCKUP (2005) e primavera e verão, por QUADROS *et al.* (2007). O tamanho mínimo de fêmea ovígera de *B. glaber* foi identificado na Mata Primária, onde também foi verificada diferença entre o número de machos e fêmeas. A proporção sexual operacional difere de 1:1 na Mata Primária, favorecendo significativamente os machos. A quantidade mínima e máxima de ovos/manca estabelecida no presente estudo foi de 4 a 31 ovos/mancas (Mata Primária: 5 a 26 e Mata Secundária: 4 a 31). Tais números são semelhantes ao existente na literatura 5 a 20 ovos/manca (QUADROS *et al.* 2007).

A busca pela compreensão da capacidade reguladora da fauna edáfica nos ecossistemas e do impacto negativo do *Pinus*, devem ser verificadas através do conjunto de informações obtidas acerca de determinados organismos. Estas informações devem utilizar não somente dados numéricos, mas também dados sobre a história de vida destes animais, através de estudos comparativos. Os resultados

obtidos nesta pesquisa fornecem dados interessantes de como os organismos estão vivendo nesses ambientes, e servirão de base para futuros estudos no local. O monitoramento dos isópodos terrestres no sistema solo-serapilheira e em áreas de plantio de *Pinus* nos fornece dados relevantes que poderão ser utilizados em programas de restauração e manejo de áreas degradadas.

Considerações Finais

Ao longo dos anos os estudos realizados sobre diversidade de Oniscidea estão se tornando cada vez mais freqüentes, mesmo assim, esses estudos são considerados escassos quando comparados com outros grupos dentro de Crustacea. O estudo das comunidades de isópodos terrestres é extremamente importante devido ao papel que estes desenvolvem nos ecossistemas terrestres, neste âmbito o objetivo maior deste trabalho foi interligar dados sobre a diversidade e aspectos populacionais apresentados por duas espécies muito estudadas no Rio Grande do Sul: *Atlantoscia floridana* e *Balloniscus glaber*. Através desta união além da quantificação dos isópodos terrestres, fomos capazes de descobrir como estas espécies estão vivendo neste local. Durante a realização desta pesquisa surgiram vários questionamentos relevantes, que em futuras investigações poderão nos ajudar a compreender mais profundamente a biologia destes animais.

Os primeiros questionamentos que surgiram no decorrer desta pesquisa são referentes ao método de coleta. O método de coleta através de armadilhas de solo são muito utilizadas em coletas de isópodos terrestres, mas, possuem limitações principalmente na forma seletiva de amostragem. Desta forma, pode-se questionar se as espécies encontradas em baixa abundância (*singletons* e *doubletons*) realmente são raras ou são “*vagrant species*” (espécies acidentais)? No entanto, devido ao hábito gregário dos isópodos terrestres é comum encontrarmos em uma amostra grande abundância de uma determinada espécie e baixa abundância de outra. Considerando este fato, as armadilhas de solo são eficientes na captura de indivíduos ativos na

superfície, não sendo, portanto tão eficientes em espécie com hábitos escavadores ou endógeos.

Ao iniciar as análises de riqueza e abundância nas três áreas, verificou-se grande abundância de indivíduos em plantações de *Pinus*. Muitos estudos enfatizam a pobreza de nutrientes em serapilheira de *Pinus*, sendo assim estas plantações poderiam estar servindo de abrigo para os isópodos terrestres. Através da análise da população presente em *Pinus*, foi possível identificar uma população bem estabelecida, com representantes de diferentes classes de tamanho, fêmeas ovígeras e pós ovígeras, além de manca. A partir deste momento os questionamentos tomaram outra direção. Afinal, qual a influência da idade da plantação no estabelecimento desta população? Será que plantações recentes não ofereceriam suporte para isópodos terrestres tanto quanto plantações antigas ou com presença de sub-bosque? E sendo confirmado o estabelecimento de populações de isópodos terrestres nestas plantações, a serapilheira de *Pinus* realmente estaria servindo de alimento para os isópodos terrestres? E por fim, este alimento de baixa qualidade influencia a fecundidade de *A. floridana*?

Ao analisar os traços de história de vida das duas espécies foram identificadas algumas dificuldades, tais como a definição do tamanho (largura do cefalotórax) em que é possível identificar a maturidade sexual de fêmeas e machos de *B. glaber*. Para tanto foi estipulado o tamanho da menor fêmea ovígera encontrada para a área de estudo, mas realmente este seria o tamanho da maturidade sexual de fêmeas?

Os dados obtidos neste estudo nos permitiram inferir sobre as características populacionais de duas espécies muito estudadas no Rio Grande do Sul. A partir da determinação da fecundidade e proporção sexual operacional, pôde-se comparar e

complementar os dados presentes na literatura, evidenciando a grande capacidade destes organismos de adaptar-se a diferentes ambientes.

Referências Bibliográficas

- ADIS, J. 1979. Problems of interpreting arthropod sampling with pitfall traps. **Zoologischer Anzeiger** 202 : 177-1784.
- ALMERÃO, M.P.; MENDONÇA JR. M.S.; QUADROS, A.F.; PEDÓ, E.; SILVA, L.G.R. & ARAUJO, P.B. 2006. Terrestrial isopod diversity in the subtropical Neotropics: Itapuã State Park, southern Brazil. **Iheringia** 96(4): 473-477.
- ANTUNES, S.C.; PEREIRA, R.; SOUSA, J.P.; SANTOS, M.C. & GONÇALVES, F. 2008. Spatial and temporal distribution of litter arthropods in different vegetation covers of Porto Santo Island (Madeira Archipelago, Portugal) **European Journal of Soil Biology** 44: 45-56.
- ARAUJO, P.B. 1990. **Os isopoda terrestres da Região Metropolitana de Porto Alegre, RS (Isopoda, Oniscoidea)**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 76p. Dissertação de Bacharelado – Zoologia.
- ARAUJO, P.B. 1994. Os Crustáceos Colonizadores da Terra. **Acta Biologica Leopoldensia** 16 (2): 15-27.
- ARAUJO, P.B. 1999. Subordem Oniscidea (isópodos terrestres, "tatuzinhos"). In: BUCKUP, L.; BOND-BUCKUP, G. (Eds.): **Os Crustáceos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Ed. Universidade/UFRGS, 1999. p. 237-256.
- ARAUJO, P.B. 1999. Two new species of *Alboscia* Schultz, 1995 from Rio Grande do Sul, Brazil (Isopoda, Oniscidea, Philosciidae). **Crustaceana** 72 (5): 487-496.

- ARAUJO, P.B. & QUADROS, A.F. 2005. A new species of *Alboscia* Schultz, 1995 (Crustacea: Isopoda: Oniscidea: Philosciidae) from Brazil. **Zootaxa** **1018**: 55-60.
- ARAUJO, P.B. & LOPES, E.R.C. 2003. Three new species of *Benthana* Budde-Lund (Isopoda: Philosciidae) from Brazil. **Journal of Natural History** **37** (20): 2425-2439.
- ARAUJO, P.B. & BOND-BUCKUP, G. 2005. Population structure and reproductive biology of *Atlantoscia floridana* (van Name, 1940) (Crustacea, Isopoda, Oniscidea) in southern Brazil **Acta Oecologica** **28** (3): 289 – 298.
- ARAUJO, P.B.; BUCKUP, L. & BOND-BUCKUP, G. 1996. Isópodos terrestres (Crustacea, Oniscidea) de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**. **81**: 111-138.
- ARAUJO, P.B & ZARDO, M.C.L. 1995. Uma nova espécie de *Balloniscus* Budde-Lund (Crustacea, Isopoda, Balloniscidae) do sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** **12** (4): 785-790.
- AYRES, M.; AYRES, JR. M.; AYRES, D. L. & SANTOS, A. S. 2005. **BioEstat 4.0**. Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Sociedade Civil Mamirauá (MCT). Imprensa Oficial do Estado do Pará.
- BACKES, P. & IRGANG, B. 2002. **Árvores do Sul: Guia de identificação & Interesse ecológico**. Instituto Souza Cruz. Brasil.326p.
- BACKES, A.; PRATES, F.L. & VIOLA, M.G. 2005. Produção de serapilheira em Floresta Ombrófila Mista, em São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botanica Brasileira** **19** (1): 155 – 160.

- BALDISSERA, R.; GANADE, G.; BRESCOVIT, A.D. & HARTZ, S.M. 2008. Landscape mosaic of *Araucaria* forest monocultures influencing understorey spider assemblages in southern Brazil. **Austral Ecology** 33: 45-54.
- BERTOLETTI, J. & TEIXEIRA, M.B. 1995. Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata (Termo de referência). **Divulgações do Museu de Ciências e tecnologia – UBEA/PUCRS 2**: 1-47.
- BLONDEL, J. 2003. Guilds or functional groups: does it matter? **Oikos** 100: 2230-2231.
- BRERETON, J.L.G 1957. The distribution of woodland isopods. **Oikos** 8(11): 85-106.
- BUCKUP, L. & BOND-BUCKUP, G. 1999. **Os Crustáceos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Ed. Universidade/UFRGS, 503p.
- CRANDALL, K.A.; PORTER, M.L. & PÉREZ-LOSADA, M. 2009. Decapod crustaceans (Decapoda) In: Hedges, S.B. & S. Kumar (Eds): **The Time Tree of Life**, Oxford University Press. p: 293-297.
- DANGERFIELD, J.M. & HASSALL, M. 1994: Shelter site use and secondary sex ratios in the woodlice *Armadillidium vulgare* and *Porcellio scaber* (Crustacea: Isopoda) - **Journal of Zoology London**. 233, 1-7.
- DEVIDE, A.C.P. & CASTRO, C.M. 2009. **Manejo do solo e a dinâmica da fauna edáfica**. Disponível em: <http://www.infobios.com/artigos/2009_1/manejosolo/index.htm> Acesso em: 20.11.2009.

- DORAN, J.W. & ZEISS, M.R. 2000. Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. **Applied Soil Ecology** 15: 3-11.
- EDNEY, E.B. 1968. Transition from, water to land in isopod crustaceans. **American Zoologist** 8: 309 – 326.
- ERSKINE, P.D.; LAMB, D. & BRISTOW M. 2006. Tree species diversity and ecosystem function: Can tropical multi-species plantations generate greater productivity? **Forest Ecology & Management** 233: 205 – 210.
- FIGUEIREDO-FILHO, A.; BORDERS, B.E. & HITCH, K.L.. 1996. Taper equations for *Pinus taeda* plantations in Southern Brazil. **Forest Ecology & Management** 83: 39 – 46.
- FONSECA, C.R.; GANADE, G.; BALDISSERA, R.; BECKER, C.G.; BOELTER, C.R.; BRESCOVIT, A.D.; CAMPOS, L.M.; FLECK, T.; FONSECA, V.S.; HARTZ, S.M.; JONER, F.; KÄFFER, M.I.; LEAL-ZANCHET, A.M.; MARCELLI, M.P.; MESQUITA, A.S.; MONDIN, C.A.; PAZ C.P.; PETRY, M.V.; PIOVENSAN, F.N.; PUTZKE, J.; STRANZ, A.; VERGARA, M. & VIEIRA, E.M. 2009. Towards an ecologically-sustainable forestry in the Atlantic Forest. **Biological Conservation** 142: 1209-1219.
- GIRACCA, E.M.N.; ANTONIOLLI, Z.I.; ELTZ, F.L.F.; BENEDETTI, E.; LASTA, E.; VENTURINI, S.F.; VENTURINI, E.F. & BENEDETTI, T. 2003. Levantamento da meso e macrofauna do solo na microbacia do Arroio Lino, Agudo/RS. **Revista Brasileira de Agrociência** 9 (3) 257-261.

- GONGALSKI, K.B., SAVIN, F.A., POKARZHEVSKII, A.D. & FILIMONOVA, Z. V. 2005. Spatial distribution of isopods in an oak-beech forest. **European Journal of Soil Biology** 41:117-122.
- GOTELLI, N. & COWELL, R.K. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. **Ecology letters** 4: 379 – 391.
- HADLEY, N.F. 1994. **Water Relations of Terrestrial Arthropods**. Academic Press New York. 356p.
- HAMMER, Ø, HARPER, D.A.T. & RYAN, P.D. 2003. **PAST - PA**laeontological **ST**atistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4. <<http://folk.uio.no/ohammer/past>>
- HASSALL, M. & RUSHTOL, S.P. 1984. Feeding behaviour of terrestrial isopods in relation to plant defence and microbial activity. **Symposium Zoological Society London**: 53: 487 – 505.
- HASSALL, M.; TURNER, J.G. & RANDS, M.R.W.. 1987. Effects of terrestrial isopods on the decomposition of woodland leaf litter. **Oecologia** 72: 597-604.
- HASSALL, M.; JONES, D.T., TAITI, S., LAPITI, Z.; SUTTON, S.L. & MOHAMED, M. 2006. Biodiversity and abundance of terrestrial isopods along a gradient of disturbance in Sabah, east Malaysia. **European Journal of Soil Biology** 42: S197 – S207.
- HEMERIK, L. & BRUSSAARD, L. 2002. Diversity of soil macro-invertebrates in grasslands under restoration succession. **European Journal of Soil Biology** 38: 145-150.

- HÖFER, H., HANAGARTH, W., GARCIA, M., MARTIUS, C., FRANKLIN, E., RÖMBKE, J. & BECK, L. 2001. Structure and function of soil fauna communities in Amazonian anthropogenic and natural ecosystems. **European Journal of Soil Biology** 37: 229 – 235.
- HOLDICH, D.M. 1984. The cuticular surface of woodlice: a search for receptors. **Symposium Zoological Society London** 53: 09-48.
- IRMLER, U. 2000. Chances in the fauna and its contribution to mass loss and N release during leaf litter decomposition in two deciduous forests. **Pedobiologia** 44: 105-118.
- JOSE, S.; WILLIAMS, R. & ZAMORA D. 2006. Belowground ecological interactions in mixed-species forest plantations. **Forest Ecology & Management** 233: 231 – 239.
- KELTY, M.J. 2006. The role of species mixtures in plantation forestry. **Forest Ecology & Management** 233: 195 – 204.
- KREMEN, C.; COLWELL, R.K.; ERWIN, T.L.; MURPHY, D.D.; NOSS, R.F. & SANJAYAN, M.A. 1993. Terrestrial Arthropod Assemblages: Theirs Use in Conservation Planning. **Conservation Biology** 7(4): 796-808.
- LAM, P.K.S; DUDGEON, D. & MA, H.H.T.. 1991. Ecological energetics of populations of four sympatric isopods in a Hong Kong forest. **Journal of Tropical Ecology** 7: 475 – 490.
- LAVELLE, P. 1996. Diversity of soil fauna and ecosystem function. **Biology International** 33: 3-16.

- LAVELLE, P.; DECAËNS, T.; AUBERT, M.; BAROT, S.; BLOUIN, M.; BUREAU, F.; MARGERIE, P.; MORA, P. & ROSSI, P. 2006. Soil invertebrates and ecosystem services. **European Journal of Soil Biology** 42: s3-s15.
- LEISTIKOW, A. 2001. Phylogeny and Biogeography of South American Crinocheta, traditionally placed in the family "Philosciidae" (Crustacea: Isopoda: Oniscidea). **Organisms Diversity & Evolution** 1 (4): 1-85.
- LEMOS DE CASTRO, A. 1985. Considerações sobre *Atlantoscia alceui* Ferrara & Taiti, 1981 (Isopoda, Oniscidea, Philosciidae). **Revista Brasileira de Biologia** 45 (4): 417 – 422.
- LOPES, E.R.C. & ARAUJO, P.B. 2003. Nova espécie de *Novamundoniscus* Schultz (Isopoda, Oniscidea, Dubioniscidae) para o Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 20 (4): 611-614.
- LOPES, E.R.C.; MENDONÇA JR., M.S.; BOND-BUCKUP, G. & ARAUJO, P.B. 2005. Oniscidea diversity across three environments in an altitudinal gradient in northeastern Rio Grande do Sul, Brazil. **European Journal of Soil Biology** 41: 99-107.
- LOUREIRO, S.; SAMPAIO, A.; BRANDÃO, A.; NOGUEIRA, A.J.A. & SOARES, A.M.V.M. 2006. Feeding behaviour of the terrestrial isopod *Porcellionides pruinosus* Brandt, 1983 (Crustacea, Isopoda) in response to changes in food quality and contamination. **Science of the Total Environment** 369: 119 – 128.

- LUCKY, A.; ERWIN, T. L. & WITMAN, J. D. 2002. Temporal and spatial diversity and distribution of arboreal Carabidae (Coleoptera) in a western amazonian rain forest. **Biotropica** 34(3):376-386.
- LUFF, M.L. 1975. Some features influencing the efficiency of Pitfall traps. **Oecologia** 19: 345–357.
- LYMBERAKIS, P.; MYLONAS, M. & SFENTHOURAKIS, S. 2003. Altitudinal variation of oniscidean communities on Cretan Mountains. **Biology of terrestrial Isopods V**: 217-230.
- MARGURRAN, A. E. 1988. **Ecological diversity and its measurement**. Princeton, Princeton University. 179p.
- MARCUZZO, S.; PAGEL, S.M. & CHIAPPETTI, M.I.S.. 1998. a reserva da biosfera da mata atlântica no Rio Grande Do Sul - situação atual, ações e perspectivas. Série Cadernos da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. São Paulo. Caderno 11. 32p.
- MARTIN, J.W.& DAVIS, G.E. 2001. **An Updated Classification of the Recent Crustacea**. Natural History Museum of Los Angeles Country – Sciences Series 39. 132p.
- MEDIANERO, E.; CASTAÑO-MENESES, G.; TISHECHKIN, A.; BASSET, Y.; BARRIOS, H.; ØDEGAARD, F.; CLINE, A. R. & BAIL, J. 2007. Influence of local illumination and plant composition on the spatial and seasonal distribution of litter-dwelling arthropods in a tropical rainforest. **Pedobiologia** 51: 131-145.
- MEINHARDT, H.; QUADROS, A. F. & ARAUJO, P.B. 2007. Growth curve of *Balloniscus*

glaber Araujo & Zardo (Crustacea, Isopoda, Oniscidea) from Parque Estadual de Itapuã, Rio Grande do Sul, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia** 24 (4): 1108-1112.

MELO, A.S. 2008. O que ganhamos “confundindo” riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade? **Biota Neotropica** 8 (3): 21-27. ISSN 1676-0603.

MOÇO, M.K.S.; GAMA-RODRIGUES, E.F.; GAMA-RODRIGUES, A.C. & CORREIA, M. E. F.. 2005. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte Fluminense. *Rev. Bras. Ciênc. Solo* [online]. vol.29(.4): 555-564. ISSN 0100-0683.

MOSS, A. & HASSALL, M. 2006. Effects of disturbance on the diversity and abundance of isopods in temperate grassland. **European Journal of Soil Biology** 42: S254-S268.

MYERS, N. 1988. Threatened Biotas: “Hot Spots” in Tropical Forest. **The Environmentalist** 8 (3): 187 – 208.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B. & KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature** 403: 853-858.

NAKAMURA, A.; PROCTOR, H. & CATTERALL, C. 2003. Using soil and litter arthropods to assess the state of rainforest restoration. **Ecological management & Restoration** 4: s20 – s28.

NICHOLS, J.D.; BRISTOW, M. & VANCLAY, J.K. 2006. MIXED-SPECIES PLANTATIONS: PROSPECTS AND CHALLENGES. **Forest Ecology & Management** 233: 383-390.

- OTT, R. 2004. Aspectos ecológicos da macrofauna aracnológica de serrapilheira (Araneae, Opiliones, Scorpiones) em áreas de Floresta Ombrófila Mista primária, secundária e em silvicultura de *Pinus* sp. no CPCN Pró-Mata, São Francisco de Paula, RS. Tese de Doutorado. PUCRS. 100p.
- PAOLETTI, M.G. 1989. Life strategies of isopods and “soil invertebrates” in Venezuela. **Monitore Zoologico Italiano** 4: 435-453.
- PAOLETTI, M.G. & CANTARINO, C.M.. 2002. Sex ratio alterations in terrestrial woodlice populations (Isopoda: Oniscidea) from agroecosystems subjected to different agricultural practices in Italy. **Applied Soil Ecology** 19: 113 – 120.
- PODGAISKY, L.R.; OTT, R. & GANADE, G. 2007. Ocupação de microhabitats artificiais por invertebrados de solo em um fragmento florestal no sul do Brasil. **Neotropical Biology and Conservation** 2(2): 71 – 79.
- QUADROS, A. F. & ARAUJO, P. B. 2008. An assemblage of terrestrial isopods (Crustacea) in southern Brazil and its contribution to leaf litter processing. **Revista Brasileira de Zoologia** 25: 58 – 66.
- QUADROS, A. F.; ARAUJO, P.B. & SOKOLOWICZ, C.C. 2007. Reproduction of Neotropical isopods (Crustacea: Oniscidea) in southern Brazil: similarities and differences relative to temperature and tropical species. **Proceedings of International Symposium of Terrestrial Isopod Biology (II)**: 81- 90.

- QUADROS, A. F.; CAUBET, Y. & ARAUJO, P. B. 2009. Life history comparison of two terrestrial isopods in relation to habitat specialization. **Acta Oecologica (Montrouge)**, (35):243-249.
- RADEA, C. & ARIANOUTSOU, M. 2000. Cellulose decomposition rates and soil arthropod community in a *Pinus halepensis* Mill. forest of greece after a wildfire. **European Journal of Soil Biology** 36: 57-64.
- RIBEIRO-TROIAN, V.R.; BLADISSERA, R. & HARTZ, S.M. 2009. Effects of understorey structure on the abundance, richness and diversity of Collembola (Arthropoda) in Southern Brazil. **Neotropical Entomology**: 340-345.
- SOKAL, R. R. & ROHLF, F. J. 1995. **Biometry: the principles and practice of statistics in biological research**. 3^a ed. W. H. Freeman and Co.: New York. 887 pp. ISBN: 0-7167-2411-1.
- SANTOS, S.; CABANAS, J.E. & PEREIRA, J.A. 2007. Abundance and diversity of soil arthropods in olive grove ecosystem (Portugal): Effect of pitfall trap type. **European Journal of Soil Biology** 43: 77-83.
- SCHMALFUSS, H. 1984. Eco-morphological Strategies in Terrestrial Isopods. **Symposium Zoological Society London** 53: 49-63.
- SCHMALFUSS, H. & WOLF-SCHWENNINGER, K. 2002. A bibliography of terrestrial isopods (Crustacea, Isopoda, Oniscidea). **Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde A** (639): 120 p.

SCHMALFUSS, H. 2003. World catalog of terrestrial isopods (Isopoda: Oniscidea).
Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde A (654): 341 pp.

SFENTHOURAKIS, S. 1996. The species-area relationship of terrestrial isopods (Isopoda; Oniscidea) from the Aegean archipelago (Greece): a comparative study. **Global Ecology and Biogeography Letters 5: 149-157.**

SFENTHOURAKIS, S.; ANASTASIOU, I. & STRUTENSCHI, T. 2005. Altitudinal terrestrial isopod diversity. **European Journal of Soil Biology 41: 91-98.**

SFENTHOURAKIS, S.; ORFANOU V. & ANASTASIOU, Y. 2008. A comparative study of isopods assemblages of elevated habitats on five mountains of Peloponnisos peninsula. **Proceedings of the International Symposium of Terrestrial Isopod Biology - ISBTI 07: 13-19.**

SIMPSON, J. & OSBORNE, D. 2006. Performance of seven hardwood species underplanted to *Pinus elliotti* in south-east Queensland. **Forest Ecology & Management 233: 303 – 308.**

SMITH, V.C. & BRADFORD, M.A. 2003. Litter quality impacts on grassland litter decomposition are differently dependent on soil fauna across time. **Applied Soil Ecology 24: 197 – 203.**

SMITH J., S.G. POTTS & EGGLETON P. 2008. Evaluating the efficiency of sampling methods in assessing soil macrofauna communities in arable systems. **European Journal of Soil Biology 44: 217-276**

- SOMA, K. & SAITÔ, T. 1983. Ecological studies of soil organisms with references to the decomposition of pine needles. **Plant and Soil** 75: 139-151.
- SZLAVECZ, K. 1985. The effect of microhabitats on the leaf decomposition and on the distribution of soil animals. **Holarctic Ecology** 8 : 33 - 38.
- SOUZA, V.C. & LORENZI, H. 2008. **Botânica Sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II**. 2ªed. Brasil. Intituto Plantarum de Estudos da Flora LTDA. 704p.
- SUNDERLAND, K.D.; HASSALL, M. & SUTTON, S.L. 1976. The population dynamics of *Philoscia muscorum* (Crustacea, Oniscoidea) in a dune grassland ecosystem. **Journal of Animal Ecology** 45: 487-506.
- SUTTON, S.L. 1980. **Woodlice**. Great Britain, Pergamon Press, 144p.
- SUTTON, S.L. & HARDING, P.T. 1989. Interpretation of the distribution of terrestrial isopods in the British Isles. **Monitore Zoologico Italiano** 4: 43 -61.
- TAJOVSKÝ, K. 1998. Diversity of terrestrial isopods (Oniscidea) in flooded and nonflooded ecosystems of southern Moravia, Czech Republic. **Israel Journal of Zoology** 44: 311-322.
- TUF, I.H. 2003. Development of the community structure of terrestrial isopods (Isopoda, Oniscidea) after a summer flood. **Biology of Terrestrial Isopods V**: 231-242.

- VILLANI, M.G., ALLE L.L.; DÍAZ, A. & ROBBINS, P. S. 1999. Adaptive strategies of edafic arthropods. **Annual Review Entomology** 44: 233-256.
- VINK, K. & SRI PURWANTI E. 1994. Population dynamics of two sympatric isopod species in a pine forest in central Java, Indonesia. **Journal of Tropical Ecology** 10 : 417 – 430.
- WANG, S.; RUAN H. & WANG B. 2009. Effects of soil microarthropods on plant litter decomposition across an elevation gradient in the Wuyi Mountains. **Soil Biology & Biochemistry** 41(5): 1 – 7.
- WHITTAKER, R.H. 1972. **Evolution and measurement of species diversity**. *Taxon*, v.21, p.213-251.
- WOLTERS, V. 2001. Biodiversity of soil animals and its function. **European Journal of Soil Biology** 37: 221-227.
- ZIMMER, M.; BRAUCKMANN H.; BROLL G. & TOPP W. 2000. Correspondence analytical evaluation of factors that influence soil macro-arthropod distribution in abandoned grassland. **Pedobiologia** 44: 695 – 704.
- ZIMMER, M. 2003. Habitat and resource use by terrestrial isopods (Isopoda, Oniscidea). **Biology of Terrestrial Isopods V**: 243-261.



Anexo



A seguir são apresentadas as normas da Revista Iheringia série zoológica na qual será publicado o artigo fruto da presente dissertação após as sugestões da banca.

Escopo e política

O periódico *Iheringia, Série Zoologia*, editado pelo Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, destina-se a publicar trabalhos completos originais em Zoologia, com ênfase em taxonomia e sistemática, morfologia, história natural e ecologia de comunidades ou populações de espécies da fauna Neotropical recente. Notas científicas não serão aceitas para publicação. Em princípio, não serão aceitas listas faunísticas, sem contribuição taxonômica, ou que não sejam o resultado de estudos de ecologia ou história natural de comunidades, bem como chaves para identificação de grupos de táxons definidos por limites políticos. Para evitar transtornos aos autores, em caso de dúvidas quanto à adequação ao escopo da revista, recomendamos que a Comissão Editorial seja previamente consultada. Também não serão aceitos artigos com enfoque principal em Agronomia, Veterinária, Zootecnia ou outras áreas que envolvam zoologia aplicada. Manuscritos submetidos fora das normas da revista serão devolvidos aos autores antes de serem avaliados pela Comissão Editorial e Corpo de Consultores.

Forma e preparação de manuscritos

1. Encaminhar o trabalho ao editor, via ofício, assinado pelos autores, acompanhado do original e duas cópias (incluindo as figuras) além de arquivo digital (ver item 14).

2. Os manuscritos serão analisados por, no mínimo, dois consultores. A aprovação do trabalho, pela comissão editorial, será baseada no conteúdo científico, respaldado pelos pareceres dos consultores e no atendimento às normas. Alterações substanciais serão solicitadas aos autores, mediante a devolução dos originais acompanhados das sugestões.

3. O teor científico do trabalho é de responsabilidade dos autores, assim como a correção gramatical.

4. O manuscrito, redigido em português, inglês ou espanhol, deve ser impresso em papel A4, em fonte “Times New Roman” tamanho 12, com páginas numeradas e espaçamento duplo entre linhas.

5. Os trabalhos devem conter os tópicos: título; nomes dos autores (nome e sobrenome por extenso e demais preferencialmente abreviados); endereço completo dos autores, com e-mail para contato; “abstract” e “keywords” (máximo 5) em inglês; resumo e palavras-chave (máximo 5) em português ou espanhol; introdução; material e métodos; resultados; discussão e conclusões; agradecimentos e referências bibliográficas.

6. Não usar notas de rodapé.

7. Para os nomes genéricos e específicos usar itálico e, ao serem citados pela primeira vez no texto, incluir o nome do autor e o ano em que foram descritos. Expressões latinas também devem estar grafadas em itálico.

8. Citar as instituições depositárias dos espécimes que fundamentam a pesquisa, preferencialmente com tradição e infra-estrutura para manter coleções científicas e com políticas de curadoria bem definidas.

9. Citações de referências bibliográficas no texto devem ser feitas em Versalete (caixa alta reduzida) usando alguma das seguintes formas: BERTCHINGER & THOMÉ (1987), (BRYANT, 1915; BERTCHINGER & THOMÉ, 1987), HOLME *et al.* (1988).

10. Dispor as referências bibliográficas em ordem alfabética e cronológica, com os autores em Versalete (caixa alta reduzida). Apresentar a relação completa de autores (não abreviar a citação dos autores com “*et al.*”) e o nome dos periódicos por extenso. Alinhar à margem esquerda com deslocamento de 0,6 cm. Não serão aceitas citações de resumos e trabalhos não publicados.

Exemplos:

BERTCHINGER, R. B. E. & THOMÉ, J. W. 1987. Contribuição à caracterização de *Phyllocaulis soleiformis* (Orbigny, 1835) (Gastropoda, Veronicellidae). **Revista Brasileira de Zoologia** 4(3):215-223. BRYANT, J. P. 1915. Woody plant-mammals interactions. *In*: ROSENTHAL, G. A. & BEREMBAUM, M. R. eds. **Herbivores: their interactions with secondary plants metabolites**. San Diego, Academic. v.2, p.344-365. HOLME, N. A.; BARNES, M. H. G.; IWERSON, C. W. R.;

LUTKEN, B. M. & MCINTYRE, A. D. 1988. **Methods for the study of marine mammals**. Oxford, Blackwell Scientific. 527p. PLATNICK, N. I. 2002. **The world spider catalog, version 3.0**. American Museum of Natural History.

Disponível em: <<http://research.amnh.org/entomology/spiders/catalog81-87/index.html>>. Acesso em: 10.05.2002.

11. As ilustrações (desenhos, fotografias, gráficos e mapas) são tratadas como figuras, numeradas com algarismos arábicos seqüenciais e dispostas adotando o critério de rigorosa economia de espaço e considerando a área útil da página (16,5 x 24 cm) e da coluna (8 x 24 cm). A Comissão Editorial reserva-se o direito de efetuar alterações na montagem das pranchas ou solicitar nova disposição aos autores. As legendas devem ser auto-explicativas e impressas em folha à parte. Ilustrações a cores implicam em custos a cargo dos autores. Os originais devem ser enviados apenas após a aprovação do manuscrito. Incentivamos o encaminhamento das figuras em meio digital de alta qualidade (ver item 14).

12. As tabelas devem permitir um ajuste para uma (8 cm) ou duas colunas (16,5 cm) de largura, ser numeradas com algarismos romanos e apresentar título conciso e auto-explicativo.

13. A listagem do material examinado deve dispor as localidades de Norte a Sul e de Oeste a Leste e as siglas das instituições compostas preferencialmente de até 4 letras, segundo o modelo abaixo:

VENEZUELA, **Sucre**: San Antonio del Golfe, (Rio Claro, 5°57'N 74°51'W, 430m) 5♀, 8.VI.1942, S. Karpinski col. (MNHN 2547). PANAMÁ, **Chiriquí**: Bugaba (Volcán de Chiriquí), 3♂, 3♀, 24.VI.1901, Champion col. (BMNH 1091). BRASIL, **Goiás**: Jataí (Fazenda Aceiro), 3♂, 15.XI.1915, C. Bueno col. (MZSP); **Paraná**: Curitiba, ♀, 10.XII.1925, F. Silveira col. (MNRJ); **Rio Grande do Sul**: São Francisco de Paula

(Fazenda Kraeff, Mata com Araucária, 28°30'S 52°29'W, 915m), 5♂ , 17.XI.1943, S. Carvalho col. (MCNZ 2147).

14. Enviar, juntamente com as cópias impressas, cópia do manuscrito em meio digital (disquete, zip disk ou CDROM, devidamente identificado) em arquivo para Microsoft Word (*.doc) ou em formato “Rich Text” (*.rtf). Para as imagens digitalizadas, utilizar resolução mínima de 300 dpi e arquivos Bitmap TIFF (*.tif). Enviar as imagens nos arquivos originais (não inseridas em arquivos do MS Word, MS Power Point e outros), rotulados de forma auto-explicativa (e. g. figura01.tif). Gráficos e tabelas devem ser inseridos em arquivos separados (Microsoft Word ou Excel). Para arquivos vetoriais utilizar formato Corel Draw (*.cdr).

15. As provas não serão enviadas aos autores, exceto em casos especiais.

16. Para cada artigo serão fornecidas, gratuitamente, 50 separatas, sem capa, que serão remetidas preferencialmente para o primeiro autor. Os artigos também estarão na página do Scientific Electronic Library Online, SciELO/Brasil, disponível em www.scielo.br/isz.