

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
Instituto de Biociências
Campus de Botucatu

Cristiane Matavelli

"ECOLOGIA POPULACIONAL DE *Talitroides topitotum* (CRUSTACEA:
AMPHIPODA) EM UMA RESERVA DE FLORESTA ATLÂNTICA".

Botucatu, 2009

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
Instituto de Biociências
Campus de Botucatu

"ECOLOGIA POPULACIONAL DE *Talitroides topitotum* (CRUSTACEA:
AMPHIPODA) EM UMA RESERVA DE FLORESTA ATLÂNTICA".

Cristiane Matavelli

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Ciências Biológicas,
Área de Concentração: Zoologia, do Instituto
de Biociências – UNESP, como parte dos
requisitos para a obtenção do título de
Mestre em Ciências Biológicas (Zoologia).

Orientador: Prof. Dr. Wesley Augusto Conde Godoy
Co-orientador: Prof. Dr. André Victor Lucci Freitas

Botucatu, 2009

*“Não deixe que a saudade sifoque, que a rotina acomode,
que o medo impeça de tentar. Desconfie do destino e acredite em você. Gaste mais horas realizando que sonhando,
fazendo que planejando, vivendo que esperando, porque embora quem quase morre esteja vivo, quem quase vive já morreu”*

Luis Fernando Veríssimo

Dedico este trabalho a meus pais,
Mauro e Amália, meus grandes exemplos.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer aqueles que foram fundamentais na minha caminhada até aqui e que, de alguma forma, me ajudaram na realização desse trabalho e na conquista desse título:

Vinícius Bonatto, que proporcionou minha ida a Unicamp (onde eu estaria se não fosse você?).

Prof. André Victor Lucci Freitas, que me aceitou em seu laboratório, me iniciou na pesquisa e me incentivou a continuar na vida acadêmica.

Prof. Fosca Pedini Pereira Leite, que abriu as portas do seu laboratório para que eu realizasse parte dessa pesquisa, além de me auxiliar no manuseio dos meus bichinhos.

Prof. Cláudia Pio Ferreira, pela parceria, pelas discussões e por me proporcionar novos conhecimentos desde meu ingresso nessa pós-graduação.

Ernesto A. B. F. Lima pelas explicações e pelo empenho na realização do nosso trabalho.

Natália O. Leiner, por me informar sobre novas ocorrências de anfípodas terrestres no estado de São Paulo, além das análises críticas feitas em nosso trabalho.

Mariana Juventina Magrini, pessoa que tenho grande carinho, por toda ajuda no laboratório, pelos momentos de descontração fora dele e por todas as risadas que demos (que não foram poucas) durante nosso período de convivência.

Artur Nishibe Furegatti, um grande amigo, com quem compartilhei todas as minhas conquistas desde minha chegada a Unicamp e espero continuar mesmo fora dela.

Pedro Augusto da Pos Rodrigues e Kamila Ferreira Massuda Garcia pela grande ajuda durante a preparação de minha qualificação.

Alunos dos laboratórios Lepidoptera e Formicidae/Unicamp, os quais eu adotei como sendo meus companheiros de pós-graduação e que, com certeza, se tornaram meus grandes amigos.

Alunos do Departamento de Parasitologia/Unesp, em especial a Thais Riback, Ana Rita Romão e Andressa Bernardes, pela preocupação com o andamento do meu trabalho e me receberem sempre com muito carinho e com as melhores gargalhadas (né, xuxú!! rsrsrs).

Colegas do Programa de Pós-graduação em Zoologia, em especial Gisele Heckler e Ariádine Cristine de Almeida, pela convivência gostosa.

Odete Lopez Lopes pela confirmação na identificação de *Talitroides topitotum*.

Instituto Florestal do Estado de São Paulo e Instituto Brasileiro do Meio Ambiente por permitirem a realização desse estudo.

João Paulo Villani e a todos os funcionários do Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Santa Virgínia por facilitarem os trabalhos de campo.

Companhia de Cimento Ribeirão Grande pelo apoio logístico e financeiro durante o período de execução do trabalho.

Helena Boscolo e Suzana Anita Saccardo (Ibama/São Paulo) pelas autorizações de coleta.

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo processo 2005/00328-0.

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de mestrado (proc. 133010/2008-2).

Em especial,

Ao Prof. Wesley Augusto Conde Godoy, por me aceitar como sua aluna de mestrado, pelos ensinamentos que me proporcionou e ainda proporciona, pela preocupação na conclusão do nosso trabalho, por aguentar minhas crises de ansiedade sempre com bom humor e por ser esse profissional exemplar. Muito obrigada!

Ao profissional Uehara-Prado, essencial na realização desse estudo, por me apresentar aos anfípodas terrestres e me permitir trabalhar em parceria com seus dados de doutorado, pela ajuda em todas as fases de execução do meu estudo, por me aconselhar sempre de forma tão positiva e, principalmente, por me ensinar a ser uma profissional mais capacitada e crítica. Ao companheiro Marcio, agradeço o bom humor (muitas vezes sarcástico), a paciência, o carinho e o incentivo incondicional que sempre me deu, vivenciando todos os momentos do meu lado, sem deixar a peteca cair... rsrs!

A minha família, fundamental em minha vida, pelo incentivo, por me ajudarem sempre da melhor forma possível, pelo apoio logístico, financeiro e psicológico. Aos meus pais Mauro e Amália, tata Deinha e pequena Sofia, obrigada por compreenderem minhas ausências em função dos estudos e pelos momentos de descontração vividos nos finais de semana, junto com a turma do churrasquinho... Vilma e Jura Sarto, Léozinho, Márcia e Celso Mellega... adoro!

ÍNDICE

"ECOLOGIA POPULACIONAL DE *Talitroides topitotum* (CRUSTACEA: AMPHIPODA) EM UMA RESERVA DE FLORESTA ATLÂNTICA".

RESUMO GERAL.....	09
INTRODUÇÃO GERAL.....	10
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	13

Capítulo I.

ALGUNS ASPECTOS DA ECOLOGIA POPULACIONAL DO ANFÍPODE EXÓTICO *Talitroides topitotum* (CRUSTACEA: AMPHIPODA) EM UMA RESERVA DE FLORESTA ATLÂNTICA.

RESUMO.....	15
1.1.INTRODUÇÃO.....	16
1.2.MATERIAIS E MÉTODOS.....	17
1.2.1.Área de estudo.....	17
1.2.2.Amostragens.....	17
1.2.3.Análise dos dados.....	18
1.3.RESULTADOS.....	18
1.4.DISSCUSSÃO.....	19
1.4.1. <i>Talitroides topitotum</i> como um potencial bioindicador.....	21
1.5.AGRADECIMENTOS.....	22
1.6.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23
Figura 1.	26
Figura 2.	27
Figura 3.	28
Figura 4.	29

Capítulo II.

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL EM PEQUENA ESCALA DE UM ANFÍPODE EXÓTICO EM FRAGMENTO FLORESTAL E PLANTIO DE ESPÉCIES NATIVAS

RESUMO.....	30
2.1.INTRODUÇÃO.....	31
2.2.MATERIAIS E MÉTODOS.....	32
2.2.1.Área de estudo.....	32
2.2.2.Amostragens.....	32
2.2.3.Análise dos dados.....	33
2.3.RESULTADOS.....	34
2.4.DISSCUSSÃO.....	35
2.5.AGRADECIMENTOS.....	37
2.6.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37
Figura 1.....	40
Tabela 1.....	41
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45

"ECOLOGIA POPULACIONAL DE *Talitroides topitotum* (CRUSTACEA: AMPHIPODA) EM UMA RESERVA DE FLORESTA ATLÂNTICA".

RESUMO GERAL

Este trabalho buscou investigar alguns aspectos da ecologia populacional do anfípode terrestre exótico *Talitroides topitotum*, através do conhecimento de sua biologia básica, bem como seu padrão de distribuição espacial. Para isso, amostragens de campo foram realizadas em dois locais distintos, o Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Santa Virgínia (NSV) e a Fazenda Intermontes (FI), ambas localizadas no estado de São Paulo. No NSV, o estudo focou a obtenção de informações como abundância, razão sexual, distribuição de classes de tamanho, idade da maturidade sexual, presença de ovos e algumas relações morfométricas, dados esses fundamentais para a compreensão do seu ciclo de vida. Já na FI, o enfoque foi avaliar o padrão de distribuição espacial da espécie em áreas perturbadas, além de verificar se algumas variáveis ambientais poderiam influenciar no seu padrão. Em ambos os locais, as coletas foram realizadas mensalmente, de novembro de 2004 a maio de 2005 no NSV e de agosto de 2006 a novembro de 2007 na FI, utilizando armadilhas de queda. Foram delineados 12 transectos com 5 armadilhas cada para o NSV e dois conjuntos com 25 armadilhas, dispostas em forma de grade, para a FI, sendo que um conjunto foi instalado em um fragmento florestal e o outro em um plantio de espécies nativas. Os resultados encontrados no NSV corroboraram outros estudos já realizados para esta espécie, como picos de abundância durante o verão; indivíduos distribuídos em classes de tamanho com até 10,12 mm; média de 2,4 ovos por fêmea; além de uma correlação positiva entre tamanho cefálico e tamanho corpóreo (Coeficiente de Spearman $r_s = 0,517$; $t = 16,32$; $p < 0,001$). A análise dos resultados obtidos na FI sugere a existência de um padrão de distribuição agregada para a espécie em ambas as áreas, porém com maior grau de agregação no fragmento florestal, além de uma correlação negativa para entre a abundância e a profundidade da serrapilheira no plantio (Correlação de Pearson $r = -0,55$, $p = 0,005$). Diante dos resultados apresentados, conclui-se que este trabalho possibilitou uma melhor compreensão sobre o ciclo de vida de *T. topitotum* residente no sudeste brasileiro, bem como sua relação com o ambiente.

INTRODUÇÃO GERAL

Uma população pode ser definida como um grupo de indivíduos de uma mesma espécie, os quais vivem juntos no mesmo ambiente e intervalo de tempo, interagindo entre si, estando isolados em certo grau de outros grupos da mesma espécie, podendo desenvolver diferenças morfológicas devido ao tempo de isolamento (Solomon, 1980; Berryman, 1981; Hastings, 1997). Com base nessa definição, estudos populacionais estão sendo realizados nos mais diferentes *taxa*, tendo entre outras finalidades, a compreensão dos fenômenos biológicos responsáveis por compor o ciclo de vida dos indivíduos (Bratney, 1986; Diamantidis et al., 2009).

Por não ser uma entidade estática, uma população demonstra flutuações em seu número de indivíduos ao longo do tempo e do espaço (Ricklefs, 2003; Townsend et al., 2006), caracterizando assim sua dinâmica. A dinâmica populacional é estruturada a partir da variação na abundância, que age como um processo regulador atuando sobre as perdas e reposições de indivíduos (Solomon, 1980). Os mecanismos reguladores são assim, instrumentos capazes de buscar a estabilidade, com vistas à persistência populacional (Murdoch, 1992). Essa variação pode ocorrer por fatores intrínsecos da população ou por influências ambientais, como por exemplo, o efeito da temperatura, da umidade e disponibilidade de recursos (Solomon, 1980). Essas influências também podem interferir na presença ou ausência de habitats adequados, bem como a ação de competidores, patógenos e barreiras, determinando assim a abrangência geográfica dos indivíduos, o que reflete no padrão de distribuição espacial das populações (Ricklefs, 2003).

A distribuição espacial de uma população é definida como a posição que os indivíduos ocupam, uns em relação aos outros, sobre influência da dinâmica das populações (Southwood, 1978; Ludwig & Reynolds, 1988; Krebs, 1998; Santos et al., 2004). Três padrões básicos de distribuição são vistos com maior frequência, sendo eles: (1) agregado, resultado da predisposição em formar grupos, da distribuição agrupada dos recursos e das tendências da prole em permanecer junto a seus pais; (2) aleatória, na qual as populações resultam da ausência de antagonismo social e de atração mútua entre os indivíduos, o que dilui sua densidade, sem qualquer dependência de proximidade com os demais indivíduos e (3) uniforme, que reflete a necessidade de se manter uma distância mínima entre os vizinhos, sendo esta menos frequente na natureza (Ludwig & Reynolds, 1988; Santos et al., 2004).

Trabalhos envolvendo a distribuição espacial de espécies têm sido empregados para o entendimento das estratégias de vida dos indivíduos, principalmente de insetos, bem como para a realização de manejo de pragas (Farias et al., 2001; Maruyama et al., 2002; Santos et al., 2004), sendo que seus padrões são identificados através do uso de modelos (Ludwing & Reynolds, 1988; Krebs, 1998; Maruyama et al., 2002; Santos et al., 2004).

A atividade humana sobre os habitats tem crescido muito nas últimas décadas, tanto alterando o padrão de distribuição espacial das espécies como proporcionando a quebra de barreiras que limitam suas distribuições geográficas, favorecendo assim a entrada de espécies introduzidas, sendo essa uma das principais ameaças a biodiversidade mundial (Hoffman, 1998; Costa & Magnusson, 2003).

O anfípode terrestre *Talitroides topitotum* no Brasil é um exemplo dessa introdução. Esta espécie se estabeleceu no Brasil através da importação de plantas exóticas e se espalhou por regiões da Floresta Atlântica (Lemos de Castro, 1972; Lemos de Castro & Pereira, 1978).

Sobre *Talitroides topitotum*

A espécie *Talitroides topitotum* é pertencente à família Talitridae, sendo esta a única a possuir representantes verdadeiramente terrestres dentro da superfamília Talitroidea (Lemos de Castro, 1972; Friend & Richardson, 1986; Spicer et al., 1987). Seus indivíduos são caracterizados morfológicamente por terem corpo segmentado, achatado lateralmente e com o primeiro segmento torácico fundido com a cabeça (Friend & Richardson, 1986). Possuem dois pares de apêndices com garra (gnatópodos), cinco pares de pernas (pereiópodos) e no abdômen, três pares de apêndices natatórios (pleópodos) e três pares de apêndices posteriores (urópodos), sendo estes utilizados para saltar e cavar (Friend & Richardson, 1986). A espécie tem desenvolvimento direto, sendo os ovos armazenados no marsúpio da fêmea, formado pela junção de placas chamadas oostegitos (Friend & Richardson, 1986).

Os indivíduos dessa espécie apresentam hábito noturno e se estabelecem em regiões com alta umidade, provavelmente para evitar a desidratação (Friend & Richardson, 1986). Como se alimentam de material vegetal em decomposição e utilizam o solo como refúgio quando as condições ambientais estão desfavoráveis, esses indivíduos são localizados na interface solo e serrapilheira, o que contribui com o processo de decomposição do material vegetal e afeta a dinâmica do solo, já que

atuam sobre a taxa de oxigenação e no deslocamento de partículas através de sua locomoção (Friend & Richardson, 1986; Lam & Ma, 1989a; Alvarez et al., 2000; Lopes & Masunari, 2004a).

Essa espécie é originária de regiões do Indo-Pacífico (Lemos de Castro, 1972) e se tornou cosmopolita em regiões tropicais e temperadas através da associação com a introdução de plantas exóticas (Alvarez et al., 2000; Cowling et al., 2004). No Brasil, a principal planta ligada à invasão de *T. topitotum* foi *Eucalyptus* spp., cujas mudas oriundas dos Estados Unidos e Austrália abrigavam provavelmente os primeiros indivíduos responsáveis por essa introdução (Lemos de Castro, 1972, Lemos de Castro & Pereira, 1978). Além do Brasil, essa associação também foi registrada no México (Alvarez et al., 2000) e em Hong Kong (Lam & Ma, 1989).

Estudos populacionais envolvendo *T. topitotum* já foram realizados no México, Hong Kong e no sul do Brasil (Lam & Ma, 1989; Alvarez et al., 2000; Lopes e Masunari, 2004a,b). No entanto, as informações disponíveis sobre a biologia dessa espécie, bem como sua relação com o ambiente ainda são insuficientes. A carência de dados sobre esta espécie pode ser exemplificada pela ausência de estudos que relatem seu padrão de distribuição espacial.

Diante disso, este trabalho buscou compreender alguns aspectos da ecologia populacional do anfípode terrestre exótico *Talitroides topitotum*, através do desenvolvimento de dois estudos: o primeiro, que gerou o capítulo I dessa dissertação, envolveu o conhecimento de sua biologia básica, e o segundo, relatado no capítulo II, buscou compreender seu padrão de distribuição espacial em áreas perturbadas, além de verificar se algumas variáveis ambientais poderiam influenciá-lo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, F.; WINFIELD I. & CHÁZARO S. 2000. Population study of the landhopper *Talitroides topitotum* (Crustacea: Amphipoda: Talitridae) in central Mexico. *Journal of Natural History*, 34: 1619-1624.
- BERRYMAN, A.A., 1981. *Population Systems: a General Introduction*. Plenum, New York.
- BRATTEY, J. 1986. Life history and population biology of larval *Acanthocephalus lucii* (Acanthocephala: Echinorhynchidae) in the isopod *Asellus aquaticus*. *The Journal of Parasitology*, 72: 633-645.
- COSTA, F.R.C. & MAGNUSSON, W.E. 2003. Effects of selective logging on the diversity and abundance of flowering and fruiting understory plants on a Central Amazonian Forest. *Biotropica*, 35: 103-114.
- COWLING, J.; SPICER, J.I.; GASTON, K.J.; & WEEKS, J.M. 2004. Current status of an amphipod invader, *Arcitalitrus dorrieni* (Hunt, 1925), in Britain. *Journal of Natural History*, 38: 1665-1675.
- DIAMANTIDIS, A.D.; PAPADOPOULOS, N.T.; NAKAS, C.T.; WU, S.; MÜLLER H-G. & CAREY, J.R. 2009. Life history evolution in a globally invading tephritid: patterns of survival and reproduction in medflies from six world regions. *Biological Journal of the Linnean Society*, 97: 106-117.
- FARIAS, P.R.S., J.C. BARBOSA & A.C. BUSOLI. 2001b. Distribuição espacial da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), na cultura do milho. *Neotropical Entomology*, 30: 681-689.
- FRIEND, J.A. & RICHARDSON, A.M.M. 1986. Biology of terrestrial amphipods. *Annual Review Entomology*, 31: 25-48.
- HASTINGS, A. 1997. *Population Biology: Concepts and Models*. Springer, NY.
- HOFFMANN, J. 1998. Assessing the effects of environmental changes in a landscape by means of ecological characteristics of plant species. *Landscape and Urban Planning*, 41: 239-248.
- KREBS, C.J. 1998. *Ecological Methodology*. 2 ed. Benjamin Cummings, New York.
- LAM, P.K.S. & MA H.H.T. 1989. Some observations on the cycle and population dynamics of *Talitroides topitotum* (Burt) (Amphipoda; Talitridae) in Hong Kong. *Journal of Natural History*, 23: 1087-1092.
- LEMONS DE CASTRO, A.L. 1972. *Talitrus (Talitroides) pacificus* Hurley, anfípodo terrestre introduzido em São Paulo. *Arquivos do Instituto Biológico São Paulo*, 9: 201-203.

- LEMOS DE CASTRO, A.L. & PEREIRA V.F.G. 1978. Anfípodos terrestres do gênero *Talitrus* introduzidos no Brasil (Amphipoda, Talitridae). Atas da Sociedade Biológica do Rio de Janeiro, 19: 47-49.
- LOPES, O.L. e MASUNARI, S. 2004a. Distribuição de abundância de *Talitroides topitotum* (Burt) (Crustacea, Amphipoda, Talitridae) na área de entorno da Usina Hidroelétrica de Guaratuba, Serra do Mar, Guaratuba, Paraná, Brasil. Revista Brasileira Zoologia, 21: 219-227.
- LOPES, O.L. e MASUNARI, S. 2004b. Biologia reprodutiva de *Talitroides topitotum* (Burt) (Crustacea, Amphipoda, Talitridae) na Serra do Mar, Guaratuba, Paraná, Brasil. Revista Brasileira Zoologia, 21: 755-759.
- LUDWIG, J.A. & REYNOLDS, J.F. 1988. Statistical Ecology: a primer on methods and computing. John Wiley & Sons, New York.
- MARUYAMA, W.I., J.C. BARBOSA, M.G. FERNANDES & P.T. YAMAMOTO. 2002. Distribuição espacial de *Dilobopterus costalimai* Young (Hemiptera: Cicadellidae) em citros na região de Taquaritinga, SP. Neotropical Entomology, 31: 35-40.
- MURDOCH, W. W. 1992. Population regulation in theory and practice. Ecology, 75: 271-287.
- RICKLEFS, R.E. 2003. Estruturas populacionais. In: A Economia da Natureza (R.E. Ricklefs ed.). Guanabara Koogan.
- SANTOS, R.S.S.; REDAELLI, L.R.; DIEFENBACH, L.M.G.; ROMANOWSKI, H.P.; PRANDO, H.F. & ANTOCHEVIS, R.C. 2004. Distribuição espacial de *Oebalus poecilus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) durante a hibernação. Entomotropica, 19: 91-100.
- SOLOMON, M. E. 1980. Dinâmica de populações. SP, EPU & Edusp.
- SOUTHWOOD, T.R.E. 1978. Ecological methods with particular reference to the study of insect populations. Chapman and Hal, London.
- SPICER J.I., MOORE P.G., TAYLOR A.C., 1987. The physiological ecology of land invasion by the Talitridae (Crustacea: Amphipoda). Proceedings of the Royal Society of London, 232: 95-124.
- TOWNSEND, C.R.; M. BEGON & J.L. HARPER. 2006. Fundamentos em ecologia. Porto Alegre, 2ª ed.

Capítulo I.

ALGUNS ASPECTOS DA ECOLOGIA POPULACIONAL DO ANFÍPODE EXÓTICO *Talitroides topitotum* (CRUSTACEA: AMPHIPODA) EM UMA RESERVA DE FLORESTA ATLÂNTICA.

CRISTIANE MATAVELLI², MARCIO UEHARA-PRADO³,
FOSCA P. P. LEITE¹ & ANDRÉ V. L. FREITAS¹

¹) Departamento de Zoologia, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, CP 6109, CEP 13083-970, Campinas, São Paulo, Brasil

²) Programa de Pós Graduação em Zoologia, Instituto de Biologia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), CP 510, CEP 18618-000, Botucatu, São Paulo, Brasil

³) Programa de Pós Graduação em Ecologia, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), CP 6109, CEP 13084-971, Campinas, São Paulo, Brasil

RESUMO

Um estudo envolvendo a ecologia populacional do anfípode terrestre *Talitroides topitotum* foi realizado no Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Santa Virgínia (NSV), através de coletas mensais, no período de novembro de 2004 a maio de 2005, utilizando *pitfall*. Um total de 3593 anfípodas foi coletado, apresentando dois picos populacionais, em dezembro e fevereiro. De uma sub-amostragem, 1533 anfípodas foram analisados, dos quais 87% eram indivíduos imaturos e 13% eram fêmeas ovíferas. Nenhum macho foi encontrado. As fêmeas ovíferas ocorreram em todo o período do estudo, com pico também em fevereiro, apresentando uma média de 2,4 ovos por fêmea. O tamanho dos indivíduos variou de 1,48 mm a 10,12 mm, com classe modal de 5,0 a 5,9 mm, o que coincide com outros estudos populacionais. Houve uma correlação positiva entre o tamanho cefálico e o tamanho corpóreo (Coeficiente de Spearman $r_s = 0,517$; $t = 16,32$; $p < 0,001$), assim como para o tamanho das fêmeas e a quantidade de ovos (Coeficiente de Spearman $r_s = 0,2982$; $t = 2,88$; $p = 0,005$), concluindo-se que quanto maior a fêmea, maior é a quantidade de ovos produzidos. Este trabalho sugere ainda que a presença e abundância de *T. topitotum* em áreas que apresentam um mosaico de vegetação, como o caso do NSV, podem ser usadas como uma ferramenta a bioindicação.

Palavras-chave: *Talitroides topitotum*, Floresta Atlântica, biologia populacional.

1.1 INTRODUÇÃO

Anfípodes terrestres vivem na interface solo e serrapilheira de florestas e se abrigam sob folhas, árvores caídas e pedaços de madeira no chão, sendo este um habitat muito similar ao dos isópodos terrestres (Hurley, 1968). Quando estabilizados em ambientes favoráveis, algumas espécies exóticas de anfípodes terrestres podem substituir as nativas (Costello, 1993; Alvarez et al., 2000). Esses indivíduos apresentam hábito noturno, o que minimiza a desidratação, se alimentam de material vegetal em decomposição (Friend & Richardson, 1986) e participam da dinâmica do solo, aumentando as taxas de oxigenação através de sua locomoção, além de acelerarem os processos de decomposição (Lam & Ma, 1989; Alvarez et al., 2000; Lopes & Masunari, 2004b).

Os anfípodes terrestres são capazes de se reproduzir duas vezes durante seu ciclo de vida, tendo uma ninhada de 3 a 4 ovos, e um tempo médio de vida de 10 meses, apresentando em média de 3 a 4 gerações por ano (Lam & Ma, 1989). A razão sexual desses animais varia sazonalmente, sendo geralmente desviada para as fêmeas (Wenner, 1972).

Talitroides topitotum (Burt, 1934) é originário de regiões tropicais e subtropicais do Indo-Pacífico (Lemos de Castro, 1972; Lopes & Masunari, 2004a) e se tornou cosmopolita em regiões tropicais e temperadas através de sua associação com a importação de plantas exóticas (Alvarez et al., 2000; Cowling et al., 2004). Essa espécie habita ambientes com alta umidade (Alvarez et al., 2000; Lopes & Masunari, 2004b), ocorrendo em altitudes que variam de 120 a 2400 m (Lam & Ma, 1989; Richardson, 1992; Alvarez et al., 2000). No Brasil, *T. topitotum* foi introduzido com a importação de plantas com propósito comercial (Ulian & Mendes, 1987; Lopes & Masunari, 2004a) e provavelmente tem se propagado por atividades humanas. A espécie parece ser estreitamente associada a áreas que foram reflorestadas com *Eucalyptus* spp. (Lemos de Castro, 1972; Lemos de Castro & Pereira, 1978), uma cultura que cobre extensas áreas no Brasil (Ulian & Mendes, 1988; Lopes & Masunari, 2004b). Os primeiros registros da presença de *T. topitotum* em vários países também estão relacionados com a introdução de plantas exóticas, como no México (Alvarez et al., 2000) e Estados Unidos, sendo que neste outras espécies de anfípodes terrestres também foram introduzidas (Vischer, 1874; Medcof, 1939; Lazo-Wasem, 1984).

Com isso, o objetivo desse trabalho foi estudar alguns aspectos da ecologia populacional de *T. topitotum* em uma área de Floresta Atlântica no sudeste do Brasil. Alguns estudos populacionais de *T. topitotum* já foram realizados em Hong Kong, por Lam & Ma (1989), no México, por Alvarez et al. (2000) e no sul do Brasil, por Lopes & Masunari (2004a, b, c). Entretanto, embora essa espécie seja exótica e sua invasão possa ter consequências desconhecidas à biota do solo, são poucos os estudos que relatam sua biologia populacional.

1.2. MATERIAIS E MÉTODOS

1.2.1. Área de estudo

Este estudo foi conduzido no Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Santa Virgínia (23°17'23"24'S, 45°03'45"11'W), no estado de São Paulo. O Núcleo Santa Virgínia (NSV) apresenta relevo escarpado, com vales encaixados e altitude variando de 740 a 1620 m (Tabarelli & Mantovani, 1999). O clima da região é úmido, sem estação seca, com precipitação média anual de 2180 mm (Setzer, 1949; Tabarelli & Mantovani, 1999).

No passado, algumas partes da Floresta Atlântica que hoje formam o NSV sofreram corte raso e queima de madeira para posterior implantação de pastagens, enquanto que outras partes sofreram corte seletivo. Atualmente, a área é coberta por floresta ombrófila densa montana, intercalada com manchas de floresta em diferentes estágios de regeneração, pastagens abandonadas e plantios de eucalipto (Tabarelli & Mantovani, 1999; J. P. Villani, pers. comm.).

1.2.2. Amostragens

As amostragens foram feitas com armadilhas de queda (*pitfall*) consistindo de copos plásticos de 500 ml com 8,5 cm de abertura, nivelados ao solo, contendo no seu interior propileno-glicol 30%, formol 0,1% e algumas gotas de detergente para quebrar a tensão superficial do líquido. Os frascos foram protegidos da chuva direta e da queda de folhas por uma estrutura circular de isopor suspensa sobre cada um deles. Um conjunto de cinco armadilhas, distantes 2 m entre si, foi considerado como uma unidade amostral. As armadilhas foram mantidas abertas 6 dias por mês durante o período de amostragem.

Doze unidades amostrais foram instaladas na área de estudo, colocadas no mínimo 100 m de distância uma das outras. A amostragem foi feita de novembro de 2004 a maio de 2005, englobando o final da primavera, o verão e o início do outono, período no qual os anfípodas terrestres estão mais ativos, devido ao aumento da temperatura ambiental (Lopes & Masunari, 2004b). Após o término de cada amostragem, o material coletado foi triado, preservado em álcool 70% e etiquetado. Todo material coletado está depositado no Museu de Zoologia, no Instituto de Biologia, UNICAMP.

1.2.3. Análise dos dados

O número e o sexo dos indivíduos foram determinados em todas as amostras. Os indivíduos foram sexados seguindo Lopes & Masunari (2004c; fêmeas com oostegitos e machos com pênis). A maturidade dos indivíduos foi reconhecida com base no tamanho, seguindo Lopes & Masunari (2004c): um indivíduo foi considerado maduro quando seu tamanho foi maior que 4,57 mm (o tamanho da menor fêmea ovígera encontrada em toda a amostragem). As amostras foram analisadas sob microscópio estereoscópio equipado com oculares micrométricas. Os indivíduos de cada unidade amostral foram contados em placa de Petri acrescida com álcool 70% a fim de evitar a desidratação, o que poderia influenciar na medição.

Para as avaliações morfométricas, os indivíduos foram posicionados de forma padrão, com as pernas voltadas para a direita em relação à régua. Duas medições foram feitas: (1) comprimento cefálico, sendo a distância linear da base das antenas até o primeiro segmento torácico e, (2) comprimento corpóreo, sendo a distância linear da base das antenas até a porção terminal do télson (seguindo Leite & Wakabara, 1989). A presença de ovos foi registrada e os mesmos foram removidos do marsúpio para serem contados (Lam & Ma, 1989; Alvarez et al., 2000; Lopes & Masunari, 2004c). Em amostras com $N > 40$ realizou-se uma sub-amostragem: após serem despejados sobre uma placa de Petri dividida em quatro partes iguais, somente os indivíduos posicionados no quarto quadrante foram medidos.

1.3. RESULTADOS

Ao longo de todo estudo, foram coletados 3593 indivíduos de *T. topitotum*, sendo todos fêmeas. A abundância variou entre as unidades amostrais de 0 a 1602

indivíduos. Da sub-amostragem realizada, 1533 indivíduos do total coletado foram avaliados, seguindo o método descrito acima. Baseado nessa sub-amostragem, 87% de todos os indivíduos são imaturos (o que inclui juvenis e fêmeas não ovígeras) e somente 13% de fêmeas ovígeras. Durante o período de estudo, dois picos populacionais ocorreram, um em dezembro e outro em fevereiro. As fêmeas ovígeras apresentaram um pico de abundância em fevereiro e os imaturos dois picos, sendo um em janeiro e outro em abril (Fig. 1).

O comprimento cefálico foi positivamente correlacionado com o comprimento corpóreo (Coeficiente de Spearman $r_s = 0,517$; $t = 16,32$; $p < 0,001$; $N = 602$) e, portanto, essa medição pode ser usada como uma medida indicativa do tamanho desta espécie (Fig. 2). O comprimento corpóreo de *T. topitotum* variou de 1,48 a 10,12 mm, com um intervalo modal de 5,00 a 5,90 mm (Fig. 3). O comprimento corpóreo para as fêmeas ovígeras variou de 4,57 a 9,02 mm. A média de ovos produzidos foi de 2,40 por fêmea. O número de ovos foi positivamente correlacionado com o tamanho corpóreo (Coeficiente de Spearman $r_s = 0,2982$; $t = 2,88$; $p = 0,005$; $N = 87$) (Fig. 4).

1.4. DISCUSSÃO

Interações entre pluviosidade, umidade relativa do ar e temperatura, determinam em grande parte a dinâmica das populações de anfípodes terrestres, tanto estimulando sua atividade (Lopes & Masunari, 2004b) quanto, possivelmente, determinando variações na fecundidade e no tempo de desenvolvimento de seus indivíduos (Lindeman, 1991). Na área de estudo, o verão é a estação que reúne os níveis ótimos de muitos destes fatores para *T. topitotum*, provavelmente levando ao observado crescimento populacional nesta época do ano, associado com o aumento no recrutamento de imaturos. O mesmo padrão foi descrito em outros estudos, bem como uma diminuição na abundância no inverno e primavera (Lam & Ma, 1989; Alvarez et al., 2000; Gonçalves et al., 2003). Assim, se durante o verão, um aumento na abundância está relacionada tanto ao crescimento populacional quanto ao aumento da atividade dos indivíduos, a queda no inverno pode estar relacionada não somente a redução no tamanho da população, mas também a migração para ambientes mais favoráveis, ou ainda um deslocamento dos indivíduos para camadas mais profundas do solo, onde as condições microclimáticas são mais favoráveis (Gonçalves et al., 2003).

O tamanho corpóreo dos indivíduos nessa população variou entre 1,48 a 10,12 mm, sendo esta uma amplitude esperada para a espécie quando comparada com outros estudos (Biernbaum, 1980; Lam & Ma, 1989; Alvarez et al., 2000; Lopes & Masunari, 2004c). O maior indivíduo já registrado para essa espécie foi de 14,43 mm de comprimento, no sul do Brasil (Lopes & Masunari, 2004a). Fêmeas maduras, entretanto, mostraram uma variação maior entre os diversos estudos já realizados. Em Hong Kong as fêmeas começam a produzir ovos quando atingem o comprimento de 5,56 mm (Lam & Ma, 1989). No Brasil, as menores fêmeas ovígeras variaram de 4,57 mm (presente estudo) a 7,00 mm no Sul do país (Lopes & Masunari, 2004c). Essa diferenciação quanto ao tamanho mínimo das fêmeas maduras pode estar relacionada a diferenças em alguns fatores, tais como temperatura média, disponibilidade de alimento e predação, em relação às várias regiões estudadas (O'Hanlon & Bolger, 1997a; Gonçalves et al., 2003).

Estudos prévios têm mostrado que a temperatura exerce grande influência em alguns parâmetros populacionais de anfípodes (Gonçalves et al., 2003; Ingólfsson et al., 2007) e pode afetar o período reprodutivo de *T. topitotum* ao longo de sua distribuição geográfica. Gonçalves et al. (2003) mostraram que populações do anfípode estuarino *Talorchestia brito* tem períodos reprodutivos mais longos em áreas quentes, e Ingólfsson et al. (2007) mostraram que a temperatura foi o fator mais importante para o início da fase reprodutiva do anfípode litorâneo *Orchestia gammarellus*. No presente estudo, o período de recrutamento de *T. topitotum* foi relativamente curto, de janeiro a abril, sendo que a influência da temperatura nesse fenômeno, para esta espécie, ainda não está bem esclarecida. Com isso, estudos comparativos entre populações de diferentes latitudes devem ser desenvolvidos, uma vez que podem ajudar a esclarecer como a temperatura afeta o recrutamento nesta espécie.

No presente estudo, nenhum macho foi registrado durante o período de coleta, no entanto, em outros, sua presença tem sido detectada em proporções variadas (Lam & Ma, 1989; Alvarez et al., 2000). Para crustáceos em geral (Wenner, 1972), e Amphipoda em particular, desvios na razão sexual parecem ser comuns, com certa tendência para um excesso de fêmeas (Jones & Wigham, 1993; Cardoso & Veloso, 1996; Persson, 1999; Gonçalves et al., 2003). Na literatura, as principais explicações para a dominância de fêmeas são: (1) menor longevidade dos machos; em algumas espécies os machos morrem imediatamente após a cópula (Hastings, 1981; Carrasco

& Arcos, 1984); (2) diferenças no grau de captura entre os sexos, resultantes da deslocação horizontal e vertical (Williams, 1995); e (3) intersexualidade (Ford & Fernandes, 2005). As razões que levam à intersexualidade ainda são pouco conhecidas e o parasitismo parece ser uma das explicações mais comuns (Ginsburger-Vogel, 1991; Lindeman, 1991; O'Hanlon & Bolger, 1997a; Ford & Fernandes, 2005). No presente trabalho, a intersexualidade não foi investigada e estudos futuros serão necessários para uma melhor compreensão dos fatores associados a essa tendência na razão sexual de algumas populações de *T. topitotum*.

Finalmente, se fatores ambientais influenciam os níveis de crescimento, recrutamento e flutuação das populações de *T. topitotum*, estes mesmos fatores têm um efeito indireto na produção das ninhadas. O presente trabalho mostrou que o tamanho corpóreo é correlacionado positivamente com a fecundidade das fêmeas. Apesar dessa associação não ter sido encontrada no estudo realizado com a mesma espécie no sul do Brasil (Lopes & Masunari, 2004c), ela foi detectado para essa espécie por Alvarez et al. (2000) no México; Lam & Ma (1989) em Hong Kong e O'Hanlon & Bolger (1997b), para *Arcitalitrus dorrieni* na Irlanda. Lam & Ma (1989) sugerem que fêmeas podem se beneficiar retardando o processo reprodutivo até que atinjam um tamanho corpóreo grande, aumentando assim o seu sucesso reprodutivo. No entanto, são necessários novos estudos específicos para testar essa hipótese.

1.4.1. *Talitroides topitotum* como um potencial bioindicador

Apesar de *T. topitotum* ser uma espécie cosmopolita, existem poucos estudos sobre sua biologia (Lopes & Masunari, 2004b). Entretanto, algumas condições que favorecem seu estabelecimento são conhecidas, tais como propriedades do solo (alta porosidade e alto conteúdo de matéria orgânica) e clima (umidade relativa do ar acima de 52%, gradiente térmico de 13 a 30°C e chuvas abundantes, pelo menos 100 mm por mês) (Ulian & Mendes, 1987, 1988; Richardson, 1992; Alvarez et al., 2000; Cowling et al., 2003 e Lopes & Masunari, 2004b). Existem também evidências de que perturbações antrópicas favorecem esta espécie, cuja presença é especialmente associada com plantas exóticas (Alvarez et al., 2000), principalmente *Eucalyptus* spp. no Brasil (Lemos de Castro, 1972; Lopes & Masunari, 2004b). O NSV oferece muitas dessas propriedades, incluindo alta umidade ao longo do ano e plantações de *Eucalyptus* spp. (Tabarelli & Mantovani, 1999), tornando-se especialmente favorável para o estabelecimento de populações dessa espécie.

Essas mesmas propriedades são partilhadas por uma larga porção da Floresta Atlântica ao longo da Serra do Mar, sendo esta uma grande cadeia de montanhas localizadas no litoral sudeste brasileiro. No caso particular de ambientes que tenham sofrido impacto humano, a presença de plantas introduzidas parece especialmente importante para o estabelecimento de populações de *T. topitotum*. Além disso, quando existe um mosaico de vegetação natural e áreas plantadas, a junção desses diferentes habitats pode favorecer o movimento dos indivíduos entre elas, em busca de microhabitats mais adequados. A invasão dessas áreas naturais por *T. topitotum* e por outras espécies exóticas pode ter consequências para a biota local que são ainda desconhecidas. A avaliação da presença e abundância dos anfípodas terrestres pode ser uma ferramenta em atividades de biomonitoramento desses mosaicos (ver Lawes et al.; 2005), no entanto, novos estudos visando este objetivo são necessários na Floresta Atlântica brasileira.

1.5. AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer a todos os estudantes que participaram do projeto "Artrópodes como indicadores biológicos de perturbação antrópica em Floresta Atlântica", pela assistência no campo e no laboratório. Agradecemos a Odete Lopez Lopes pela identificação de *Talitroides topitotum*. O Instituto Florestal do Estado São Paulo e do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente que permitiram o estudo. M.U.-P. agradece a João Paulo Villani e toda a equipe do Núcleo Santa Virgínia por facilitarem o trabalho de campo. C.M. agradece à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela bolsa (Proc. n. 2005/00328-0). M.U.-P. agradece ao CNPq pela bolsa de doutorado (Proc. n. 140116-2004-4). Este estudo foi realizado como parte do projeto de doutorado em Ecologia de M.U.-P. na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e de mestrado em zoologia de C.M. na Universidade Estadual Paulista (UNESP, Campus Botucatu). A.V.L.F. agradece a FAPESP (proc. 00/01484-1 e 04/05269-9 e Biota-FAPESP programa-98/05101-8), ao CNPq (300315/2005-8) e a U.S. National Science Foundation (DEB-0527441).

1.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, F., I. WINFIELD & S. CHÁZARO, 2000. Population study of the landhopper *Talitroides topitotum* (Crustacea: Amphipoda: Talitridae) in central Mexico. Journ. nat. Hist., London, **34**: 1619-1624.
- BIERNBAUM, C. K., 1980. Occurrence of the “tramp” terrestrial amphipods *Talitroides alluaudi* (Chevreux) and *T. topitotum* (Burt) (Amphipoda: Talitridae) in South Carolina. Brimleyana, **3**: 107-111.
- CARDOSO, R. S. & V. G. VELOSO, 1996. Population biology and secondary production of the sandhopper *Pseudorchestoidea brasiliensis* (Amphipoda: Talitridae) at Prainha Beach, Brazil. Mar. Ecol. Prog. Ser., **142**: 111-119.
- CARRASCO, F. D. & D. F. ARCOS, 1984. Life history and production of a cold-temperate population of the sublittoral amphipod *Ampelisca araucana*. Mar. Ecol. Prog. Ser., **14**: 245-252.
- COSTELLO, M. J., 1993. Biogeography of alien amphipods occurring in Ireland, and interactions with native species. Crustaceana, **65**: 3287-3299.
- COWLING, J., J. I. SPICER, K. J. GASTON & J. M. WEEKS, 2004. Current status of an amphipod invader, *Arcitalitrus dorrieni* (Hunt, 1925), in Britain. Journ. nat. Hist., London, **38**: 1665-1675.
- COWLING, J. E., J. I. SPICER, J. M. WEEKS & K. J. GASTON, 2003. Environmental tolerances of an invasive terrestrial amphipod, *Arcitalitrus dorrieni* (Hunt) in Britain. Comp. Biochem. Physiol., (A)**136**: 735-747.
- FORD, A. T. & T. F. FERNANDES, 2005. Notes on the occurrence of intersex in amphipods. Hydrobiologia, **548**: 313-318.
- FRIEND, J. A. & A. M. M. RICHARDSON, 1986. Biology of terrestrial amphipods. Annu. Rev. Entomol., **31**: 25-48.
- GINSBURGER-VOGEL, T., 1991. Intersexuality in *Orchestia mediterranea* Costa, 1853, and *Orchestia aestuarensis* Wildish, 1987 (Amphipoda): a consequence of hybridization or parasitic infestation? Journ. Crustacean Biol., **11**: 530-539.
- GONÇALVES, S. C., J. C. MARQUES, M. A. PARDAL, M. F. BOUSLAMA, M. E. GTARI & F. CHARFI-CHEIKHROUHA, 2003. Comparison of the biology, dynamics, and secondary production of *Talorchestia brito* (Amphipoda, Talitridae) in Atlantic (Portugal) and Mediterranean (Tunisia) populations. Estuar. coast. Shelf Sci., **58**: 901-916.
- HASTINGS, M. H., 1981. The life cycle and productivity of an intertidal population of the amphipod *Ampelisca brevicornis*. Estuar. coast. Shelf Sci., **12**: 665-677.

- HURLEY, D. E., 1968. Transition from water to land in amphipod crustaceans. *American Zool.*, **8**: 327-353.
- INGÓLFSSON, A., O. P. OLAFSSON & D. MORRITT, 2007. Reproduction and life-cycle of the beachflea (*Orchestia gammarellus* (Pallas) (Crustacea: Amphipoda) at thermal and non-thermal sites in the intertidal of Iceland: how important is temperature? *Mar. Biol.*, Berlin, **150**: 1333- 1343.
- JONES, M. B. & G. D. WIGHAM, 1993. Reproductive biology of *Orchestia gammarellus* (Crustacea: Amphipoda) living in a sewage treatment works. *Journ. mar. biol. Assoc. U.K.*, **73**: 405-416.
- LAM, P. K. S. & H. H. T. MA, 1989. Some observations on the cycle and population dynamics of *Talitroides topitotum* (Burt) (Amphipoda; Talitridae) in Hong Kong. *Journ. nat. Hist.*, London, **23**: 1087-1092.
- LAWES, M., J. KOTZE, D. J. BOURGUIN & S. L. MORRIS, 2005. Epigaeic invertebrates as potential ecological indicators of afro-montane forest condition in South Africa. *Biotropica*, **37**: 109-118.
- LAZO-WASEM, E. A. 1984. Physiological and behavioral ecology of the terrestrial amphipod *Arcitalitrus sylvaticus* (Haswell, 1880). *Journ. Crustacean Biol.*, **4**: 343-355.
- LEITE, F. P. P. & Y. WAKABARA, 1989. Aspects of marsupial and post-marsupial development of *Hyale media* (Dana) 1853 (Hyalidae, Amphipoda). *Bull. mar. Sci.*, Miami, **45**(1): 85-97.
- LEMO DE CASTRO, A. L., 1972. *Talitrus (Talitroides) pacificus* Hurley, anfípodo terrestre introduzido em São Paulo. *Arq. Inst. Biol.*, **9**: 201-203.
- LEMO DE CASTRO, A. L. & V. F. G. PEREIRA, 1978. Anfípodos terrestres do gênero *Talitrus* introduzidos no Brasil (Amphipoda, Talitridae). *Atas Soc. Biol.*, **19**: 47-49.
- LINDEMAN, D., 1991. Natural history of the terrestrial amphipod *Cerrorchestia hyloraina* Lindeman (Crustacea, Amphipoda, Talitridae) in a Costa Rican cloud forest. *Journ. nat. Hist.*, London, **25**: 623-638.
- LOPES, O. L. & S. MASUNARI, 2004a. Características morfométricas de *Talitroides topitotum* (Burt) (Crustacea, Amphipoda, Talitridae) na Serra do Mar, Guaratuba, Paraná, Brasil. *Rev. Brasileira Zool.*, **21**: 779-784.
- — & — —, 2004b. Distribuição de abundância de *Talitroides topitotum* (Burt) (Crustacea, Amphipoda, Talitridae) na área de entorno da Usina Hidroelétrica de Guaratuba, Serra do Mar, Guaratuba, Paraná, Brasil. *Rev. Brasileira Zool.*, **21**: 219-227.

- — & — —, 2004c. Biologia reprodutiva de *Talitroides topitotum* (Burt) (Crustacea, Amphipoda, Talitridae) na Serra do Mar, Guaratuba, Paraná, Brasil. Rev. Brasileira Zool., **21**: 755-759.
- MEDCOF, J. C., 1939. Additional records of the terrestrial amphipod, *Talitrus alluaudi* Chevreux, in North America. American Midl. Nat., **22**: 216-217.
- O'HANLON, R. P. & T. BOLGER, 1997a. Size at maturity and sex ratio of *Arcitalitrus dorrieni* (Hunt, 1925) (Amphipoda: Talitridae) at two sites in country Galway, Ireland. Crustaceana, **70**: 676-693.
- — & — —, 1997b. Aspects of the life history and reproductive biology of the introduced terrestrial amphipod *Arcitalitrus dorrieni* (Hunt) at two sites in Co Galway, Ireland. Journ. nat. Hist., London, **31**: 1175-1202.
- PERSSON, L. E., 1999. Growth and reproduction in two brackish water populations of *Orchestia gammarellus* (Amphipoda: Talitridae) in the Baltic. Journ. Crustacean Biol., **19**: 53-59.
- RICHARDSON, A. M. M., 1992. Altitudinal distribution of native and alien landhoppers (Amphipoda: Talitridae) in the Ko'olau Range, O'ahu, Hawaiian Islands. Journ. nat. Hist., London, **26**: 339-52.
- SETZER, J., 1949. Contribuição para o estudo do clima do Estado de São Paulo: 1-239. (Edit. Escolas Profissionais Salesianas, São Paulo).
- TABARELLI, M. & W. MANTOVANI, 1999. A regeneração de uma floresta tropical montana após corte e queima (São Paulo-Brasil). Rev. Brasileira. Biol., **59**: 239-250.
- ULIAN, G. B. & E. MENDES, 1987. Preferences of a terrestrial amphipod, *Talitrus (Talitroides) pacificus*, Hurley, 1955, towards some environmental factors. Rev. Brasileira Biol., **47**: 247- 256.
- — & — —, 1988. Tolerances of a land amphipod, *Talitrus (Talitroides) pacificus* Hurley, 1955, towards temperature and humidity variations and immersion in water. Rev. Brasileira Biol., **48**: 179-187.
- VISSCHER, J. P., 1874. A terrestrial amphipod in the United States. Science, (New Series) **72**: 560.
- WENNER, A. M., 1972. Sex ratio as a function of size in marine Crustacea. American Nat., **106**: 321-350.
- WILLIAMS, J. A., 1995. Burrow-zone distribution of the supralittoral amphipod *Talitrus saltator* on Derbyhaven Beach, Isle of Man — a possible mechanism for regulating desiccation stress? Journ. Crustacean Biol., **15**: 466-475.

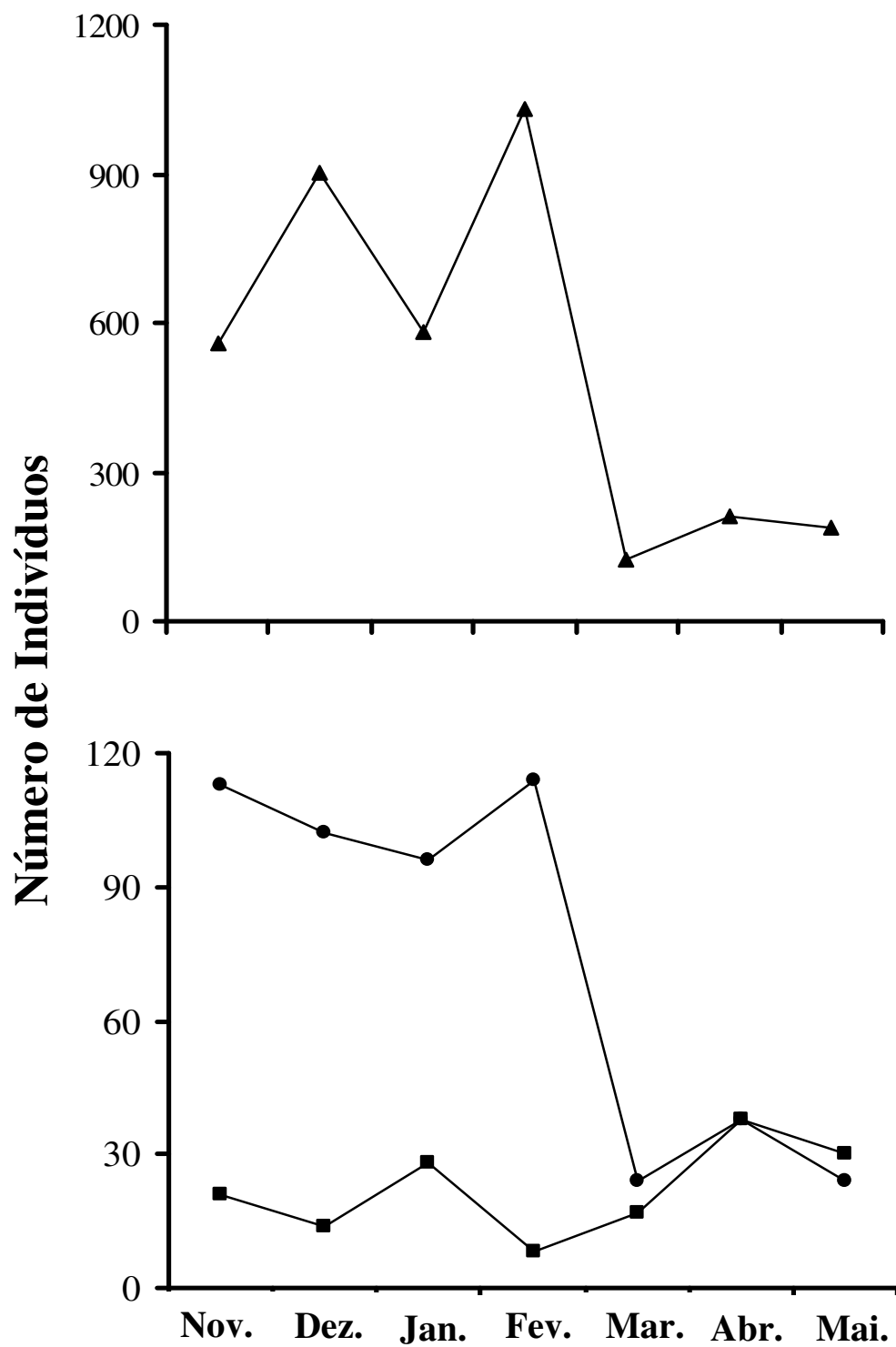


FIGURA 1. Variação entre os picos populacionais de *Talitroides topitotum* (Burt, 1934) durante o período de amostragem no Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Santa Virgínia: acima, população total (▲); abaixo, imaturos (■) e fêmeas ovígeras (●).

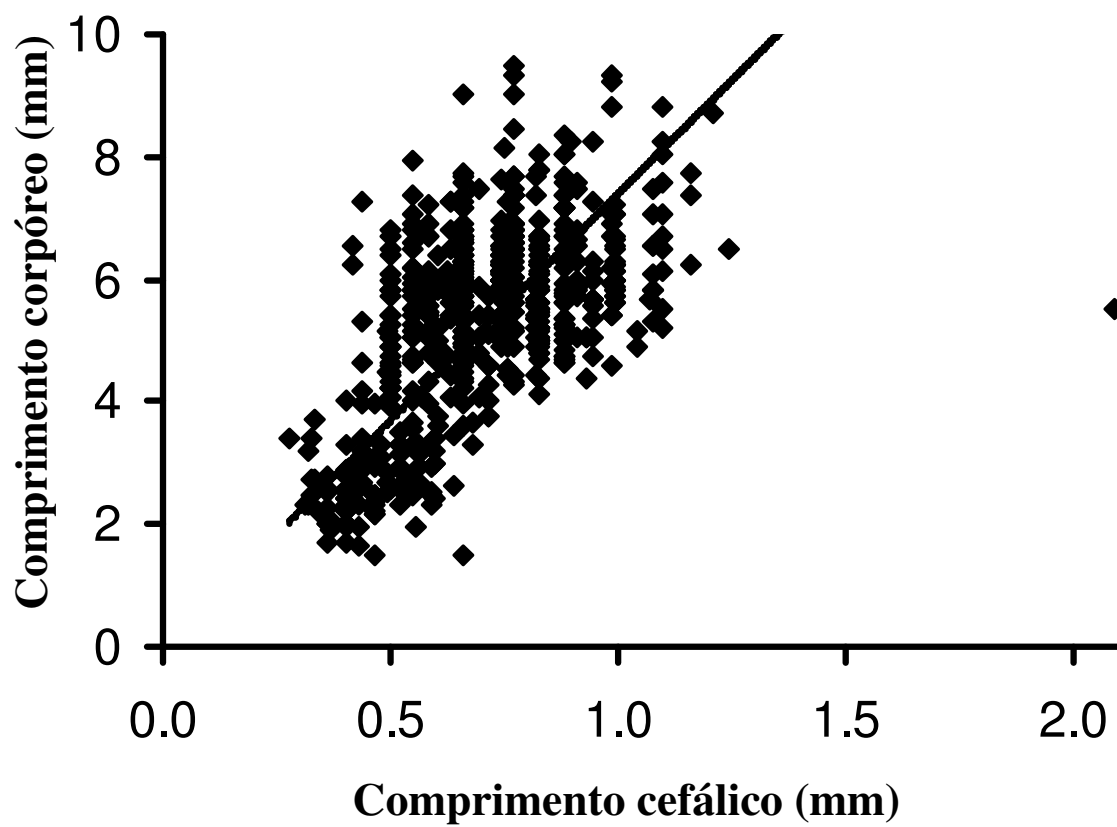


FIGURA 2. Correlação entre tamanho cefálico e tamanho corpóreo de *Talitroides topitotum* (Burt, 1934) coletados no Parque da Serra do Mar – Núcleo Santa Virgínia.

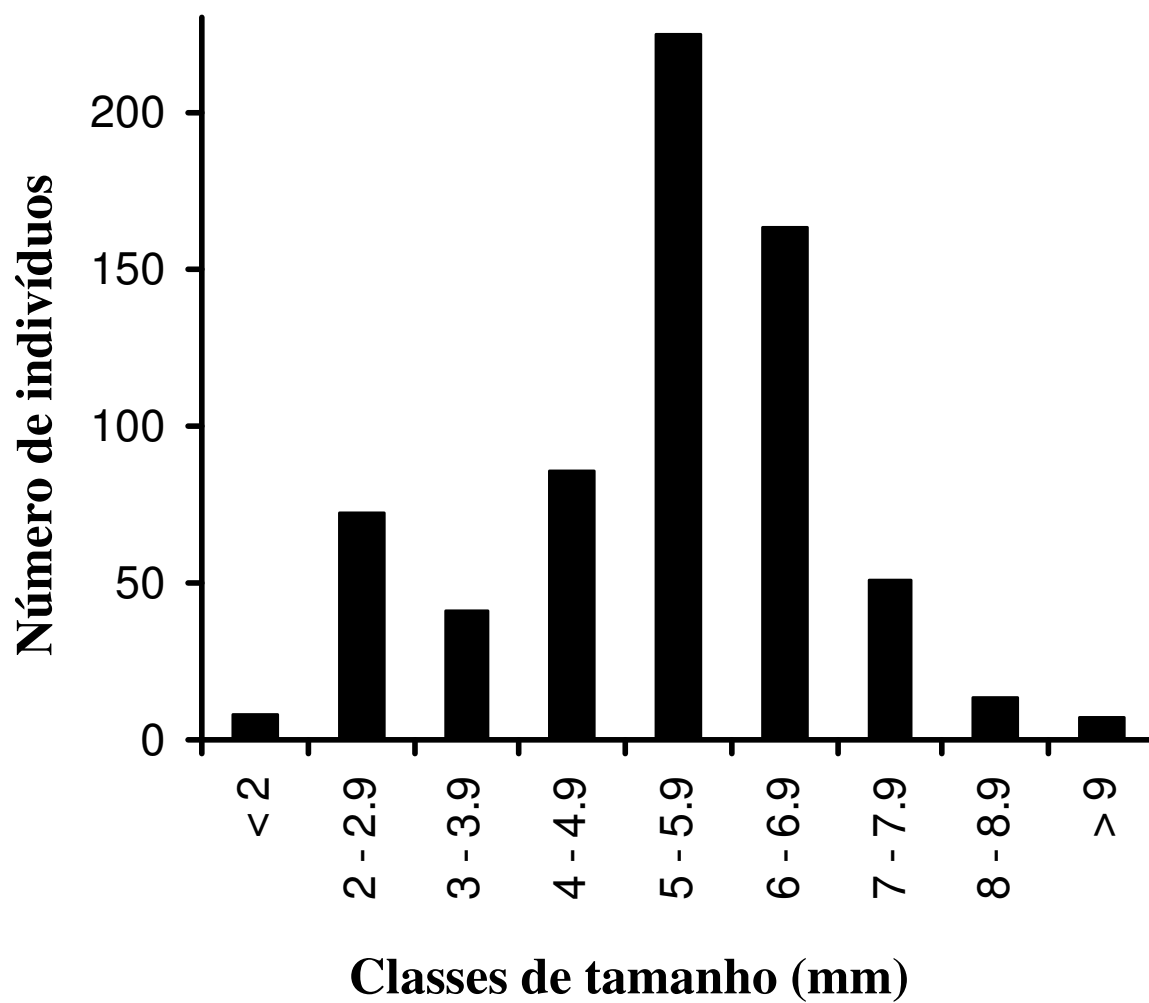


FIGURA 3. Número de indivíduos de *Talitroides topitotum* (Burt, 1934) em cada classe de tamanho.

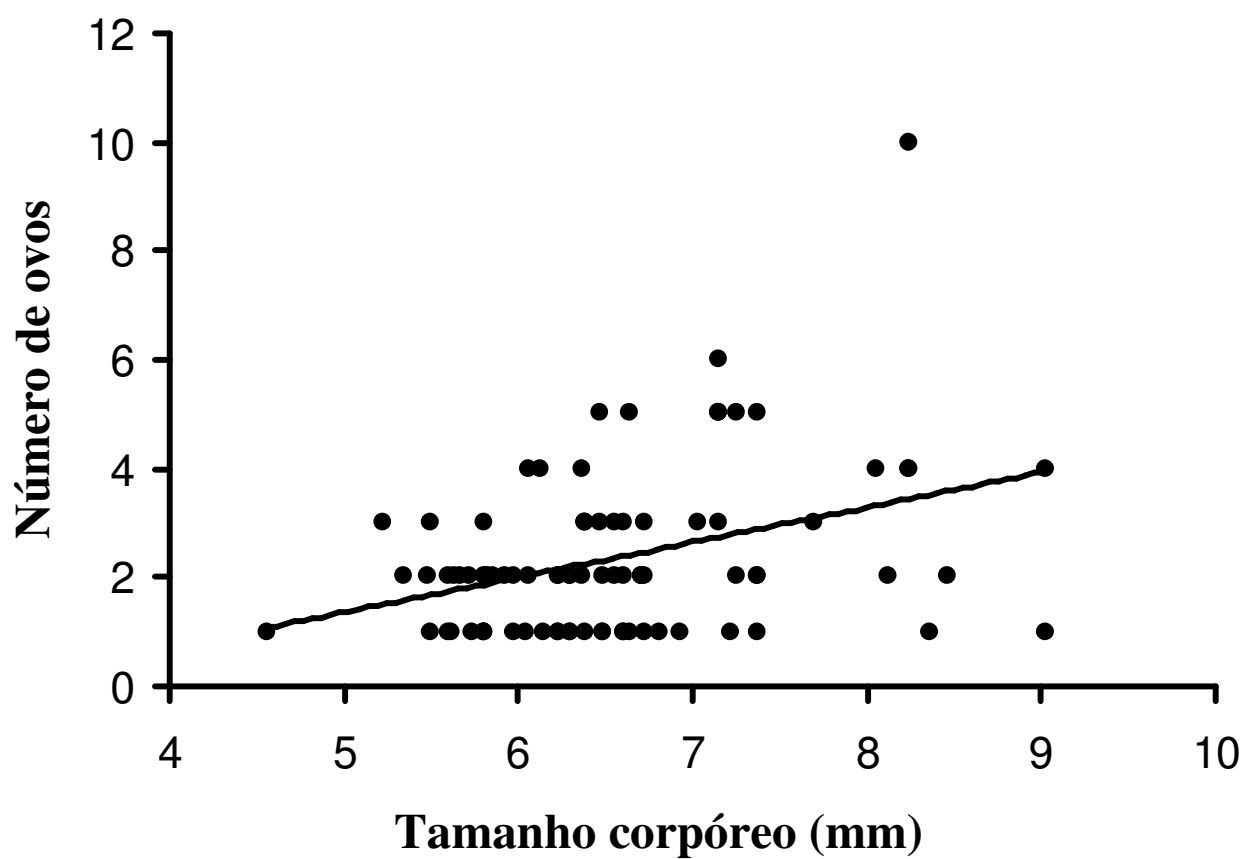


FIGURA 4. Tamanho corpóreo das fêmeas ovígeras de *Talitroides topitotum* (Burt, 1934) vs. número de ovos produzidos.

Capítulo II.

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL EM PEQUENA ESCALA DE UM ANFÍPODE EXÓTICO EM FRAGMENTO FLORESTAL E PLANTIO DE ESPÉCIES NATIVAS

CRISTIANE MATAVELLI¹, WESLEY AUGUSTO CONDE GODOY²,
NATALIA O. LEINER³ & MARCIO UEHARA-PRADO³

¹Programa de Pós Graduação em Zoologia, Instituto de Biologia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), CP 510, CEP 18618-000, Botucatu, São Paulo, Brasil.

²Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo (ESALQ), CP 09, CEP 13418-900 Piracicaba, SP, Brasil.

³Programa de Pós Graduação em Ecologia, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), CP 6109, CEP 13084-971, Campinas, São Paulo, Brasil.

RESUMO

Interferências humanas nos ambientes naturais provocam a quebra de barreiras espaciais e competitivas, que afetam diretamente os padrões de distribuição espacial de populações. O objetivo deste trabalho foi descrever a distribuição espacial de *Talitroides topitotum* em uma área de restauração florestal com dois locais distintos, um fragmento florestal e um plantio de espécies arbóreas nativas e verificar se variáveis ambientais podem influenciar seu padrão de distribuição. O estudo foi realizado na Fazenda Intermontes, município de Ribeirão Grande, com de coletas mensais de agosto de 2006 a novembro de 2007. A análise de distribuição espacial revelou que *T. topitotum* tem distribuição agregada em ambas às áreas, o que indica que a espécie tem baixa exigência ambiental para seu estabelecimento ou que ambas as áreas encontram-se abaixo de um limiar mínimo de qualidade ambiental. No entanto, mesmo com esta semelhança, a população do fragmento apresentou um maior índice de agregação ($k = 0,54$) em relação à população do plantio ($k = 1,22$). Corroborando estudos anteriores, houve uma correlação negativa entre abundância de *T. topitotum* e profundidade da serrapilheira no plantio de espécies nativas (Coeficiente de correlação de Pearson: fragmento $r = 0,31$, $p = 0,13$; plantio $r = -0,55$, $p = 0,005$). Estudos sobre habitats invadidos, como este desenvolvido para *T.*

topitotum, podem fornecer subsídios que auxiliem na compreensão de como espécies invasoras ocupam novos ambientes e quais fatores podem influenciar sua distribuição espacial.

Palavras-chave: Amphipoda, espécie invasora, Floresta Atlântica, perturbação antrópica, *Talitroides topitotum*.

2.1. INTRODUÇÃO

A introdução de espécies por atividades humanas é atualmente uma das principais ameaças a biodiversidade mundial (Espínola & Júlio Junior, 2007; Mack et al., 2000; Primack & Rodrigues, 2001; Rodriguez, 2001). Quando estas introduções ocorrem, barreiras geográficas e competitivas são quebradas (Espínola & Júlio Junior, 2007; Primack & Rodrigues, 2001), o que pode afetar a dinâmica das populações e seus padrões de distribuição espacial (Espínola & Júlio Junior, 2007; Ricklefs, 2003).

O anfípode terrestre *Talitroides topitotum* (Burt, 1934), originário de regiões tropicais e sub-tropicais do Indo-Pacífico (Lemos de Castro, 1972), é atualmente uma espécie cosmopolita (Alvarez et al., 2000). Esta espécie foi introduzida no Brasil através da importação de plantas dos Estados Unidos e Austrália, principalmente *Eucalyptus* spp. (Ulían & Mendes, 1987). Atualmente há registros de sua distribuição em algumas regiões de Floresta Atlântica, particularmente ao longo da Serra do Mar no Sul e Sudeste do país (Lopes & Masunari, 2004; Matavelli et al., 2009; este estudo), na cidade de São Paulo (SP) (Ulían & Mendes, 1987), Barueri (SP) (Lemos de Castro, 1972), Campinas (SP) (obs. pess.), São José dos Pinhais (PR) (Lopes & Masunari, 2004), Curitiba (PR) (M.A. Bregenski, inf. pess.) e em Taquara (RS) (P.B. Araújo, inf. pess.).

A Floresta Atlântica tem sofrido forte interferência há várias décadas, sendo transformada em áreas fragmentadas e perturbadas por atividades humanas (Olson, 2006; Ribeiro et al., 2009). É provável que esse cenário crie condições favoráveis a espécies exóticas (Fox & Fox, 1986) e, conseqüentemente, negativas para muitas espécies nativas (Alvarez et al., 2000; Mack et al., 2000). Adicionalmente, existem poucos estudos realizados sobre o padrão de distribuição espacial de espécies em pequena escala e de como isso pode ser influenciado pela perturbação antrópica.

O objetivo deste estudo foi descrever a distribuição espacial de *T. topitotum* em um fragmento florestal e uma área de plantio de espécies arbóreas nativas e

verificar se variações ambientais podem influenciar no seu padrão de distribuição. Este trabalho se mostra pioneiro, uma vez que até o momento não existem registros na literatura sobre o padrão de distribuição espacial para essa espécie.

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1. Área de estudo

Este estudo foi realizado na Fazenda Intermontes (24°11'56"S 48°25'13"O), localizada no município de Ribeirão Grande, em uma área que compreende 343 hectares e que faz parte de um programa de restauração florestal, como medida compensatória por exploração de minas de metacalcários e argila (veja Nave, 2005). A área de estudo apresenta um histórico com vários tipos de interferências antrópicas, como extrativismo seletivo de espécies madeireiras, produção de carvão, além de desmatamento e uso de fogo para o estabelecimento de pastos (Guix, 1994). Atualmente, a área encontra-se como um mosaico de unidades fitofisionômicas, tendo entre elas, fragmentos florestais nativos e áreas de reflorestamento, com plantio de espécies arbóreas nativas (Nave, 2005).

A região de estudo está localizada no Vale do Alto Paranapanema, na região sudoeste do Estado de São Paulo. O clima é considerado “temperado úmido sem estiagem”, de acordo com a classificação de Koeppen, tendo temperaturas médias de 18°C no mês mais frio e 22°C no mês mais quente (Nimer, 1989; Setzer, 1966) e precipitação média de 1300 mm, variando de 1100 e 1500 mm por ano, com chuvas mais concentradas no verão, principalmente nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro (Nimer, 1989; Setzer, 1966). Todas estas características são favoráveis ao estabelecimento de *T. topitotum* na região (Alvarez et al., 2000; Ulian & Mendes, 1987).

2.2.2. Amostragens

A amostragem foi feita em um fragmento florestal e uma área de plantio de espécies arbóreas nativas. O fragmento florestal possui uma área de aproximadamente 8 ha, com um sub-bosque denso, árvores de grande porte e uma estratificação bem definida. As principais espécies são *Acnistus arborescens* (L.) Schlecht., *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Muell. Arg., *Baccharis* spp., *Prunus myrtifolia* (L.) Urb., *Senna multifuga* (Rich.) Irwin et Barn., *Solanum granuloso-leprosum* Dunal, *Solanum*

variabile Mart., *Trema micrantha* (L.) Blume. e *Zanthoxylum rhoifolium* Lam. (Nave, 2005). A área de plantio, com aproximadamente 6 anos de idade, é dominada por *Braccharis* sp., *Croton lindenianus* A. Rich., *Solanum granuloso-leprosum* Dunal e *Solanum variabile* Mart., além de *Brachyaria decumbens* cv. Basilisk, o que dificulta o desenvolvimento de outras espécies, devido o abafamento e a ação de substâncias alelopáticas (Nepstad et al., 1998). A amostragem em cada uma das áreas foi feita em uma grade de 125 x 100 m, contendo 25 armadilhas de queda (*pitfalls*). Cada grade foi formada por cinco linhas e cinco colunas, com as armadilhas distando 25 m entre si na coluna e 20 m na linha. As duas áreas são separadas por uma estrada instalada entre elas.

Foram utilizadas como armadilhas de queda copos plásticos de 20 ml, enterrados ao nível do solo (ver Pinheiro et al., 2002), contendo em seu interior álcool 70% para preservação dos indivíduos capturados e algumas gotas de detergente para quebrar a tensão superficial. Os copos foram protegidos das chuvas por uma estrutura circular plástica suspensa sobre cada um deles. As coletas foram realizadas durante quatro dias, mensalmente entre agosto de 2006 e novembro de 2007, com exceção de dezembro de 2006. Os anfípodas terrestres coletados encontram-se depositados no Museu de Zoologia IB/Unicamp.

2.2.3. Análise dos dados

A distribuição espacial de uma população, definida como a posição que os indivíduos ocupam uns em relação aos outros no ambiente sob influência da dinâmica das populações, pode apresentar três padrões básicos: agregada, aleatória ou uniforme (Krebs, 1998; Ludwig & Reynolds, 1988; Ricklefs, 2003; Southwood, 1978). Para a análise da distribuição espacial foi calculada a média (\bar{x}), a variância (s^2) e o parâmetro de agregação (k) para cada ponto de coleta. Segundo Ludwig & Reynolds (1988), a relação entre a média e a variância do número de indivíduos por armadilha permite avaliar os três tipos básicos de distribuição, sendo: $s^2 = \bar{x}$: distribuição aleatória; $s^2 > \bar{x}$: distribuição agregada e $s^2 < \bar{x}$: distribuição uniforme.

As análises estatísticas, com base nas proporções variância/média, são usadas como modelos destes padrões ecológicos, na qual a distribuição de Poisson aplica-se a padrões aleatórios, a distribuição Binomial negativa descreve padrões agregados e a distribuição Binomial positiva descreve os padrões uniformes (Ludwig & Reynolds, 1988). O modelo de distribuição Binomial negativa é flexível, ajustando-se a uma

ampla faixa de distribuições, que vão da altamente agregada até aquelas tendendo à aleatoriedade, dependendo do valor do parâmetro k (Krebs, 1998). Quanto mais próximo a zero o valor de k , maior é a agregação da população; quando k atinge valores altos, a distribuição Binomial negativa converge para Poisson (Krebs, 1998). Um número mínimo de indivíduos por armadilha é necessário para que as análises de distribuição possam ser feitas. As análises foram feitas segundo Ludwig & Reynold (1988).

Para avaliar possíveis variações na distribuição espacial em função de mudanças das condições climáticas ocorridas ao longo de um ano, a análise de distribuição espacial foi feita também para o período mais favorável (mais quentes e úmidos, novembro de 2006 a abril de 2007) e menos favorável (mais frios e secos, de maio de 2007 a outubro de 2007) para a captura de *T. topitotum* (Lam & Ma, 1989; Lopes & Masunari, 2004; Matavelli et al., 2009). Para evitar variações interanuais, os meses agosto e setembro de 2006 e novembro de 2007 foram excluídos dessa análise.

Para verificar a existência de variáveis que pudessem explicar o padrão de distribuição de *T. topitotum*, a cobertura vegetal (presença de arbustos menores que 50 cm e plântulas) e a profundidade da serrapilheira (altura da serrapilheira sobre o solo) foram medidas em cada ponto de amostragem. Ambas variáveis foram citadas em estudos anteriores como potencialmente importantes para o estabelecimento de anfípodas terrestres (Kotze & Lawes, 2008; Spicer & Tabel, 1996). Um quadrado de madeira de 50 x 50 cm, dividido em 100 quadrados menores por fios de nylon foi usado para medir a porcentagem de cobertura vegetal (veja Freitas et al., 2002). A profundidade da serrapilheira foi medida diretamente com uma régua. A correlação entre as variáveis ambientais e a abundância de *T. topitotum* foi testada através do coeficiente de correlação de Pearson. Para normalizar as variáveis, os dados de abundância dos anfípodas e a profundidade de serrapilheira foram transformados para raiz quadrada e os dados de cobertura vegetal em arcosseno da raiz quadrada.

2.3. RESULTADOS

Após 15 meses de coletas e um esforço amostral de 3000 armadilhas/dia, um total de 116 indivíduos foi capturado, sendo 60 no fragmento e 56 no plantio. Tanto no fragmento quanto no plantio o padrão de distribuição espacial foi agregado (Tab.

1; Fig. 1), no entanto os valores de k indicam que a população do fragmento apresenta maior grau de agregação (0,54) do que a população do plantio (1,22).

Com os dados separados em períodos mais e menos favoráveis para captura de *Talitroides topitotum* (Burt, 1934) (Talitridae), o padrão de distribuição também foi agregado, exceto para o plantio no período menos favorável que não apresentou número suficiente de indivíduos para análise (Tab. 1).

A abundância de *Talitroides topitotum* não apresentou correlação significativa com a cobertura vegetal em nenhuma das áreas de amostragem (Fragmento $r = -0,15$, $p = 0,46$; Plantio $r = -0,16$, $p = 0,44$), e foi negativamente correlacionada com a profundidade da serrapilheira somente na área de plantio (Fragmento $r = 0,31$, $p = 0,13$; Plantio $r = -0,55$, $p = 0,005$).

2.4. DISCUSSÃO

Toda população apresenta um padrão de distribuição espacial diante de uma paisagem (Espínola & Júlio Junior, 2007; Krebs, 1998; Ricklefs, 2003), padrão este que pode ser diretamente afetado por perturbações antrópicas, uma vez que alterações como incidência de luz, temperatura, umidade e disponibilidade de recursos modificam todo o ambiente (Costa & Magnusson, 2003). Até o momento, estudos envolvendo populações de *Talitroides topitotum* relatam as características ambientais necessárias para seu estabelecimento, como presença de serrapilheira (Friend & Richardson, 1986), umidade acima de 52% (Alvarez et al., 2000) e temperatura preferencialmente entre 20°C e 26°C (Ulian & Mendes, 1987). No entanto, nenhum deles relata o padrão de distribuição de *T. topitotum*, o que limita a discussão sobre como perturbações podem influenciar o padrão de distribuição espacial desta espécie.

Talitroides topitotum apresentou distribuição agregada tanto no fragmento florestal quanto no plantio de espécies nativas. Este tipo de distribuição tem sido relacionado à disponibilidade limitada de refúgios apropriados e a respostas comportamentais a heterogeneidade do habitat, quanto a umidade, temperatura, luz, ação do vento, quantidade de serrapilheira e pH do solo (e.g. Gongalsky et al., 2005; Koivula et al., 1999; Ricklefs, 2003). Como a abundância e o padrão de distribuição espacial não diferiram entre o fragmento florestal e o plantio de nativas, *T. topitotum* poderia ser considerado um organismo euritópico, ou seja, que apresenta baixa exigência ambiental para seu estabelecimento. Outra hipótese, que não exclui a

primeira, é que ambas as áreas estudadas encontram-se em uma situação de extrema perturbação, abaixo de um limiar mínimo de qualidade ambiental e, portanto, igualmente favorável a essa espécie. Essas hipóteses são fundamentadas em estudos que têm demonstrado uma relação entre a abundância de anfípodes terrestres e o grau de perturbação da área onde estão inseridos, apresentando maior abundância quanto maior a perturbação (ver Kotze e Lawes, 2008).

No entanto, mesmo com essas condições de perturbação, o índice de agregação de *Talitroides topitotum*, foi maior para a população do fragmento florestal do que para a população do plantio (Tab. 1). Isto pode estar relacionado ao fragmento florestal apresentar maior heterogeneidade e maior probabilidade de formação de manchas, que podem concentrar um maior número de indivíduos de *T. topitotum*, em relação a uma área de plantio.

Alguns estudos têm demonstrado a existência de correlação entre abundância de anfípodes terrestres e a profundidade de serrapilheira, no entanto, seus resultados têm sido inconsistentes. Uma correlação positiva entre profundidade de serrapilheira e abundância foi encontrada para *Arcitalitrus dorrieni* (Hunt, 1925) (Talitridae) em Guernesei, no canal da Mancha (Spicer & Tabel, 1996). Os autores sugerem que a maior profundidade da serrapilheira propiciaria microclima mais adequado a um animal sensível a dessecação, e que uma maior quantidade de serrapilheira resultaria em maior quantidade de cobre, essencial para o metabolismo desse anfípode. Em contraste, uma correlação negativa foi encontrada para *Talitriator africana* Bate, 1862 (Talitridae) em borda de fragmento em KwaZulu-Natal, na África do Sul (veja Kotze & Lawes, 2008). No presente estudo uma correlação negativa entre abundância de *Talitroides topitotum* e profundidade de serrapilheira foi encontrada somente na área de plantio de nativas, presumivelmente mais perturbada que o fragmento florestal, o que corrobora o resultado da África do Sul. Kotze & Lawes (2008) sugerem algumas hipóteses para esta correlação negativa: (1) quanto mais profunda a serrapilheira maior é a capacidade de sustentar comunidades de predadores epigéicos, que podem suprimir o número de anfípodes terrestres neste ambiente; (2) o aumento da densidade de anfípodes terrestres em certas áreas pode elevar a taxa de decomposição da serrapilheira desta região, deixando-a mais rasa. Estudos adicionais com *T. topitotum* são necessários para se testar a consistência do padrão encontrado em Floresta Atlântica.

Com o aumento das invasões biológicas nos últimos anos através de modificações ambientais e de translocação de espécies por ação humana (Kolar & Lodge, 2001; Olson, 2006), tem sido salientada a importância de se compreender a habilidade de uma espécie exótica em invadir um ecossistema particular (Mack et al., 2000), bem como de se conhecer as características do ambiente que podem favorecer essa espécie (Kühn & Klotz, 2007). Assim, estudos feitos em habitats invadidos, como este para *Talitroides topitotum*, podem fornecer subsídios para melhorar a compreensão de como espécies invasoras ocupam novos ambientes e quais fatores podem influenciar sua distribuição espacial.

2.5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Companhia de Cimento Ribeirão Grande pelo apoio logístico e financeiro durante o período de execução do trabalho e a Odete Lopez Lopes pela identificação de *T. topitotum*. C.M. e M.U-P. agradecem ao CNPq pela bolsa de mestrado (proc. 133010/2008-2) e doutorado (proc. 140116-2004-4), respectivamente. N.O.L. agradece a Capes pela bolsa de doutorado. W.A.C.G. agradece ao CNPq pela bolsa de produtividade.

2.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez, F., I. Winfield & S. Cházaro.** 2000. Population study of the landhopper *Talitroides topitotum* (Crustacea: Amphipoda: Talitridae) in central Mexico. J. Nat. Hist. 34: 1619-1624.
- Costa, F.R.C. & W.E. Magnusson.** 2003. Effects of selective logging on the diversity and abundance of flowering and fruiting understory plants on a Central Amazonian Forest. Biotropica. 35: 103-114.
- Espínola, L.A. & H.F. Julio Junior.** 2007. Espécies invasoras: conceitos, modelos e atributos. Interciencia. 32: 580-585.
- Fox, M.D. & B.J. Fox.** 1986. The susceptibility of natural communities to invasion, p. 57-66. In: Ecology of Biological Invasions (R.H. Groves & J.J. Burdon, eds.), Cambridge University Press, Cambridge.
- Freitas, S.R., R. Cerqueira & M.V. Vieira.** 2002. A device and standard variables to describe microhabitat structure of small mammals based on plant cover. Braz. J. Biol. 62: 795-800.

- Friend, J.A. & A.M.M. Richardson.** 1986. Biology of terrestrial amphipods. *Annu. Rev. Entomol.* 31: 25-48.
- Gongalsky, K.B., F.A. Savin, A.D. Pokarzhevskii & Z.V. Filimonova.** 2005. Spatial distribution of isopods in an oak-beech forest. *Eur. J. Soil Biol.* 41: 117-122.
- Guix, J.C.** 1994. Intervalles, a plenitude da Mata Atlântica. 240 p. In: C. Leonel (Ed.), *Intervalles/Fundação para a Conservação a Produção Florestal do Estado de São Paulo*. Governo do Estado de São Paulo. Secretaria de Estado do Meio Ambiente.
- Koivula, M., P. Punttila, Y. Haila & J. Nicnielii.** 1999. Leaf litter and the small-scale distribution of carabid beetles (Coleoptera, Carabidae) in the boreal Forest. *Ecography.* 22: 424-435.
- Kolar, C.S. & D.M. Lodge.** 2001. Progress in invasion biology: predicting invaders. *Trends Ecol. Evol.* 16: 199-204.
- Kotze, D.J. & M.J. Lawes.** 2008. Environmental indicator potential of the dominant litter decomposer, *Talitriator africana* (Crustacea, Amphipoda) in Afrotemperate forests. *Austral Ecol.* 33: 737-746.
- Krebs, C.J.** 1998. *Ecological Methodology*. 2 ed. Benjamin Cummings, New York.
- Kühn, I. & S. Klotz.** 2007. From Ecosystem invasibility to local, regional and global patterns of invasive species. In *Biological invasions* (W. Nentwig, ed.). *Ecological Studies* 193: 181-196.
- Lam, P.K.S. & H.H.T. Ma.** 1989. Some observations on the cycle and population dynamics of *Talitroides topitotum* (Burt) (Amphipoda; Talitridae) in Hong Kong. *J. Nat. Hist.* 23: 1087-1092.
- Lemos De Castro, A.L.** 1972. *Talitrus (Talitroides) pacificus* Hurley, anfípodo terrestre introduzido em São Paulo. *Arquivos do Instituto Biológico São Paulo*, 9: 201-203.
- Lopes, O.L. & S. Masunari.** 2004. Distribuição de abundância de *Talitroides topitotum* (Burt) (Crustacea, Amphipoda, Talitridae) na área de entorno da Usina Hidroelétrica de Guaratuba, Serra do Mar, Guaratuba, Paraná, Brasil. *Rev. Bras. Zoo.* 21: 219-227.
- Ludwig, J.A. & J.F. Reynolds.** 1988. *Statistical Ecology: a primer on methods and computing*. John Wiley & Sons, New York.
- Mack, R.N., D. Simberloff, W.M. Lonsdale, H. Evans, M. Clout & F.A. Bazzaz.** 2000. Biotic Invasions: Causes, Epidemiology, Global Consequences, and Control. *Ecol. Appl.* 10: 689-710.

- Matavelli, C., M. Uehara-Prado, F.P.P. Leite, & A.V.L. Freitas.** 2009. Some aspects of the population ecology of the exotic amphipod, *Talitroides topitotum*, in na Atlantic Forest Reserve in Brazil. *Crustaceana* (Leiden). 82: 241-251.
- Nave, A.G.** 2005. Banco de sementes autóctone e alóctone, resgate de plântulas e plantio de vegetação nativa a Fazenda Intermontes, município de Ribeirão Grande, SP. Tese de doutorado, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- Nepstad, D.C., C. Uhl & C.A. Pereira.** 1998. Estudo comparativo do estabelecimento de árvores em pastos abandonados e florestas adultas da Amazônia Oriental, p.191-218. In: *Floresta Amazônica: dinâmica, regeneração e manejo* (C. Gascon & P. Moutinho eds.). INPA, Manaus-Amazonas.
- Nimer, E.** 1989. *Climatologia do Brasil*. 2 ed. IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, Rio de Janeiro.
- Olson, L.J.** 2006. The Economics of Terrestrial Invasive Species: A Review of the Literature. *Agr. Resour. Econ. Rev.* 35: 178-194.
- Pinheiro, F., I.R. Diniz, D. Coelho & M.P.S. Bandeira.** 2002. Seasonal pattern of insect abundance in the Brazilian Cerrado. *Austral Ecol.* 27: 132–136.
- Primack, B.R. & E. Rodrigues.** 2001. Ameaças à diversidade biológica, p.69-134. In: *Biologia da Conservação* (R.B. Primack & E. Rodrigues eds.). E. Rodrigues.
- Ribeiro, M.C., J.P. Metzger, A.C. Martensen, F. Ponzoni & M.M. Hirota.** 2009. Brazilian Atlantic forest: how much is left and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biol. Conserv.* 142: 1141-1153.
- Ricklefs, R.E.** 2003. Estruturas populacionais, p. 235-249. In: *A Economia da Natureza* (R.E. Ricklefs ed.). Guanabara Koogan.
- Rodríguez, J.P.** 2001. Exotic species introductions into South America: an underestimated threat? *Biodivers. Conserv.* 10: 1983-1996.
- Setzer, J.** 1966. *Atlas Climático e Ecológico do Estado de São Paulo*. São Paulo, Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguaí. Centrais Elétricas de São Paulo.
- Southwood, T.R.E.** 1978. *Ecological methods with particular reference to the study of insect populations*. Chapman and Hal, London.
- Spicer, J.I. & H. Tabel.** 1996. Notes on the occurrence of the introduced landhopper *Arcitalitrus dorrieni* (Hunt, 1925) on Guernsey, Channel Islands. *J. Nat. Hist.* 30: 1625–1632.
- Ulian, G.B. & E.G. Mendes.** 1987. Preferences of a terrestrial amphipod, *Talitrus* (*Talitroides*) *pacificus*, Hurley, 1955, towards some environmental factors. *Rev. Bras. Biol.* 47: 247-256.

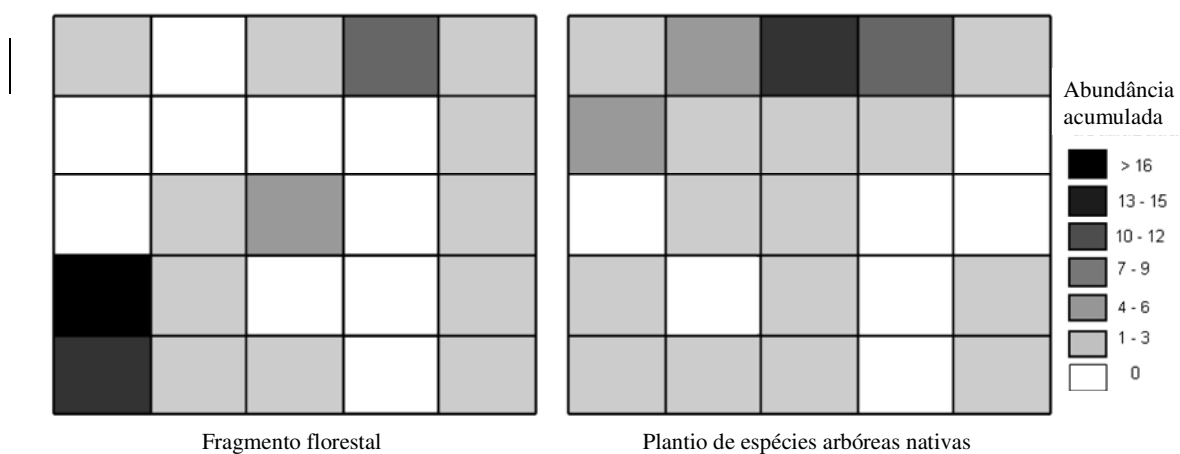


Figura 1. Esquema da distribuição espacial de *Talitroides topitotum* (Amphipoda: Talitridae) em um fragmento florestal e uma área de plantio de espécies arbóreas nativas. Em ambas áreas a distribuição foi agregada (veja Tab. 1).

Tabela 1. Parâmetros da distribuição espacial de *Talitroides topitotum* (Amphipoda: Talitridae) em um fragmento florestal e um plantio de espécies nativas, e nos períodos mais favoráveis (novembro de 2006 a abril de 2007) e menos favoráveis (maio de 2007 a outubro de 2007) para sua captura.

Área de estudo	Abundância média	Variância	<i>k</i> estimado	Qui-quadrado	G.L.	Distribuição
Fragmento	2,40	20,67	0,54	14,42	13	Agregada
Período mais favorável	0,32	0,39	0,915	1,13	1	Agregada
Período menos favorável	0,68	4,06	0,25	5,05	6	Agregada
Plantio	2,24	9,52	1,22	6,72	10	Agregada
Período mais favorável	1,76	8,10	0,59	6,51	10	Agregada
Período menos favorável	0,08	0,07	-	-	-	-

(-) Número de indivíduos insuficiente para análise de dados

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo apresenta um diferencial em relação aos demais trabalhos realizados com ecologia populacional, já que sua maioria realiza coletas mensais por no mínimo 12 meses (Lam & Ma, 1989; Alvarez et al., 2000), e este as fez por um período de 7 meses. Este tipo de metodologia pode ser empregada graças a estudos populacionais prévios que deram embasamento quanto à melhor época do ano para as coletas (como os períodos em que ocorrem os picos de abundância). No caso dos anfípodes terrestres, a grande maioria dos trabalhos indica o pico populacional para os meses mais quentes do ano (Lam & Ma, 1989; Alvarez et al., 2000; Yu et al., 2002; Gonçalves et al., 2003). Como nesse estudo o objetivo foi avaliar alguns aspectos da ecologia populacional de *Talitroides topitotum* (Capítulo I), como por exemplo, variação na abundância, variações com relação ao tamanho corpóreo e número de ovos por fêmeas, uma amostragem na época mais favorável para a população se mostrou suficiente para se alcançar os resultados almejados. Essa redução no período de coleta, além de causar um menor dano a população residente já que menos indivíduos são mortos e retirados do campo, se mostra viável do ponto de vista logístico, financeiro e laboratorial, uma vez que permite uma redução nos custos e no tempo de execução.

O método de coleta (armadilhas de queda) se mostrou adequado para a captura dos anfípodes terrestres (Capítulo I e II). Além disso, devido o tamanho corpóreo reduzido desses animais (maior indivíduo com aproximadamente 10 mm) foi possível utilizar frascos, com diferentes tamanhos, para sua captura. Essa metodologia (armadilhas de queda), quando comparada a outras apresenta vantagens. No trabalho de Lopes & Masunari (2004), os autores utilizaram para captura de *T. topitotum* redes de Malaise, o que resultou apenas na captura de adultos, já que os jovens não conseguiram saltar a uma altura mínima. Isso levou a uma subestimativa da população local. Em relação à captura de machos e fêmeas, a armadilha de queda já se mostrou eficiente em outros trabalhos com anfípodes, como em Dias e Sprung (2004) e Pavesi et al. (2007). Assim, a ausência de machos nas coletas do Capítulo I não parece ser um problema metodológico, e sim, uma característica da população estudada, resultado de fatores biológicos e/ou ambientais ainda poucos explorados.

Além dos resultados encontrados para a ecologia populacional de *T. topitotum* terem revelado informações importantes sobre sua biologia básica, somando-se a outros trabalhos já realizados com essa espécie (Lam & Ma, 1989; Alvarez et al., 2000), alguns aspectos mostrados no Capítulo I ficaram mais evidenciados, como a influência que o ambiente pode exercer sobre suas populações. Um exemplo disso são as diferenças populacionais encontradas entre os indivíduos residentes no Sul (Lopes & Masunari, 2004) e Sudeste brasileiro. São necessários novos estudos que busquem esclarecer, de forma mais detalhada, as causas dessa diferenciação. Essa mesma necessidade é apontada no Capítulo II, no qual se discute o padrão de distribuição espacial para a espécie. Como este estudo é pioneiro e foi realizado em apenas uma localidade (N = 1), são necessárias novas coletas em outras áreas a fim de comparação.

Na tentativa de suprir uma das lacunas existentes com relação à influência ambiental em populações de *T. topitotum*, um estudo está sendo desenvolvido em parceria com a Profa. Cláudia Pio Ferreira (Bioestatística/UNESP Botucatu) e o mestrando Ernesto A. B. F. Lima (Biometria/UNESP Botucatu). Nele, a influência da temperatura ambiental sobre o comportamento dinâmico da população de *T. topitotum* está sendo investigada. Para isso, os dados coletados no NSV estão sendo transformados em equações matemáticas e serão posteriormente testados sobre a influência da temperatura através de modelos matemáticos, principalmente o modelo de equação diferencial ordinária.

Além dessas informações, o Capítulo I sugeriu o uso de anfípodas terrestres como bioindicadores de perturbação antrópica. Não existem estudos na literatura, até o momento, provando a atuação de *T. topitotum* como bioindicador. No entanto, os trabalhos relacionados às condições ambientais favoráveis ao seu estabelecimento, bem como sua relação com a introdução de plantas exóticas e locais perturbados demonstram fortes indícios de que isso seja possível. A capacidade bioindicadora para anfípodas terrestres já vem sendo discutida para outras espécies, especialmente para *Talitriator africana*, na África do Sul (Lawes et al., 2005; Kotze & Lawes 2008), local em que a abundância desta espécie tem sido associada a regiões mais perturbadas. Buscando testar essa possibilidade também para *T. topitotum*, um segundo estudo em andamento, realizado em parceria com doutorando Marcio Uehara-Prado (Ecologia/Unicamp), está sendo feito para verificar a resposta dessa espécie a perturbação antrópica, através de comparações na abundância em

quatro remanescentes de Floresta Atlântica no Sudeste brasileiro com diferentes históricos de perturbação antrópica.

Para finalizar, este estudo foi realizado a partir dos dados coletados em outros dois projetos, sendo eles: (1) “Artrópodes como indicadores biológicos de perturbação antrópica em Floresta Atlântica”, desenvolvido por Marcio Uehara-Prado (Ecologia/Unicamp), o que gerou o Capítulo I, e (2) “Energética alimentar e reprodutiva de *Marmosops paulensis* (Didelphimorphia: Didelphidae) no Parque Estadual Intervales, SP”, por Natália Oliveira Leiner (Ecologia/Unicamp), gerando o Capítulo II. Em função disso, alguns itens metodológicos diferem entre os Capítulos apresentados nessa dissertação. Parcerias como esta têm se tornado uma tendência, uma vez que possibilita uma maior exploração dos dados coletados em campo, já que nem sempre é possível serem utilizados em sua totalidade, devido ao tempo restrito para a obtenção de títulos. Assim, essas parcerias possibilitam uma maior economia e praticidade na obtenção de dados de campo, além de serem benéficas a multidisciplinaridade entre instituições.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, F., WINFIELD I. & CHÁZARO S. 2000. Population study of the landhopper *Talitroides topitotum* (Crustacea: Amphipoda: Talitridae) in central Mexico. J. Nat. Hist., 34: 1619-1624.
- DIAS, N. & SPRUNG, M. 2004. Population dynamics and production of the amphipod *Orchestia Gammarellus* (Talitridae) in a Ria Formosa saltmarsh (Southern Portugal). Crustaceana, 76: 1123-1141.
- GONÇALVES, S. C., J. C. MARQUES, M. A. PARDAL, M. F. BOUSLAMA, M. E. GTARI & F. CHARFI-CHEIKHROUHA, 2003. Comparison of the biology, dynamics, and secondary production of *Talorchestia brito* (Amphipoda, Talitridae) in Atlantic (Portugal) and Mediterranean (Tunisia) populations. Estuar. coast. Shelf Sci., 58: 901-916.
- KOTZE, D.J. & LAWES, M.J. 2008. Environmental indicator potential of the dominant litter decomposer, *Talitriator africana* (Crustacea, Amphipoda) in Afrotemperate forests. Austral Ecol., 33: 737-746.
- LAM, P.K.S. & MA H.H.T. 1989. Some observations on the cycle and population dynamics of *Talitroides topitotum* (Burt) (Amphipoda; Talitridae) in Hong Kong. J. Nat. Hist., 23: 1087-1092.
- LAWES, M.J., KOTZE, J.D., BOURQUIM, S.L & MORRIS C. 2005. Epigaeic invertebrates as potential ecological indicators of afrotemperate forest Condition in South Africa. Biotropica, 37: 109-118.
- LOPES, O.L. & MASUNARI, S. 2004. Distribuição de abundância de *Talitroides topitotum* (Burt) (Crustacea, Amphipoda, Talitridae) na área de entorno da Usina Hidroelétrica de Guaratuba, Serra do Mar, Guaratuba, Paraná, Brasil. Rev. Bras. Zoo., 21: 219-227.
- PAVESI, L.; IANNILLI, V.; ZARATTINI, P.; & DE MATTHAEIS, E. 2007. Temporal and spatial distribution of three supralittoral amphipod species on a sandy beach of central Italy. Mar. Biol., 151:1585-1595
- YU, O.H.; SOH, H.Y. & SUH, H-L. 2002. Life history and reproduction of *Synchelidium Lenorostralum* (Amphipoda, Oedicerotidae) in a temperate sandy shore, southern Korea. J. Crustac. Biol., 22: 126-134.