



**Universidade do Estado do Rio de Janeiro**  
Centro Biomédico  
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes


Tiago Abreu Viana

**Uso do espaço por *Hypselartemon contusulus* (Férussac, 1827) (Gastropoda, Streptaxidae) da Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil**

Rio de Janeiro  
2011

Tiago Abreu Viana

**Uso do espaço por *Hypselartemon contusulus* (Férussac, 1827) (Gastropoda, Streptaxidae) da Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil**



Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Evolução, Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Orientadora: Profa. Dra. Sonia Barbosa dos Santos

Rio de Janeiro

2011

CATALOGAÇÃO NA FONTE  
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC-A

V614 Viana, Tiago Abreu.

Uso do espaço por *Hypselartemon contusulus* (Férussac, 1827) (Gastropoda, Streptaxidae) da Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil / Tiago Abreu Viana. – 2011.  
74 f : il.

Orientadora: Sonia Barbosa dos Santos.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes.  
Inclui bibliografia.

1. Gastrópode – Grande, Ilha (RJ) - Teses. 2. Streptaxidae – Grande, Ilha (RJ) - Teses. I. Santos, Sonia Barbosa dos. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes. III. Título.

CDU 594.3(815.3)

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação.

---

Assinatura

---

Data

Tiago Abreu Viana

**Uso do espaço por *Hypselartemon contusulus* (Férussac, 1827) (Gastropoda, Streptaxidae) da Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós Graduação em Ecologia e Evolução, do Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Ecologia.

Aprovado em 23 de agosto de 2011.

Orientadora:

---

Sonia Barbosa dos Santos (Orientadora)

Departamento de Zoologia – UERJ

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Oscar Rocha Barbosa

Departamento de Zoologia – UERJ

---

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Marta Luciane Fischer

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde – PUCPR

---

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Míriam Plaza Pinto

Departamento de Ecologia – UERJ

Rio de Janeiro

2011

## DEDICATÓRIA

*A quem se deve toda honra e glória: Jesus, o Senhor.*

*À Fátima, Paulo e Fábio Viana.*

*À Laura Vianna.*

## AGRADECIMENTOS

À professora e orientadora Sonia Barbosa dos Santos, pela paciência e pela orientação ao longo desses quase sete anos. Pelas sugestões, correções e pela objetividade e franqueza de alguns momentos. Por ceder a infra-estrutura do seu laboratório e por emprestar muitos livros e artigos de sua biblioteca pessoal. Pelo investimento humano e de tempo ao longo desses anos.

Aos meus pais, Paulo Viana e Fátima Viana pelo amor, apoio incondicional, exemplo de vida, por toda a abnegação em meu favor, pelas orações e por me ensinar o que tem mais valor, que não pode ser medido por coisas materiais.

Ao meu irmão Fábio Viana, pela confecção da figura de área utilizada e pela ajuda com os cálculos de distância e área. Valeu pelas noites que viramos trabalhando juntos, pelos risos, pela amizade, pelas aulas de jiu-jitsu pra tirar o stress, etc.

À minha noiva e em breve, linda esposa, Laura Vianna, pelos lindos olhos, lindo sorriso e pelo apoio de sempre.

À equipe do Laboratório de Malacologia da UERJ: Gleisse Kelly, Amilcar Brum, Igor Christo Miyahira, Luiz Eduardo, Cláudia, Luciane, Jaqueline, Patrícia, Francielle, Isabela, Renata Maia, Renata Ximenes e Mariana, pelo companheirismo e descontração peculiares a esta turma.

Ao professor Oscar Rocha Barbosa, por aceitar ser revisor deste trabalho, por conceder suas valiosas sugestões e por aceitar participar da banca examinadora desta dissertação.

À professora Helena Bergallo, por ajudar nos ajustes do projeto de mestrado, pelas sugestões de artigos e leituras, pela ajuda com os dados e análises e pela solicitude de sempre.

À professora Míriam Plaza pela ajuda valiosa com os dados e resultados e por aceitar participar da banca examinadora.

Às professoras Marta Luciane Fischer, Gisele Lobo Hajdu e Sthefane d'Ávila por aceitarem participar da banca examinadora e por conceder suas valiosas contribuições a este trabalho.

Aos bibliotecários da Biblioteca CTC/A (6º andar) pela orientação na normalização deste documento, em especial a Rinaldo Cavalcante, Celina Gusmão e Patrícia Bello.

À toda a equipe do Centro de Estudos Ambientais e Desenvolvimento Sustentável (CEADS), situado no Campus UERJ-Ilha Grande.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Evolução (PPGEE-UERJ).

Ao Henrique Garcia, secretário da Pós, por seu jeito inconfundível de atender aos alunos deste programa, sempre eficiente, competente e muito humano.

À Sonia (Soninha), secretária da Pós, por sua gentileza e simpatia no atendimento aos alunos deste Programa.

Ao Fernando Teixeira de Souza, por sua ajuda nas aulas do PED e pela amizade e cordialidade de sempre.

À Universidade do Estado do Rio de Janeiro e ao Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes pela infra-estrutura e pela Bolsa de Iniciação Científica (PIBIC/UERJ) nos anos de 2005 a 2007.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela Bolsa de Iniciação Científica PIBIC/CNPq de 2007 a 2008.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado na primeira metade deste curso.

Aos bibliotecários da Biblioteca de Manguinhos da Fundação Oswaldo Cruz.

Ao Reginaldo Ramos, ex-chefe do Departamento de Controle de Qualidade de Esgotos CEDAE e à Valdete de Jesus, coordenadora do Laboratório de Controle de Qualidade de Esgotos de Sarapuí pela compreensão, confiança e apoio nestes últimos meses.

À excelente equipe do Laboratório de Controle de Qualidade de Esgotos de Sarapuí - CEDAE, Michelle da Fonseca, Bianca de Lima Guerra e Gabrielle Freitas Portela pelo apoio e torcida nestes últimos meses.

## RESUMO

VIANA, Tiago Abreu. *Uso do espaço por Hypselartemon contusulus (Férussac, 1827) (Gastropoda, Streptaxidae) da Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil*. 2011. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Evolução) – Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

O comportamento espacial dos indivíduos é um componente chave para se entender a dinâmica de população dos organismos e esclarecer o potencial de migração e dispersão das espécies. Vários fatores afetam a atividade de locomoção de moluscos terrestres, como temperatura, luz, umidade, época do ano, tamanho da concha, sexo, estratégia reprodutiva, idade, densidade de co-específicos e disponibilidade de alimento. Um dos métodos usados para estudar deslocamento de gastrópodes terrestres é o de marcação-recaptura. Gastrópodes terrestres se prestam a este tipo de estudo por causa de (1) seu reduzido tamanho, (2) fácil manejo, (3) fácil captura e (4) pequenas distâncias de deslocamento e, conseqüentemente, reduzidas áreas de vida. Estes organismos servem como modelo para o estudo de ecologia espacial e dispersão. Estudos de população, investigando o uso do espaço, a distribuição espacial, a densidade populacional e a área de vida são escassos para moluscos terrestres e ainda mais raros em áreas naturais tropicais. Nosso objeto de estudo é *Hypselartemon contusulus* (Férussac, 1827), um molusco terrestre carnívoro, da família Streptaxidae, muito abundante na serrapilheira, em trechos planos de mata secundária na Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, Rio de Janeiro. A espécie é endêmica para o estado do Rio de Janeiro. Seu tamanho é de até 7,2 mm de altura, apresentando 6 a 7 voltas. Neste trabalho estudamos as variáveis temperatura ambiente, temperatura do solo, umidade do ar, luminosidade, profundidade do folhicho, tamanho do animal, densidade de co-específicos e densidade de presas, relacionando estes dados ecológicos ao deslocamento observado em *Hypselartemon contusulus*. Uma das hipóteses de trabalho é que estas variáveis afetam seu deslocamento. O trabalho foi realizado na Ilha Grande, situada ao sul do Estado do Rio de Janeiro, no município de Angra dos Reis. Os animais foram capturados e marcados com um código individual pintado na concha com corretor ortográfico líquido e caneta nanquim. As distâncias de deslocamento, em cm, foram registradas medindo-se as distâncias entre marcadores subsequentes. Os resultados encontrados indicam que o método utilizado é eficaz para marcar individualmente *Hypselartemon contusulus* em estudos de médio prazo (até nove meses). Sugerimos o uso deste método de marcação para estudos com gastrópodes terrestres ameaçados de extinção, como algumas espécies das famílias Bulimulidae, Megalobulimidae, Streptaxidae e Strophocheilidae. *Hypselartemon contusulus* não mantém uma distância mínima de seus vizinhos, é ativo ao longo de todo o ano e ao longo do dia, demonstrando atividade de locomoção e predação. Não foram encontrados animais abrigados sob pedra ou madeira morta. Não foram observados locais de atividade em oposição a lugares de repouso/abrigo. *Beckianum beckianum* (Pfeiffer, 1846) foi a presa preferencial. A densidade populacional variou de 0,57 a 1,2 indivíduos/m<sup>2</sup> entre as campanhas de coleta. A espécie desloca-se, em média,  $26,57 \pm 17,07$  cm/24h, na Trilha da Parnaioca, Ilha Grande. A área de vida de *H. contusulus* é pequena, sendo de, no máximo, 0,48 m<sup>2</sup> em três dias e 3,64 m<sup>2</sup> em 79 dias. O deslocamento da espécie variou ao longo do ano, mas esta variação não é afetada pelas variáveis ecológicas estudadas. Este é, portanto, um comportamento plástico em *H. contusulus* e, provavelmente, controlado por fatores endógenos.

Palavras-chave: Mollusca. Gastrópodes terrestres. Ecologia. Deslocamento. Atividade de predação.



## ABSTRACT

Spatial behavior of individuals is a key component to understanding and clarify migration and dispersion potential of species. Many factors affect locomotory activity of land mollusks, like temperature, light, humidity, period of the year, shell size, sex, reproductive strategy, age, co-specific density and food quantity. The mark-recapture method is used to study displacement of land snails. Land snails lend themselves to this kind of study because of their small size, easy handling, easy capture and small displacement distances and, consequently, small home ranges. These organisms serve as model to study spatial ecology and dispersion. Studies on population, concerning spatial behavior and distribution, population density and home range are rare for land snails and even rariest in natural tropical areas. Our study object is *Hypselartemon contusulus* (Férussac, 1827), a carnivorous land snail, family Streptaxidae, very common in leaf litter, in plane parts of secondary forest in the Trail of the Parnaioca, Ilha Grande, Rio de Janeiro. The species is endemic to Rio de Janeiro state. His size is 7.2 mm height, in maximum, showing six to seven whorls. In this work, we studied the environment variables temperature, soil temperature, air humidity, luminosity, leaf litter depth, shell size, co-specific density and prey density, connecting these ecologic data to the displacement observed to *H. contusulus*. The research hypothesis is that these variables affect its displacement. The work was carried out in Ilha Grande, south of the state of Rio de Janeiro, in the Angra dos Reis municipality. The animals were captured and marked with an individual code painted in the shell with orthographic liquid corrector and nankeen ink. The displacement distances, in cm, were recorded measuring the distances between subsequent markers. The results indicate that the used method is effective to mark individually *H. contusulus* in intermediate-term studies (until nine months). We suggest the use of this mark method to studies about land threatened land snailst, like some species of the families Bulimulidae, Megalobulimidae, Streptaxidae and Strophocheilidae. *Hypselartemon contusulus* does not maintain a minimum distance from its neighbours. The species is active during all the day and all year, showing locomotory activity and predation. Animals were not found sheltered under rock or dead wood. Sites of activity in opposition of sites of resting were not observed. *Beckianum beckianum* (Pfeiffer, 1846) was the preferential prey. Population density varied from 0.57 to 1.2 individuals/m<sup>2</sup> between sampling episodes. The species move, in media,  $26.57 \pm 17.07$  cm/24h, in the Trail of the Parnaioca, Ilha Grande. Home range of *H. contusulus* is small and does not exceed 0.48 m<sup>2</sup>, in three days and 3.64 m<sup>2</sup> in 79 days. Displacement varied during the year, but this variation is not affected by the ecological variables. This is a plastic behavior in *H. contusulus* and, probably, controlled by endogenous factors.

Keywords: Mollusca. Land snails. Ecology. Displacement. Predation activity.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	<i>Hypselartemon contusulus</i> (Férussac, 1827), espécime adulto.....	19
Figura 2 -	<i>Hypselartemon contusulus</i> (Férussac, 1827) (7 mm de altura, 6,2 mm de largura, 6 a 7 voltas).....	20
Figura 3 -	Relações das variáveis preditoras (origens das setas) com a variável resposta (destino das setas) no sistema estudado na Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, RJ.....	21
Figura 4 -	Localização da área de coleta na Trilha da Parnaioca, na Ilha Grande, RJ.....	25
Figura 5 -	Conchas de <i>Hypselartemon contusulus</i> (Férussac, 1827) marcadas com código numérico feito com corretor líquido ortográfico e tinta nanquim....	28
Figura 6 -	Área de trabalho mostrando marcadores sinalizando os <i>quadrats</i> e os pontos de captura-recaptura de <i>Hypselartemon contusulus</i> (Férussac, 1827) na Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, RJ.....	30
Figura 7 -	Desenho esquemático da área de coleta mostrando os pontos sucessivos de captura e recaptura de <i>Hypselartemon contusulus</i> (Férussac, 1827) na Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, RJ.....	30
Figura 8 -	Predação de <i>Hypselartemon contusulus</i> (Férussac, 1827) em <i>Beckianum beckianum</i> (Pfeiffer, 1846).....	34
Figura 9 -	Número de animais capturados na Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, RJ....	36
Figura 10-	Tamanho de jovens e adultos de <i>Hypselartemon contusulus</i> (Férussac, 1827) nas campanhas na Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, RJ..	37
Figura 11-	Gráfico de barras mostrando as médias dos deslocamentos em 24 h (em cm) de <i>Hypselartemon contusulus</i> (Férussac, 1827) em cada experimento de captura-recaptura.....	44
Figura 12-	Desenho esquemático das áreas utilizadas por oito indivíduos marcados de <i>Hypselartemon contusulus</i> (Férussac, 1827) em intervalos de médio prazo (54 a 132 dias) na Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, RJ.....	46
Figura 13-	Gráficos dos histogramas das distribuições das variáveis sobrepostos à distribuição normal hipotética (linha) de <i>Hypselartemon contusulus</i> (Férussac, 1827) na Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, RJ.....	48
Figura 14-	Resultado do Escalonamento Multidimensional (MDS) com 63 exemplares de <i>Hypselartemon contusulus</i> (Férussac, 1827) na Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, RJ.....	50
Figura 15-	Gráficos de dispersão de <i>Hypselartemon contusulus</i> (Férussac, 1827) na Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, RJ, mostrando comportamento das variáveis nas campanhas.....	52
Figura 16-	Gráfico de dispersão com deslocamento (cm) de <i>Hypselartemon contusulus</i> (Férussac, 1827) versus densidade de <i>Beckianum beckianum</i> (Pfeiffer, 1846) na Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, RJ.....	54
Figura 17-	Resultado da ANOVA com dados de deslocamento em 24 h de 80 exemplares de <i>Hypselartemon contusulus</i> (Férussac, 1827) dos cinco experimentos de captura-recaptura da Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, RJ.....	56
Figura 18-	Resultado do Escalonamento Multidimensional (MDS) com variáveis microclimáticas de 80 exemplares de <i>Hypselartemon contusulus</i> (Férussac, 1827) na Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, RJ.....	58

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	-	Resumo dos estudos de marcação-recaptura com registros de deslocamento de gastrópodes terrestres com concha.....	22
Tabela 2	-	Indivíduos de <i>Hypselartemon contusulus</i> (Férussac, 1827) que participaram dos experimentos de captura-marcação-recaptura e distâncias de deslocamento na Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, RJ.....	34
Tabela 3	-	Observações de predação de <i>Hypselartemon contusulus</i> (Férussac, 1827) na Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, RJ.....	41
Tabela 4	-	Eventos de recapturas em médio prazo com deslocamentos e áreas utilizadas por <i>Hypselartemon contusulus</i> (Férussac, 1827) da Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, RJ.....	45
Tabela 5	-	Estatística descritiva básica com 63 indivíduos de <i>Hypselartemon contusulus</i> (Férussac, 1827) marcados na Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, RJ.....	47
Tabela 6	-	Matriz de correlação de Spearman de 63 exemplares de <i>Hypselartemon contusulus</i> (Férussac, 1827) na Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, RJ.....	55
Tabela 7	-	Resultados da ANOVA com dados de deslocamento em 24 h de 80 exemplares de <i>Hypselartemon contusulus</i> (Férussac, 1827) de cinco campanhas de amostragem na Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, RJ.....	56
Tabela 8	-	Matriz de comparação de probabilidades do teste de Tukey com dados de deslocamento em 24 h de 80 exemplares de <i>Hypselartemon contusulus</i> (Férussac, 1827) na Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, RJ.....	57
Tabela 9	-	Resultado da Regressão Múltipla de 63 exemplares de <i>Hypselartemon contusulus</i> (Férussac, 1827) na Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, RJ.....	59

## SUMÁRIO

	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	14
1	<b>O ESTUDO DO DESLOCAMENTO EM GASTRÓPODES TERRESTRES.....</b>	15
1.1	<b>O Método de Marcação-Recaptura.....</b>	17
1.2	<b>A Espécie Estudada: <i>Hypselartemon contusulus</i> (Férussac, 1827).....</b>	18
1.3	<b>As Hipóteses de Trabalho.....</b>	20
2	<b>OBJETIVOS.....</b>	24
3	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	25
3.1	<b>Área de trabalho.....</b>	25
3.2	<b>Densidade populacional e Amostragem dos Dados Biométricos.....</b>	27
3.3	<b>Marcação dos Animais e Deslocamentos.....</b>	27
3.4	<b>Amostragem dos dados ambientais.....</b>	31
3.5	<b>Uso do microhabitat e comportamento alimentar.....</b>	31
3.6	<b>Análise Estatística.....</b>	31
4	<b>RESULTADOS.....</b>	33
4.1	<b>Uso do habitat e outras observações em <i>Hypselartemon contusulus</i>.....</b>	33
4.2	<b>Comportamento alimentar e dieta de <i>Hypselartemon contusulus</i>.....</b>	33
4.3	<b>Densidade populacional e medidas morfométricas de <i>Hypselartemon contusulus</i>.....</b>	35
4.4	<b>Deslocamento de <i>Hypselartemon contusulus</i>.....</b>	38
4.5	<b>Deslocamento a médio prazo e área utilizada por <i>Hypselartemon contusulus</i>.....</b>	44
4.6	<b>Efeito de fatores microclimáticos, profundidade do folhicho, tamanho e densidade de coespecíficos e presas sobre deslocamento de <i>Hypselartemon contusulus</i> – buscando por padrões.....</b>	47
4.6.1	<b><u>Variações do deslocamento entre campanhas.....</u></b>	54
4.6.2	<b><u>Variações individuais no deslocamento (dentro das campanhas).....</u></b>	59
5	<b>DISCUSSÃO.....</b>	60
5.1	<b>Uso do habitat e outras observações em <i>Hypselartemon contusulus</i>.....</b>	60
5.2	<b>Comportamento alimentar e dieta de <i>Hypselartemon contusulus</i>.....</b>	61
5.3	<b>Densidade populacional e medidas morfométricas de <i>Hypselartemon contusulus</i>.....</b>	61

5.4	<b>Eficiência do método de marcação-recaptura.....</b>	62
5.5	<b>Deslocamento de <i>Hypselartemon contusus</i>.....</b>	63
5.6	<b>Efeito de fatores microclimáticos, profundidade do folhio, tamanho e densidade de coespecíficos e presas sobre deslocamento de <i>Hypselartemon contusus</i> – buscando por padrões.....</b>	64
5.6.1	<u>Variações do deslocamento entre campanhas.....</u>	65
5.6.2	<u>Variações individuais no deslocamento (dentro das campanhas).....</u>	65
5.7	<b>Considerações finais.....</b>	66
6	<b>CONCLUSÕES.....</b>	69
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	70

## INTRODUÇÃO

O comportamento espacial dos indivíduos é um componente chave para se entender a dinâmica de população dos organismos (Turchin 1991) e esclarecer o potencial de migração e dispersão das espécies. O uso do espaço e a atividade de locomoção são bem estudados em vertebrados e alguns grupos de invertebrados (Wilson 1966, Rogers 1992, Bergman; Schaefer; Luttich 2000), mas são pouco conhecidos em gastrópodes terrestres. Neste contexto, o estudo do deslocamento de gastrópodes terrestres é essencial. Estudos de população, investigando o uso do espaço, a distribuição espacial, a densidade populacional e a área de vida, são escassos para moluscos terrestres e ainda mais raros em áreas naturais tropicais. A maioria destes trabalhos foi realizada em áreas de clima temperado da América do Norte e Europa, estudando áreas de pastagem ou horticultura, com espécies invasoras e/ou danosas à horticultura (Archard *et al.* 2004).

## 1 O ESTUDO DO DESLOCAMENTO EM GASTRÓPODES TERRESTRES

O deslocamento tem sido estudado em várias espécies de gastrópodes terrestres, sendo que a maioria dos trabalhos se concentra em gastrópodes sem concha (lesmas) das famílias Arionidae, Limacidae e Agriolimacidae, causadores de danos à lavoura (Rollo; Wellington 1981, Hamilton; Wellington 1981, Grimm; Paill; Kaiser 2000, Grimm; Paill 2001; Archard *et al.* 2004). Gastrópodes com concha têm sido estudados com maior enfoque em aspectos biológicos e ecológicos (Baur 1988, Williamson *et al.* 1977, Tomiyama 2003), etc. Os principais trabalhos foram conduzidos em países europeus, como Áustria, França, Suíça e Suécia, e no Japão. Cook (2001), em sua revisão sobre atividade locomotora de caracóis terrestres, concentrou-se em trabalhos em regiões temperadas do planeta, refletindo a maior quantidade deste tipo de trabalho nestas áreas. Alguns trabalhos foram feitos com caracóis em áreas tropicais no Havaí (Hall; Hadfield 2009, Hall; Baker; Hadfield 2010), Nova Zelândia (Lövei *et al.* 1997) e Malásia (Schilthuizen *et al.* 2005).

Algumas espécies tiveram suas distâncias de deslocamento registradas: *Achatina fulica* (Tomiyama; Nakane 1993), *Achatinella mustelina* (Hall; Hadfield 2009, Hall; Baker; Hadfield 2010), *Achatinella sowerbyana* (Hall; Hadfield 2009, Hall; Baker; Hadfield 2010), *Albinaria coerulea* (Giokas; Mylonas 2004), *Arianta arbustorum* (Linnaeus, 1758) (Baur 1984 *in* Baur 1993, Baur 1986 *in* Baur 1993, Baur 1991 *in* Baur 1993, Baur; Baur 1990 *in* Baur 1993, Baur; Baur 1993 *in* Baur 1993), *Hedleyella falconeri* (Gray, 1834) (Murphy 2002), *Paryphanta busbyi* (Lövei 1997) *Xeropicta derbentina* (Aubry *et al.* 2006, Popov; Kramarenko 2004) e *Xeropicta krynickii* (Popov; Kramarenko 2004) (Tabela 1).

Quanto às distâncias de deslocamento em curto e longo prazo, Lövei *et al.* (1997), em estudo sobre comportamento espacial e preferência de habitat, registraram que *Paryphanta busbyi watti* (Gray, 1840) na Nova Zelândia, deslocou-se 43,5 m no primeiro ano e 41 m no segundo ano do estudo, tendo percorrido um máximo de 25 m em dois meses. Ao final do período de 30 meses de observações *P. busbyi watti* teve um deslocamento de 111 m. Tomiyama e Nakane (1993) observaram movimentos de *A. fulica*, e registraram médias de 1,5 m para adultos, 3,6 m para adultos jovens e 8,3 m para juvenis, por dia, o que demonstrou que indivíduos mais velhos têm áreas de vida menores e estáveis, e juvenis, áreas de vida maiores. Popov e Kramarenko (2004) registraram que *Xeropicta derbentina* (Krynicky, 1836) e *Xeropicta krynickii* (Krynicky, 1833) podem se deslocar até 300 cm por dia, com uma média de 102,5 cm (variando de 3 a 310 cm). *Arianta arbustorum* Linnaeus, 1758, deslocou-se de 1,5 a 14 m em três meses (Baur; Baur 1990). *Achatinella mustelina* Mighels, 1845 e *Achatinella sowerbyana* Pfeiffer, 1855 deslocaram-se  $4,94 \pm 1,52$  m em sete meses (Hall; Hadfield 2009).

Vários fatores afetam a atividade de locomoção de moluscos terrestres. Karlin (1961) estudou a influência da temperatura e da luz sobre a atividade locomotora de lesmas mostrando a importância destas variáveis para o início desta atividade. Wareing e Bailey (1985) estudaram a atividade de locomoção de *Deroceras reticulatum* (Müller, 1774) e determinaram a temperatura ótima para locomoção em cada estação do ano. A atividade diurna se intensificou com o aumento da temperatura e o aumento a duração do dia. Parmakelis e Mylonas (2004) enfatizaram a influência das condições ambientais sobre a média de deslocamento de *Mastus Beck*, 1837. Aubry *et al.* (2006), estudando moluscos terrestres da Europa, verificaram que a temperatura, a umidade e a época do ano influenciaram a dispersão, ocorrendo maior atividade de locomoção (dispersão ativa) durante períodos úmidos. Kasigwa (1999) encontrou que tempo seco restringiu a movimentação de *Sitala jenynsi* (Pfeiffer, 1845) e tempo chuvoso favoreceu. *Helix texta* Mousson, 1861, por exemplo, caracol terrestre que ocorre na região mediterrânea de Israel, tem atividade concentrada na estação chuvosa de inverno e passa o verão em estivação (Heller; Ittiel 1990). A atividade de *Trigonephrus haughtoni* Connolly, 1931 do deserto da Namíbia, também é restrita, ocorrendo apenas nas poucas horas em que o orvalho ainda persiste, gerando uma combinação aceitável de alta umidade e baixa temperatura (Cook 2001). Na Europa, lesmas causadoras de danos à lavoura e várias espécies de *Helix* Linnaeus, 1758, são bem estudadas quanto ao ciclo circadiano e atividade locomotora e é sabido que a atividade é preferencialmente noturna. A umidade, mais do que a temperatura, é considerada o fator ambiental mais importante no controle da atividade (Biannic *et al.*, 1995). Entretanto, gastrópodes terrestres das florestas úmidas tropicais podem ter comportamento diferente (Lövei *et al.* 1997, Hall; Hadfield 2009, Hall; Baker; Hadfield 2010), havendo carência de estudos sobre estas questões.

Dados biométricos também têm sido investigados na tentativa de encontrar os componentes que determinam os padrões na atividade locomotora. Popov e Kramarenko (2004) concluíram que tamanho das conchas de *Xeropicta derbentina* (Krynicky, 1836) e *Xeropicta krynickii* (Krynicky, 1833) não tem influência sobre suas quantidades de locomoção. Os padrões de locomoção também são influenciados pelo sexo, pela estratégia reprodutiva (Parmakelis *et al.* 2005) e pela idade (Tomiyama; Nakane 1993). Esses últimos autores também registraram que indivíduos jovens de *Achatina fulica* (Férussac, 1821) moveram-se por distâncias maiores que os adultos, e estes, por distâncias maiores que os senis. Densidade de coespecíficos também tem sido apontada como importante sobre movimento de gastrópodes terrestres (Hamilton; Wellington 1981). Os efeitos da disponibilidade de alimento sobre o deslocamento também têm sido investigados. Airey (1987) mostrou que *Deroceras reticulatum* apresentou maior atividade locomotora quando privado de



alimento, enquanto *Milax budapestensis* (Hazay, 1881), menor. Disponibilidade de alimento também afetou o deslocamento de *Arion ater* (Linnaeus, 1758) e *Ariolimax columbianus* (Gould, 1851).

### 1.1 O Método de Marcação-Recaptura

Um dos métodos usados para estudar deslocamento, tanto de vertebrados quanto de invertebrados, é o de marcação-recaptura. Na verdade, dados de captura-marcação-recaptura foram inicialmente usados para estimar o tamanho de populações naturais (Schwarz; Seber 1999). Tais dados são usados para a quantificação de vários parâmetros demográficos, como taxas de sobrevivência, recrutamento e migração, baseado em procedimentos estatísticos específicos. Eles têm sido usados em variados campos das Ciências Biológicas além da Ecologia, como Biologia e Genética da Conservação, Manejo de Populações em Áreas Protegidas, Comportamento e Evolução (Murray; Clarke 1984, Lövei *et al.* 1997, Henry; Jarne 2007).

Em gastrópodes terrestres, o método de captura-marcação-recaptura tem sido empregado desde a década de 50, sendo o trabalho de Barnes e Stokes (1951) a primeira aplicação. Moluscos terrestres se prestam a este tipo de estudo por causa de (1) seu reduzido tamanho, (2) fácil manejo, (3) fácil captura e (4) pequenas distâncias de deslocamento e, conseqüentemente, reduzidas áreas de vida. Estes organismos servem como modelo para o estudo de ecologia espacial e dispersão.

A marcação em gastrópodes terrestres tem sido feita de várias formas. Lesmas têm sido marcadas com marcadores plásticos coloridos, tinta guache, tinta de carro, etiqueta fluorescente injetável, isótopos radioativos injetáveis, alimentação com tintas visíveis pela transparência do manto do animal, tatuagem com pigmentos, marcação com cicatriz no manto etc. (Richter 1976, Hogan; Steele 1986, Grimm 1996, Foltan; Konvicka 2008, Wallin; Latty 2008), O estudo com lesmas se dá, geralmente, no contexto do estudo dos danos causados por estes animais a cultivos agrícolas, com pouca preocupação sobre a ecologia das espécies. Já os caracóis, especialmente aqueles de concha rígida, se prestam a marcações com líquido corretivo e diferentes tipos de tintas e pigmentos, como tinta nanquim e tinta permanente, escarificação da concha etc. (South 1965, Williamson *et al.* 1977, Baur; Baur 1990, 1993, Lövei *et al.* 1997, Giokas; Mylonas 2004, Popov; Kramarenko 2004, Schilthuizen *et al.* 2005, Aubry *et al.* 2006, Henry; Jarne 2007, Hall; Hadfield 2009, Severns 2009, Hall *et al.* 2010), além dos métodos usados para lesmas. Henry & Jarne (2007) revisaram o uso de marcação em gastrópodes com concha rígida e avaliaram dois requisitos fundamentais para uma boa técnica de marcação: tempo de duração da marcação/etiqueta e impacto sobre características da história de vida. Os autores também testaram cinco técnicas de marcação de gastrópodes de concha

rígida: marcadores plásticos coloridos numerados, tinta guache, tinta de carro, esmalte de unha e líquido corretivo. Os mesmos também fornecem também uma revisão sobre o uso de captura-marcação-recaptura em estudos com gastrópodes marinhos, terrestres e duceaquícolas, e sugeriram que técnicas de captura-marcação-recaptura podem ser usadas para investigar vários aspectos da biologia e ecologia de gastrópodes terrestres, tais como tamanho populacional, sobrevivência, recrutamento, movimento e crescimento individual.

Recentemente, novos métodos de marcação, que dispensam a recaptura, têm sido empregados. Denominados de “tracking”, consistem em marcar o animal com um transmissor/receptor de ondas eletromagnéticas e acompanhar o deslocamento à distância (Ungfors *et al.* 2007, Hall; Hadfield 2009). O mais recente avanço no estudo da atividade de locomoção de gastrópodes é o uso de robôs inteligentes que capturam imagens para controle de *Pomacea canaliculata* (Lamarck, 1822), considerada uma praga agrícola (Yamaguchi *et al.* 2009).

Os métodos de marcação podem ser avaliados quanto a algumas características: (1) durabilidade da marcação, (2) legibilidade da marcação, (3) impacto sobre o comportamento/história de vida do indivíduo marcado, (4) possibilidade de códigos individuais, (5) número de códigos possíveis, (6) custo e (7) facilidade na aplicação / leitura.

## 1.2 A Espécie Estudada: *Hypselartemon contusulus* (Férussac, 1827)

Nosso objeto de estudo é *Hypselartemon contusulus* (Férussac, 1827), um molusco terrestre carnívoro, muito abundante na serrapilheira, em trechos planos de mata secundária na Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, Rio de Janeiro. A espécie é endêmica para o estado do Rio de Janeiro (Barbosa *et al.* 2008). Seu tamanho é de até 7 mm de altura, apresentando 6 a 7 voltas (Figuras 1 e 2). O fato de a espécie apresentar alta densidade populacional ao longo da Trilha da Parnaioca é condição *sine qua non* para estudos de marcação-recaptura.

*Hypselartemon contusulus* pertence à família de moluscos pulmonados Streptaxidae, amplamente distribuída nas regiões tropical e subtropical do mundo, sendo que a maioria das espécies descritas ocorre na África e América do Sul (Blanford; Godwin-Austen 1908, Bruggen 1967 *apud* Picoral; Lopes-Pitoni 1998). No Brasil, foram descritas cerca de 50 espécies em seis gêneros recentes e um fóssil (Barbosa *et al.* 2002). Algumas das características desta família são: presença de um pé simples holópode, concha usualmente incolor e transparente, faringe grande, ausência de mandíbula, rádula longa e estreita, genitália comparativamente simples e um modo de vida carnívoro

(Bruggen 1967 *apud* Picoral; Lopes-Pitoni 1998, Parkinson *et.al.* 1987 *apud* Picoral; Lopes-Pitoni 1998).



Figura 1 - *Hypselartemon contusulus* (Férussac, 1827), espécime adulto. Foto: S.B. Santos. Escala: 5 mm.

*Hypselartemon contusulus*, assim com boa parte da fauna malacológica terrestre tropical, nunca foi observado em seu habitat natural, e não há informações disponíveis mesmo sobre sua biologia básica. Seus hábitos, preferência alimentar e sua função como predador regulando as populações de outros moluscos na comunidade de serrapilheira nunca foram investigados, o que justifica estudos de observações de biologia comportamental e ecologia.

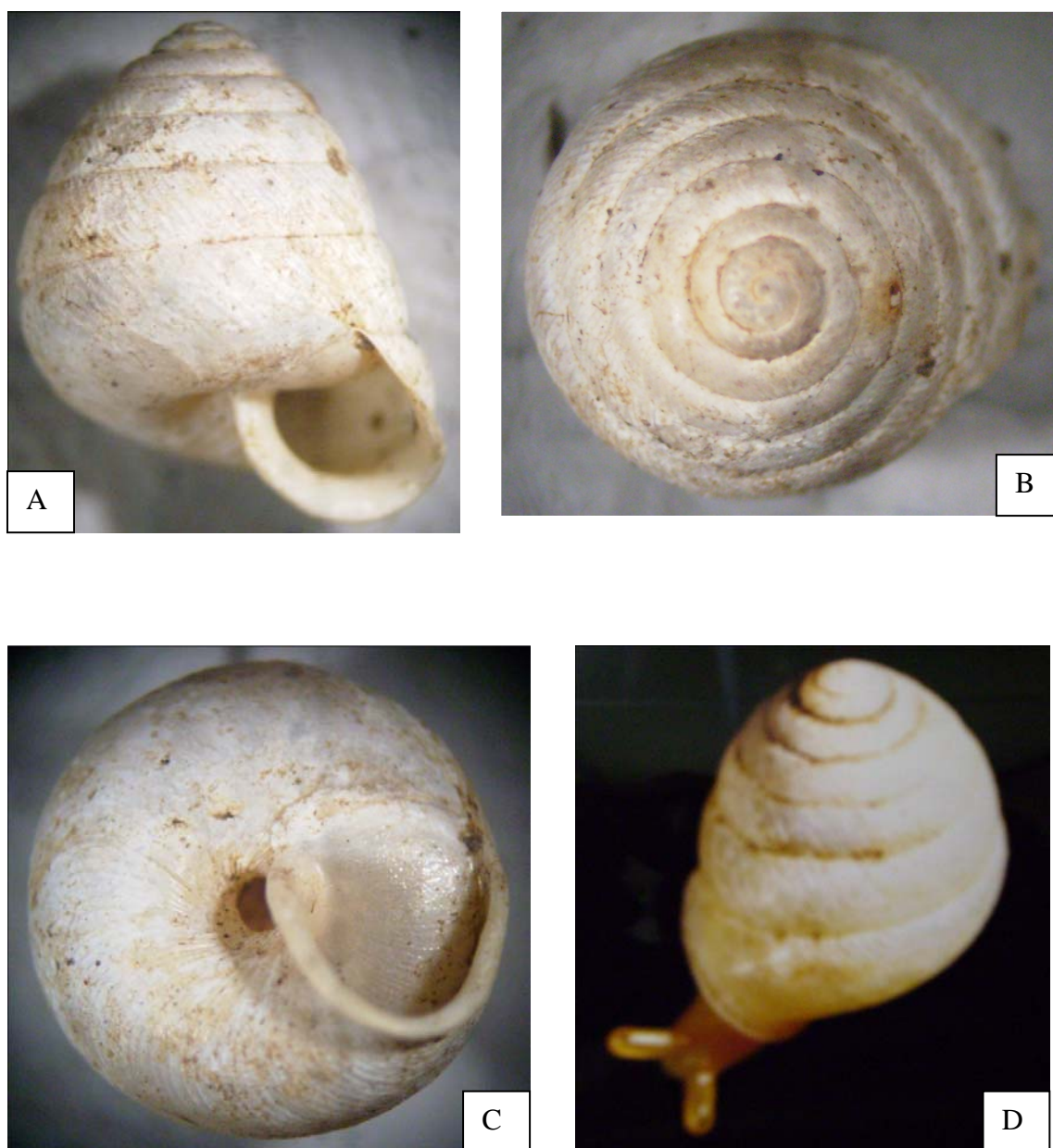


Figura 2 - *Hypselartemon contusulus* (Férussac, 1827) (7 mm de altura, 6,2 mm de largura, 6 a 7 voltas).

Legenda: A. Vista lateral; B. Vista apical; C. Vista umbilical; D. Espécime vivo.

Foto: A. B. Barbosa.

### 1.3 As Hipóteses de Trabalho

A primeira hipótese é que indivíduos de *H. contusulus* realizam deslocamento diferente de zero durante o ano todo. A segunda hipótese é que a quantidade de deslocamento realizada nas

estações é diferente. A terceira hipótese relaciona as variáveis temperatura ambiente, temperatura do solo, umidade do ar, luminosidade, profundidade do folhiço, tamanho do animal, densidade de coespecíficos e densidade de presas, à quantidade de deslocamento observada em *Hypselartemon contusulus*. O enunciado desta terceira hipótese fica: os fatores microclimáticos (temperatura ambiente, temperatura do solo, umidade do ar e luminosidade), profundidade da serapilheira, tamanho do animal, representado pela altura e largura da concha, assim como a densidade de coespecíficos e de presas afetam o deslocamento de *Hypselartemon contusulus*. O diagrama bi-dimensional do sistema investigado, que resume esta última hipótese de trabalho, está apresentado na Figura 3.

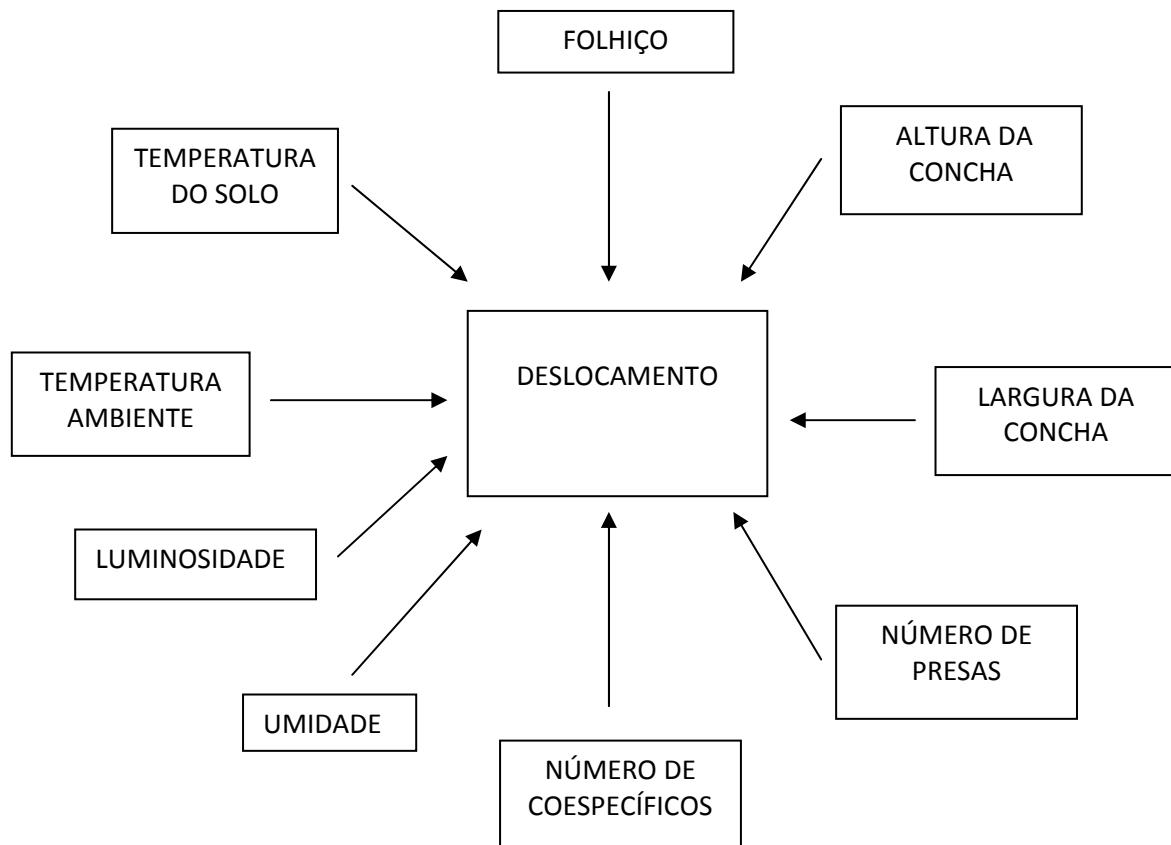


Figura 3 - Relações das variáveis predictoras do deslocamento de *Hypselartemon contusulus* (origens das setas) com a variável resposta (destino das setas) na Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, RJ.

Nota: Este fluxograma considera todos os efeitos como diretos.

Tabela 1 - Resumo dos estudos de marcação-recaptura com registros de deslocamento de gastrópodes terrestres com concha (continua)

Espécie	Deslocamento diário (média e máximo) – distância do ponto de soltura ao ponto de recaptura no dia seguinte	Comprimento da trilha percorrida (soma das distâncias percorridas de hora em hora)	Dispersão em médio/longo prazo	País	Área urbanizada, agrícola ou natural	Referência
<i>Achatina fulica</i>	12,05 ± 4,92 m/noite (juvenis); 3,65 ± 1,27 m/noite (adultos jovens); e 1,45 ± 1,15 m/noite (adultos senis)	13,41 ± 5,03 m/noite (juvenis); 14,93 ± 3,62 m (adultos jovens); e 4,06 ± 1,72 m (adultos senis)	500 m/4 meses	Japão	Área natural	Tomiyama; Nakane 1993
<i>Achatinella sowerbyana</i> e <i>A. mustelina</i>	-	-	4,94 ± 1,52 m/mês (em ambiente arbóreo)	Havaí	Área natural	Hall; Hadfield 2009
<i>Achatinella sowerbyana</i> e <i>A. mustelina</i>	-	-	Média de 5,6 m/mês, máximo de 22 m/mês (em ambiente arbóreo)	Havaí	Área natural	Hall; Baker; Hadfield 2010
<i>Albinaria coerulea</i>	-	-	Média de 162,4 cm/mês; máximo de 844 cm/mês	Grécia	Área natural	Giokas; Mylonas 2004
<i>Arianta arbustorum</i>	-	-	7m/ano (em campo de urtigas)	Suíça	Área urbanizada	Baur 1984
<i>Arianta arbustorum</i>	-	-	8m/ano (em área alagada)	Suíça	Área natural	Baur 1986

Tabela 1 – Resumo dos estudos de marcação--recaptura com registros de deslocamento de gastrópodes terrestres com concha (conclusão)

<i>Arianta arbustorum</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	4,4 m/3 meses (em área próxima de estrada); 4,9 m/3 meses (em gramado)	Suécia	Área urbanizada	Baur; Baur 1990
<i>Arianta arbustorum</i>	Média de 0,58 m; máximo de 4,44 m	-	-	Suíça	Área natural	Baur 1991, Baur; Baur 1993
<i>Hedleyella falconeri</i> (Gray, 1834)	5,10 m/noite; máximo de 13,96 m/noite	8,70 m/noite	-	Austrália	Área natural	Murphy 2002
<i>Paryphanta busbyi</i>	-	-	Média de 43,5 m/ano; máximo de 25 m/2 meses; 111 m/30 meses	Nova Zelândia	Área natural	Lövei <i>et al.</i> , 1997
<i>Xeropicta derbentina</i>	Média de 102,5 cm/dia, máximo de 310 cm/dia	-	-	Ucrânia	Área urbanizada	Popov; Kramarenko 2004
<i>Xeropicta derbentina</i>	-	-	Média de 27,2 m/6 meses; máximo de 42 m/6 meses	França	Área natural	Aubry <i>et al.</i> 2006
<i>Xeropicta krynickii</i>	Média de 143,5 cm/dia, máximo de 295 cm/dia	-	-	Ucrânia	Área urbanizada	Popov; Kramarenko 2004
				Suíça	Área natural	Burla; Gosteli 1993

## 2 OBJETIVOS

Este trabalho foi desenvolvido em uma área de Mata Atlântica e tem como objetivo geral estudar aspectos da população, uso do espaço e deslocamento de *H. contusulus*.

Os objetivos específicos podem ser assim listados:

- a) Estimar a densidade populacional de *H. contusulus* em uma área de Mata Atlântica alterada;
- b) Quantificar o deslocamento e o potencial de dispersão de *H. contusulus*;
- c) Investigar os padrões de deslocamento de *H. contusulus*;
- d) Verificar o efeito de variáveis microclimáticas, tamanho do animal e densidade de presas e coespecíficos sobre o deslocamento de *H. contusulus*;
- e) Investigar o uso do espaço e comportamento alimentar de *H. contusulus*.

No Brasil, este é o primeiro estudo com moluscos terrestres, usando método de marcação e recaptura, tendo como objeto de estudo uma espécie nativa, endêmica, carnívora, importante na comunidade de serrapilheira, e em área alterada de Mata Atlântica.

Este trabalho serve como um modelo para o entendimento dos fatores que afetam o deslocamento e a dispersão de espécies de moluscos terrestres em áreas de Mata Atlântica.



### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Área de Trabalho

O trabalho foi realizado na Ilha Grande, situada ao sul do Estado do Rio de Janeiro, no município de Angra dos Reis. A amostragem foi feita em uma área de floresta alterada na Trilha da Parnaioca (S 23° 11' 11", W 44° 11' 58", altitude 8 m), a aproximadamente dois km de distância da Vila Dois Rios (Figura 3). Não são conhecidas outras áreas com densidade populacional adequada às observações e amostragem necessárias a este tipo de estudo, embora a equipe do Laboratório de Malacologia Terrestre e Límnicia da Universidade Estadual do Rio de Janeiro, orientada pela Dra. Sonia Barbosa dos Santos, venha, há mais de 10 anos, empregando esforços no desafio de conhecer, mapear e descrever a diversidade de moluscos terrestres nas florestas da Ilha Grande.

A região do entorno da Trilha da Parnaioca corresponde aos arredores da extinta Colônia Penal Agrícola Cândido Mendes (Presídio da Ilha Grande) e apresenta muitas porções outrora alteradas pela ação antrópica, como baixadas e encostas desmatadas no passado para lavouras de vários tipos, áreas desmatadas para a estrada de acesso à Vila da Parnaioca, e áreas pouco alteradas, onde foi realizado o corte seletivo de madeiras para a construção civil (Santos; Monteiro 2001). A floresta nesta região caracteriza-se por apresentar mata secundária com trechos muito alterados, principalmente na porção próxima ao início da trilha, em Vila Dois Rios. Somente em porções mais altas, na cota de 250m e acima dela, podem ser encontradas áreas mais resguardadas de mata (Monteiro 2005, Santos; Monteiro 2001). Em nosso local de trabalho, especificamente, já houve casas e ainda é possível encontrar utensílios como restos de tecidos e louças usados pelos antigos moradores. Existem matações dispersos de vários tamanhos, árvores frutíferas como laranjeiras e goiabeiras e poucas árvores de grande porte.

Uma das prováveis causas para a grande densidade de *H. contusulus* na área de estudo é a alta densidade de *Beckianum beckianum* (Pfeiffer 1846), que lhe serve de alimento. Esta é uma espécie considerada exótica, sinantrópica, ocorrendo em alta densidade em áreas alteradas da Ilha Grande (Santos; Monteiro 2001).

A

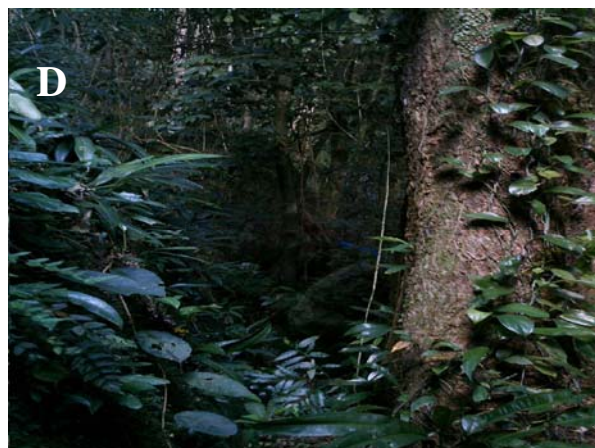
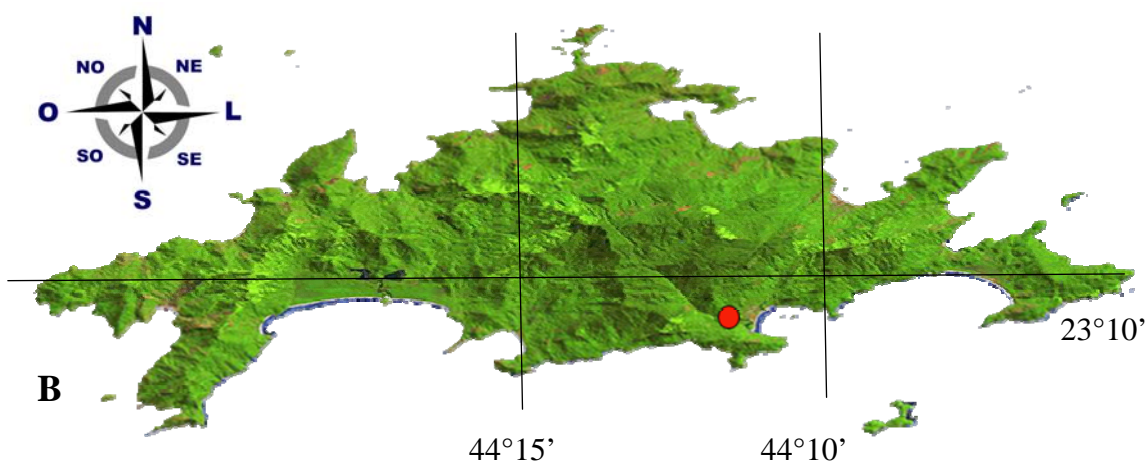


Figura 4 - Localização da área de coleta na Trilha da Parnaioca, na Ilha Grande, RJ.

Legenda: A. Ilha Grande, ao sul do estado do Rio de Janeiro, Brasil. B. Ilha Grande, mostrando localização da área de coleta na Trilha da Parnaioca (ponto vermelho). C. Foto mostrando ponto de coleta (ponto vermelho) próximo à Vila Dois Rios, na Enseada de Dois Rios. D. Foto mostrando aspecto do sub-bosque na floresta na Trilha da Parnaioca.

Fonte: Fotografia de satélite retirada do Google Earth.

Foto: Daniele P. Monteiro.

A área utilizada para a amostragem tem 600 m<sup>2</sup>, a maior parte dos quais é ocupada por vegetais das famílias Piperaceae e Myrtacea, havendo também pequeno trecho ocupado por plantas ornamentais introduzidas. A área de 600 m<sup>2</sup> foi dividida em uma estrutura gradeada, com quadrículas de 25 m<sup>2</sup> para facilitar a orientação dos coletores dentro da área e orientar a distribuição dos *quadrats*. Foram marcados 30 *quadrats* de 1 m<sup>2</sup>. A distância mínima entre os *quadrats* foi de 2 m para garantir que o indivíduo marcado não invadisse outros *quadrats* no intervalo de 72 horas (Figura 4). As campanhas de amostragem foram realizadas em janeiro (dias 26, 27, 28 e 29), maio (dias 21, 22, 23 e 24), agosto (dias 4, 5, 6 e 7), outubro (dias 24, 25, 26 e 27) e dezembro (dias 17, 18, 19 e 20) do ano de 2009. Ao todo, foram 20 dias de observações no campo, durante as horas de luz do dia. As coletas foram realizadas em quatro dias consecutivos com visitas à área de amostragem em intervalos de 24h. Quinze *quadrats* foram amostrados no período da manhã e 15 no período da tarde.

### 3.2 Densidade populacional e Amostragem dos Dados Biométricos

Em cada *quadrat* foram medidos todos os indivíduos encontrados. Os animais foram medidos com paquímetro (precisão de 0,05 mm) quanto à altura e largura da concha. Os indivíduos foram considerados jovens quando apresentando concha com menos de 5 mm de altura e ausência de lábio refletido. A densidade populacional de *Hypselartemon contusulus* e de *Beckianum beckianum* (presa) foram estimadas através da contagem direta em 30 *quadrats* de 1m<sup>2</sup> (Gerlach 1999).

### 3.3 Marcação dos Animais e Deslocamentos

Os experimentos de marcação-recaptura se deram em quatro dias consecutivos. No primeiro dia, os animais foram capturados e o primeiro animal capturado em cada *quadrat* foi marcado com um código individual pintado na concha com corretor ortográfico líquido e caneta nanquim (Figura 4). O tamanho da concha de *H. contusulus*, que alcança até 7,2 mm de altura, permite efetuar tal marcação. Os outros animais de cada *quadrat* (doravante chamados de extras) receberam uma marcação não individual, ou seja, que apenas identificava a campanha de coleta daquele animal. Os códigos (marcação individual) usados em janeiro foram combinações de duas letras maiúsculas do alfabeto e nas outras campanhas foram números em ordem crescente. Os códigos pintados são fáceis de ler durante as recapturas, sendo que em dias de baixa luminosidade o uso de lanterna e lupa de mão foram o suficiente para identificar inequivocamente o código. Os animais marcados com

códigos individuais e alguns animais extras participaram do experimento de marcação-recaptura. Os animais extras participaram do experimento nos casos em que o animal do código individual não foi recapturado. Apenas um animal em cada *quadrat* participou do experimento de marcação-recaptura, com vistas a evitar a pseudo-replicação filogenética (Magnusson; Mourão 2005).



Figura 5 - Conchas de *Hypselartemon contusulus* (Férussac, 1827) marcadas com código numérico feito com corretor líquido ortográfico e tinta nanquim.

Cada animal marcado teve sua posição no *quadrat* assinalada com marcadores (Figura 5). Os marcadores são bandeiras feitas com palito de bambu e lona plástica, unidos com cola branca. No segundo, terceiro e quarto dias, fizemos a tentativa de recaptura procurando os indivíduos marcados em círculos concêntricos a partir do marcador, utilizando um tempo máximo de uma hora. A procura foi feita revirando-se as folhas individualmente com cuidado e vasculhando a superfície do solo. O deslocamento dos caracóis marcados em uma determinada campanha foi acompanhado apenas no decorrer daquela campanha, mas houve casos de encontrar caracóis marcados em campanhas anteriores, sem que se pretendesse fazer isso. Nestes casos, o ponto de recaptura entre campanhas subsequentes foi registrado de maneira oportunística. A cor branca da concha permite fácil visualização em contraste com a serapilheira.

O método usado neste estudo é simples e de baixíssimo custo. Este método e sua eficiência para os objetivos deste estudo foram testados em um Plano Piloto nos meses de maio, agosto e outubro/06, janeiro/07 e janeiro/08 (Viana; Santos 2007a,b).

Quando o animal era encontrado, o mesmo era pintado imediatamente e solto no menor tempo possível. As distâncias de deslocamento, em cm, foram registradas medindo-se as distâncias

entre os marcadores subseqüentes. Considerou-se o deslocamento em linha reta, embora, provavelmente, o animal não se desloque de fato desta forma (Figura 6). As coordenadas dos pontos de captura e recaptura foram registradas, tomando como referência as linhas de limite do *grid*. Neste trabalho não estamos medindo distância percorrida, mas apenas deslocamento. A primeira expressa o comprimento de todo o traçado feito por um móvel. A segunda é a menor distância entre o ponto de partida e o ponto de chegada de um móvel. As distâncias de deslocamento, em cm, foram obtidas registrando-se as distâncias entre os marcadores subseqüentes (Figura 7). Em todas as visitas, os animais foram devolvidos aos pontos de recaptura de cada dia. Calculamos a área utilizada pelos animais usando os três pontos de recaptura sucessivos.

Aparentemente, o método de marcação empregado não altera o comportamento natural de *H. contusulus* e não aumenta sua mortalidade. Procuramos minimizar os distúrbios causados ao microhabitat recolocando todo o folhiço removido no seu lugar original e evitando pisotear a área dos *quadrats* para não enterrar os animais ou compactar o solo. Quanto à manipulação do animal, procuramos usar o menor tempo possível.

A medida das distâncias mínimas entre indivíduos vizinhos foi calculada a partir das coordenadas de localização dos animais.

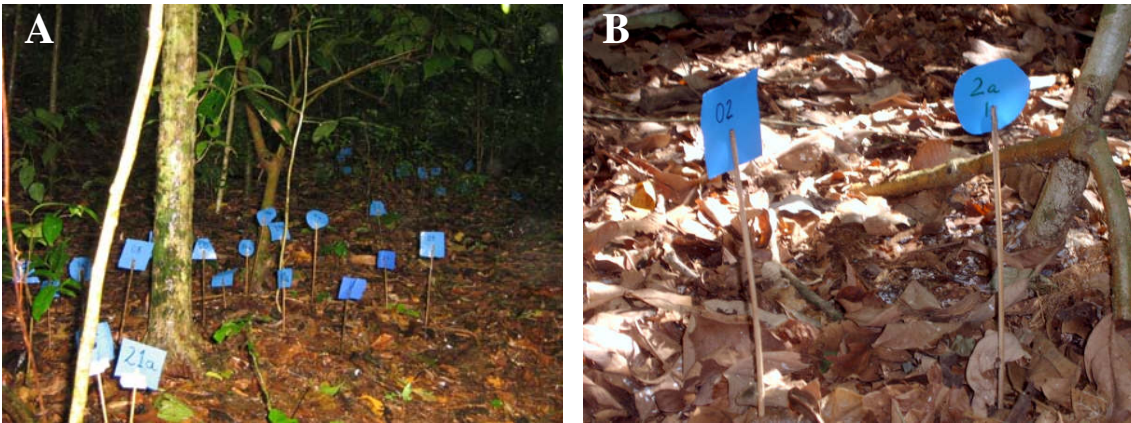


Figura 6 - Área de trabalho mostrando marcadores sinalizando os *quadrats* e os pontos de captura-recaptura de *Hypselartemon contusulus* (Férussac, 1827) na Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, RJ.

Legenda: A. Marcadores de bambu usados no experimento de captura-marcação-recaptura. Os marcadores com formato retangular marcam os limites dos *quadrats* e os redondos indicam os pontos de captura-recaptura. B. Detalhe dos marcadores de bambu do indivíduo 2 da campanha de maio/09.

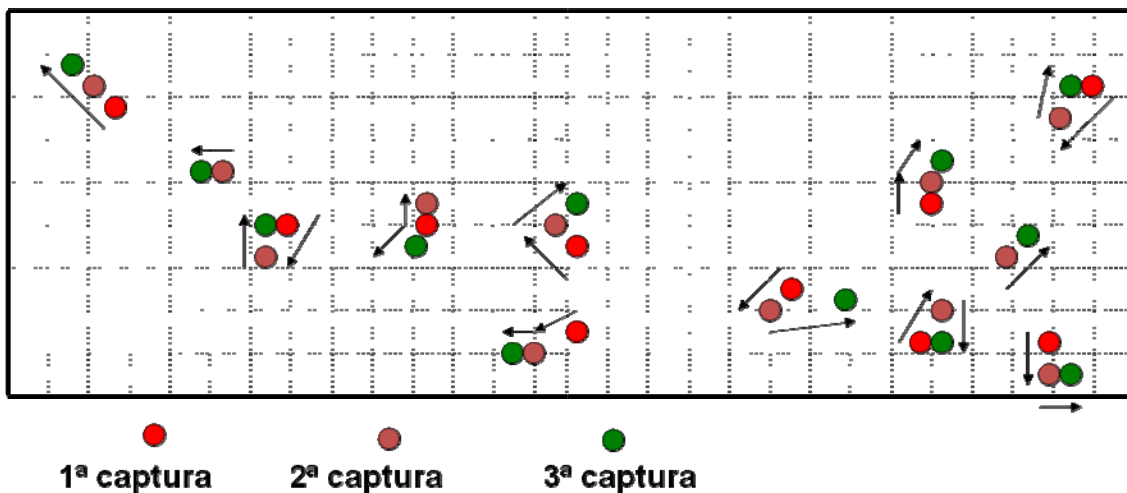


Figura 7 - Desenho esquemático da área de coleta mostrando os pontos sucessivos de captura e recaptura de *Hypselartemon contusulus* (Férussac, 1827) na Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, RJ.

Nota: As setas indicam a direção dos deslocamentos.

### 3.4 Amostragem dos Dados Ambientais

Os dados ambientais foram obtidos a cada dia da campanha, no início dos trabalhos pela manhã e à tarde. Os dados ambientais foram medidos nos 30 quadrats e não somente naqueles que apresentaram *Hypselartemon*. Esses dados foram: luminosidade, temperatura do solo, temperatura ambiente, umidade do ar e profundidade do folhicho. Para medida da temperatura do solo, o termômetro foi enterrado no chão de maneira a medir os 5 cm iniciais do solo. Para medir a luminosidade, o luxímetro foi segurado pelo coletor dos dados à altura da cintura e girado em 360° para melhor amostrar a área do quadrat. Enquanto isso, a função “RECORD” (gravar, registrar) estava acionada, e a medida usada foi a média de luminosidade calculada pelo equipamento durante o tempo em que a função “RECORD” estava ligada. Para medida da temperatura do ambiente e umidade do ar, o higrotermômetro foi zerado quanto aos seus registros (função “RESET”) antes de cada leitura. Depois de “resetado”, o equipamento registrou a temperatura do ambiente e a umidade do ar por, pelo menos, 30 segundos em cada *quadrat*, e informou valores máximos, médios e mínimos destas variáveis ao final deste intervalo de tempo. A profundidade do folhicho foi medida usando-se uma régua graduada em 0,5 cm. A régua, em forma de espeto, era apoiada sobre o solo evitando penetrar a camada de solo abaixo da camada de folhicho. As medidas usadas aqui foram os valores médios de cada *quadrat*.

### 3.5 Uso do microhabitat e comportamento alimentar

O uso do microhabitat foi registrado quanto aos locais de ocorrência de *H. contusulus* na área de estudo, com especial atenção quanto ao uso do folhicho. Foram feitas escavações de aproximadamente 5 cm de profundidade no solo para investigar o hábito de enterrar-se em *H. contusulus*.

As observações de predação foram registradas quanto ao horário do dia, espécie da presa, altura e largura da concha da espécie predada.

### 3.6 Análise Estatística

A taxa de recaptura foi obtida pela relação entre o número de animais recapturados pelo número de animais marcados. A densidade populacional foi medida contando-se os indivíduos encontrados em cada *quadrat* e expressa como o número de indivíduos por m<sup>2</sup> (Rocha *et al.* 2001).

A normalidade dos dados foi testada pelo teste de assimetria da distribuição das frequências das variáveis (teste de *Skewness*), dividindo-se o valor de *Skewness* em módulo pelo valor de Erro Padrão de *Skewness* (se o resultado desta operação for menor que 2, então os dados estão em distribuição normal) e pelo teste da curtose da distribuição, dividindo-se o valor de *Kurtosis* em módulo pelo valor do Erro Padrão de *Kurtosis* (se o resultado for menor que 2, então os dados estão em distribuição normal). O teste de assimetria e de curtose devem ser olhados conjuntamente (Zar 1999).

Para a análise do deslocamento foram obtidas as médias de deslocamento e o deslocamento mínimo e máximo em cada campanha. A análise de variância (ANOVA) foi usada para comparar as médias de deslocamento entre as campanhas (Aubry *et al.* 2006). Nos casos em que as amostras apresentaram diferenças estatisticamente significativas para determinada variável, um pós-teste (Teste de Tukey) foi utilizado para determinar em que pares de médias se encontra a diferença, comparando duas médias de cada vez (Wilkinson; Coward 2002).

Uma análise preliminar dos dados foi feita através de gráficos de dispersão de cada variável contra a variável deslocamento, para ilustrar a relação entre as variáveis independentes (temperatura do solo, temperatura ambiente, umidade do ar, luminosidade, profundidade do folhicho, densidade de *H. contusulus* e *B. beckianum*, altura e largura de *H. contusulus*) e a dependente.

A correlação entre as variáveis foi testada pela matriz de correlação de Spearman. As variáveis altamente correlacionadas (colineares) foram retiradas da análise de Regressão Linear Múltipla (Magnusson; Mourão 2005). A análise de Regressão Linear Múltipla foi usada para testar o efeito das variáveis Profundidade do folhicho, altura da concha, densidade de *H. contusulus* e densidade de *Beckianum beckianum* (Pfeiffer, 1846) sobre a variável dependente (deslocamento) no sistema estudado. Os dados de janeiro não foram utilizados nesta análise porque não medimos a densidade de *B. beckianum* nesta campanha.

Foi feita uma análise de Escalonamento Multidimensional Monotônico (MDS) (50 iterações, convergência de 0,005) para agrupar os indivíduos marcados segundo as similaridades das condições bióticas e abióticas a que estão expostos, para ordenar o conjunto de dados multivariados e para simplificar a interpretação dos dados ilustrando os padrões mais importantes com menor número de variáveis (Gotelli; Ellison 2011). A análise de MDS também foi usada para verificar a similaridade das amostras entre as campanhas.

Todas as análises foram feitas usando-se o pacote estatístico SYSTAT 11.0.



## 4 RESULTADOS

### 4.1 Uso do habitat e outras observações em *Hypselartemon contusulus*

Os animais foram encontrados entre as folhas na serrapilheira, sobre a superfície do folhíço ou sobre o solo abaixo da camada de folhas. Não foram encontrados indivíduos enterrados, o que indica que *H. contusulus* não se enterra no substrato. *Hypselartemon contusulus* não foi visto sobre arbustos, árvores, troncos, pedras ou mesmo subindo pelos marcadores de bambu usados neste estudo. Isto sugere que esta espécie ocupa unicamente a serrapilheira, não utilizando qualquer estrato superior da floresta. Não foram encontrados animais abrigados sob pedra ou madeira morta. Não foram observados locais de atividade em oposição a lugares de repouso/abrigo e, provavelmente, não há comportamento de *homing*. *Hypselartemon contusulus* foi ativo ao longo de todo ano. Vários indivíduos de *H. contusulus* foram vistos em atividade de locomoção durante o dia. Não foram observados comportamentos agonísticos entre os indivíduos de *H. contusulus* em qualquer das campanhas. A distância de um indivíduo para o seu vizinho mais próximo variou de 40 cm a >100 cm em janeiro, de 10 cm a > 100 cm em maio, de 15 cm a 100 cm em agosto, de <1 cm a >100 cm em outubro e, de 30 cm a >100 cm em dezembro.

### 4.2 Comportamento alimentar e dieta de *Hypselartemon contusulus*

Foram observados 17 eventos de predação, sendo 11 pela manhã e seis à tarde. Considerando que todas as observações foram feitas durante o dia, podemos admitir que *H. contusulus* é ativo ao longo de todo o dia. *Beckianum beckianum* (Pfeiffer, 1846) foi a presa em 15 desses eventos (88%), mostrando que esta espécie é a presa preferencial. Foi observado um evento de *H. contusulus* manipulando (segurando com a massa cefalopediosa) a concha de subulinídeo não identificado e de um sistrofiídeo não identificado. Não podemos afirmar que houve predação nesses casos, pois só observamos a manipulação dos espécimes. Os dados de predação estão resumidos na tabela 2.

Tabela 2 - Observações de predação de *Hypselartemon contusulus* (Férussac, 1827) na Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, RJ.

Presa	Número de eventos	Tamanho médio da presa (mm)	
		Altura	Largura
<i>Beckianum beckianum</i> (Pfeiffer, 1846)	15	5,45	2,61
<i>Lamellaxis micra</i> (d'Orbigny, 1835)	1	3,60	1,32
Subulinídeo não identificado	1	3,00	1,00

*Beckianum beckianum*, a presa preferencial de *H. contusulus* na Trilha da Parnaioca, é um molusco exótico, muito comum em áreas urbanizadas e jardins. Não são conhecidas as espécies nativas usadas como presa. A figura 8 mostra a predação de *H. contusulus* em *B. beckianum*.



Figura 8 - Predação de *Hypselartemon contusulus* (Férussac, 1827) em *Beckianum beckianum* (Pfeiffer, 1846).

### 4.3 Densidade populacional e medidas morfométricas de *Hypselartemon contusus*

Foram capturados e medidos, ao todo, 134 indivíduos. Quatorze indivíduos eram jovens e 120, adultos. O número de animais capturados por campanha está representado na figura 9A. O tamanho dos animais capturados está representado nas figuras 10A a 10E.

#### 4.3.1 Campanha Janeiro/09

Foram capturados e medidos 23 animais, com média de altura da concha de  $6,03 \pm 0,96$  mm e largura de  $5,59 \pm 0,48$  mm. Desse total, três eram jovens (13%) e 20 (87%), adultos. A altura da concha dos adultos variou de 6,0 a 7,0 mm. O número de *H. contusus* por *quadrat* variou de zero a dois indivíduos, com média de  $0,7/m^2$  e estimativa de 420 indivíduos na área de estudo.

#### 4.1.2 Campanha Maio/09

Foram capturados e medidos 36 animais, sendo quatro (11%) jovens e 32 (89%) adultos, com média de altura de  $6,10 \pm 1,02$  mm e largura média de  $5,52 \pm 0,52$  mm. O número de *H. contusus* por *quadrat* variou de zero a seis indivíduos, com média de  $1,2/m^2$  e estimativa de 720 indivíduos na área.

#### 4.1.3 Campanha Agosto/09

Foram capturados e medidos 31 animais, sendo quatro (13%) jovens e 27 (87%) adultos, com média de altura de  $6,18 \pm 0,86$  mm e largura média de  $5,56 \pm 0,44$  mm. O número de *H. contusus* por *quadrat* variou de zero a quatro indivíduos, com média de  $1,03/m^2$  e estimativa de 618 indivíduos na área.

#### 4.1.4 Campanha Outubro/09

Foram capturados e medidos 27 animais, sendo dois (7%) jovens e 25 (93%) adultos, com média de altura de  $6,25 \pm 0,76$  mm e média de largura de  $5,55 \pm 0,35$  mm. O número de *H. contusus* por *quadrat* variou de zero a quatro indivíduos, com média de  $0,9/m^2$  e densidade de 540 indivíduos na área.

#### 4.1.5 Campanha Dezembro/09

Foram capturados e medidos 17 animais, sendo um (6%) jovem e 16 (94%) adultos, com média de altura de  $6,22 \pm 0,55$  mm e média de largura de  $5,40 \pm 0,21$  mm. O número de *H.*

*contusulus* por *quadrat* variou de zero a três indivíduos, com média de 0,6/m<sup>2</sup> e densidade de 360 indivíduos na área.

Ocorrem em simpatria com *H. contusulus* os seguintes gastrópodes: Veronicellidae, *Tamayoa decolorata* (Drouët, 1859), *Happia vitrina* (Wagner, 1827), *Guppya sp.*, Streptaxidae, *Cecilioides sp.*, *Lamellaxis (Allopeas) micra.*, Systrophiiidae e *Beckianum beckianum* (Pfeiffer, 1846). Nenhuma das espécies foi tão abundante quanto *H. contusulus*, embora *B. beckianum* também apresente alta densidade na área de estudo (Figura 9B).

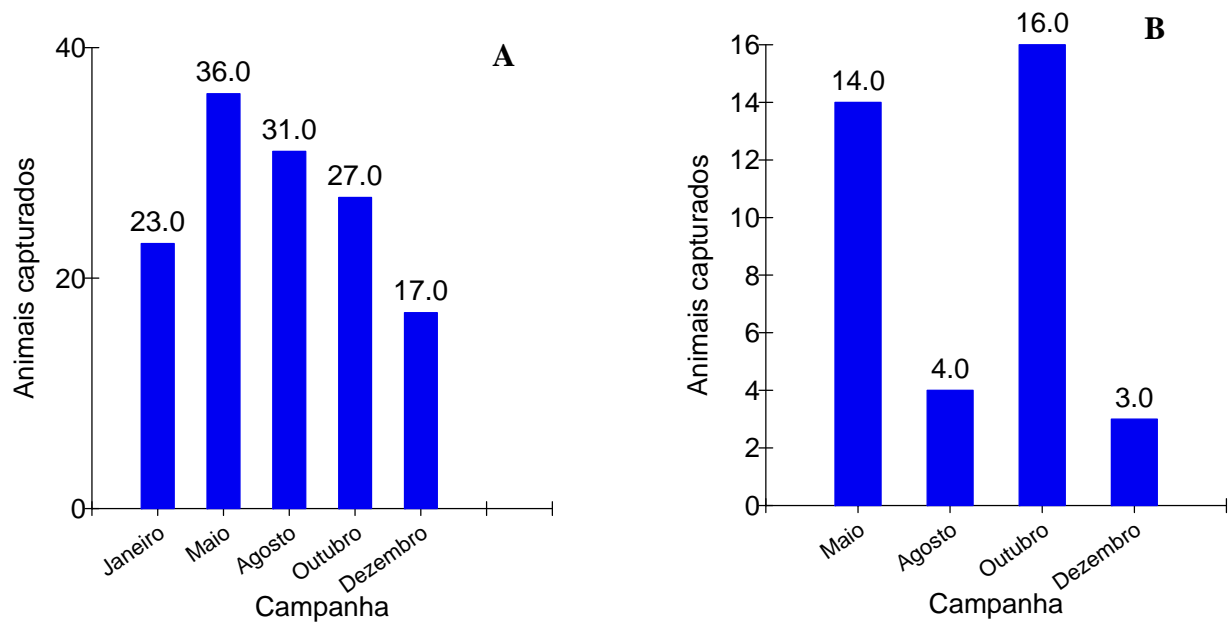


Figura 9 - Número de animais capturados na Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, RJ.

Legenda: A. *Hypselartemon contusulus* (Férussac, 1827). B. *Beckianum beckianum* (Pfeiffer, 1846).

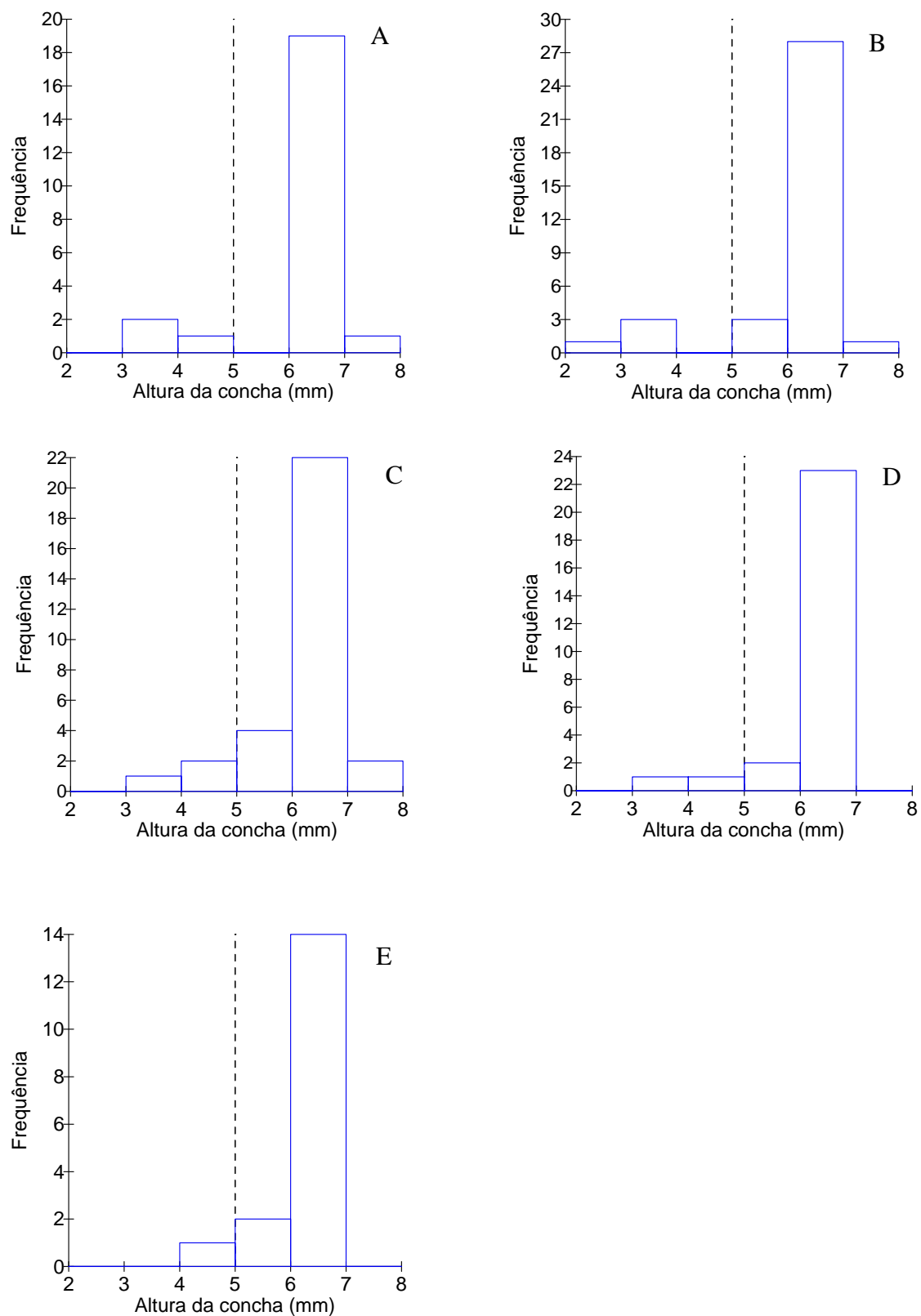


Figura 10 - Tamanho de jovens e adultos de *Hypselartemon contusulus* (Férussac, 1827) nas campanhas na Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, RJ.

Legenda: A: janeiro/09; B: maio/09; C: agosto/09; D: outubro/09; E: dezembro/09.

Nota: A linha vertical pontilhada indica o limite de tamanho entre jovens e adultos (5 mm).

#### 4.4 Deslocamento de *Hypselartemon contusulus*

Ao todo, 95 animais participaram do experimento de marcação-captura-recaptura. Foram registrados 180 eventos de deslocamento em 24 horas com média de  $26,57 \pm 17,07$  cm/24h.

Houve 14 registros de eventos de deslocamento em 48 horas, com média de  $49,7 \pm 41,6$  cm. Nenhum animal foi encontrado no *quadrat* vizinho durante as 72 horas de intervalo entre a marcação e a última recaptura.

A figura 11 mostra as médias de deslocamento em cada campanha, sendo a menor média registrada em janeiro/09 ( $17,3 \pm 11,8$  cm) e a maior registrada em maio/09 ( $32,6 \pm 18,58$  cm).

##### 4.2.1 Campanha Janeiro/09

Foram marcados 18 animais, com os seguintes códigos individuais: AA, AB, AC, AD, AE, AF, AG, AH, AI, AJ, AK, AL, AM, AO, AP, AQ, AR e AS. Os outros cinco animais, não marcados com códigos individuais, receberam uma mancha de cor preta na concha. Participaram do experimento de captura-recaptura 19 indivíduos, sendo 18 marcados individualmente e um marcado com mancha preta.

Foram recapturados 17 indivíduos, resultando em 38 eventos de deslocamento em 24 h, que variaram de 0 a 56 cm. Houve quatro eventos de recaptura sem deslocamento (0 cm - 11%), 18 eventos (47%) com deslocamento de 1 a 10 cm, quatro eventos (11%) com deslocamento de 11 a 20 cm, quatro eventos (11%) com deslocamento de 21 a 30 cm, cinco eventos (13%) com deslocamento de 31 a 40 cm, dois eventos (5%) com deslocamento de 41 a 50 cm, e um evento (3%) com deslocamento de 51 a 60 cm. A média dos deslocamentos em 24 h foi de  $17,3 \pm 11,8$  cm. Foram registrados três eventos de deslocamento em 48 h, a saber: 32 cm, 25 cm e 36 cm. Os indivíduos AE e AH não foram recapturados.

##### 4.1.2 Campanha Maio/09

Foram marcados 19 animais com os seguintes códigos individuais: 1, 2, 4, 5, 9, 10, 14, 15, 17, 18, 19, 20, X (este indivíduo era muito pequeno, por isso recebeu código de apenas um caracter), 22, 26, 27, 28, 29, e 30. Os outros 16 animais, não marcados com códigos individuais, receberam uma mancha de cor azul na concha. Participaram do experimento de captura-recaptura 25 animais, sendo 19 marcados com códigos individuais, cinco marcados com mancha azul, e um indivíduo da campanha de janeiro (código AB).

Foram recapturados 18 animais, resultando em 38 eventos de deslocamento em 24 h, que variaram de 0 a 85 cm. Houve dois eventos de recaptura sem deslocamento (0 cm - 5%), cinco eventos (13%) com deslocamento de 1 a 10 cm, sete eventos (18%) com deslocamento de 11 a 20 cm, sete eventos (18%) com deslocamento de 21 a 30 cm, três eventos (8%) com deslocamento de 31 a 40 cm, cinco eventos (13%) com deslocamento de 41 a 50 cm, seis eventos (15%) com deslocamento de 51 a 60 cm, um evento (3%) com deslocamento de 61 a 70 cm, um evento (3%) com deslocamento de 71 a 80 cm, e um evento (3%) com deslocamento de 81 a 90 cm. A média dos deslocamentos em 24 h foi de  $32,6 \pm 18,58$  cm. Foram registrados cinco eventos de deslocamento em 48 h, a saber, 19 cm, 25 cm, 30 cm, 98, e 145 cm. Sete indivíduos não foram recapturados.

#### 4.1.3 Campanha Agosto/09

Foram marcados 19 animais com os seguintes códigos individuais: 31, 32, 34, 35, 38, 39, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, e 56. Um animal não marcado com código individual recebeu uma mancha vermelha na concha. Participaram do experimento de captura-recaptura 21 animais, sendo um marcado com mancha vermelha e um indivíduo da campanha de maio (código 27).

Destes 21 indivíduos, 18 foram recapturados resultando em 39 eventos de deslocamento em 24 h, que variaram de 3 a 119 cm. Foram registrados nove eventos (23%) com deslocamento de 1 a 10 cm, oito eventos (21%) com deslocamento de 11 a 20 cm, seis eventos (15%) com deslocamento de 21 a 30 cm, dois eventos (5%) com deslocamento de 31 a 40 cm, cinco eventos (13%) com deslocamento de 41 a 50 cm, quatro eventos (10%) com deslocamento de 51 a 60 cm, dois eventos (5%) com deslocamento de 61 a 70 cm, zero eventos com deslocamento de 71 a 80 cm, zero eventos com deslocamento de 81 a 90 cm, um evento (3%) com deslocamento de 91 a 100 cm, zero eventos com deslocamento de 101 a 110 cm, e dois eventos (5%) com deslocamento de 111 a 120 cm. A média dos deslocamentos em 24 h foi de  $31,74 \pm 19,89$  cm. Foram registrados três eventos de deslocamento em 48 h, a saber, 16 cm, 33 cm e 112 cm. Três indivíduos não foram recapturados.

#### 4.1.4 Campanha Outubro/09

Foram marcados 18 animais com os seguintes códigos individuais: 62, 63, 64, 66, 69, 71, 72, 73, 76, 79, 80, 81, 84, 85, 87, 88, 89 e 90. Os outros nove animais, não marcados com códigos individuais, receberam uma mancha verde na concha. Participaram do experimento de captura-marcação-recaptura 19 animais.

Foram recapturados 16 animais resultando em 39 eventos de deslocamento de 24 h, que variaram de 4 a 80 cm. Desse total de eventos, 13 eventos (33%) foram com deslocamento de 1 a 10 cm, oito eventos (21 %) com deslocamento de 11 a 20 cm, três eventos (8%) com deslocamento de 21 a 30 cm, seis eventos (15 %) com deslocamento de 31 cm a 40 cm, seis eventos (15%) com deslocamento de 41 a 50 cm, dois eventos (5%) com deslocamento de 51 a 60 cm, zero eventos com deslocamento de 61 a 70 cm, e um evento (3%) com deslocamento de 71 a 80 cm. A média dos deslocamentos em 24 h foi de  $22,7 \pm 14,85$  cm. Foram registrados dois eventos de deslocamento em 48 h, a saber, 38 cm e 79 cm. Dois indivíduos não foram recapturados.

#### 4.1.5 Campanha Dezembro/09

Foram marcados 10 animais com os seguintes códigos individuais: 93, 94, 96, 97, 100, 101, 103, 105, 111 e 119. Os outros cinco animais, não marcados com códigos individuais, receberam uma mancha amarela na concha. Participaram do experimento de captura-recaptura 11 animais, entre eles dois indivíduos de campanhas anteriores, sendo um de outubro (código 71) e um de agosto (código 49).

Foram recapturados 11 animais resultando em 26 eventos de deslocamento em 24 h, que variaram de 3 a 65 cm. Foram registrados cinco eventos (19%) com deslocamento de 1 a 10 cm, sete eventos (27%) com deslocamento de 11 a 20 cm, quatro eventos (15%) de 21 a 30 cm, dois eventos (8%) de 31 a 40 cm, três eventos (12%) com deslocamento de 41 a 50 cm, três eventos (12%) com deslocamento de 51 a 60 cm, e dois eventos (8%) com deslocamento de 61 a 70 cm. A média dos deslocamentos em 24h foi de  $28,2 \pm 14,33$  cm. Foi registrado um único evento de deslocamento em 48 h, a saber, oito cm.

As taxas de recaptura não foram de 100% em qualquer das campanhas.

A tabela 3 mostra os resultados do experimento de captura-marcação-recaptura para cada animal.



Tabela 3 - Distância de deslocamento (cm) de indivíduos de *Hypselartemon contusulus* (Férussac, 1827) que participaram dos experimentos de captura-marcação-recaptura na Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, RJ. (continua)

Campanha	Indivíduo	1a recaptura	2a recaptura	3a recaptura
1	AA	NE	32*	30
1	AB	47	1	8
1	AC	5	1	38
1	AD	8	16	19
1	AE	NE	NE	NE
1	AE extra	8	NE	NE
1	AF	56	8	NE
1	AG	21	4	8
1	AH	NE	NE	NE
1	AI	35	0	0
1	AJ	NE	25*	49
1	AK	37	3	NE
1	AL	6	0	NE
1	AM	21	NE	36*
1	AO	37	3	6
1	AP	16	11	25
1	AQ	35	10	NE
1	AR	2	2	NE
1	AS	7	0	6
2	1	78	21	7
2	2	2	0	0
2	3	31	67	NE
2	4	58	50	NE
2	5	NE	NE	NE
2	5 extra	14	60	NE
2	9	25	45	16
2	10	25	57	40
2	14	NE	NE	NE
2	14 extra	28	52	16
2	15	85	50	60
2	17	14	26	12

Tabela 3 - Distância de deslocamento (cm) de indivíduos de *Hypselartemon contusulus* (Férussac, 1827) que participaram dos experimentos de captura-marcação-recaptura na Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, RJ. (continua)

2	18	NE	NE	NE
2	19	NE	NE	NE
2	19 extra	17	NE	25*
2	20	5	NE	NE
2	21	6	35	9
2	22	28	22	NE
2	26	45	NE	30*
2	27	13	NE	145*
2	28	NE	NE	NE
2	29	NE	NE	NE
2	29 extra	46	NE	98*
2	30	NE	NE	NE
2	30 extra	59	NE	19*
3	31	7	NE	NE
3	32	NE	NE	NE
3	32 extra	58	48	6
3	34	15	15	9
3	35	4	119	NE
3	38	23	23	NE
3	39	25	3	NE
3	43	45	63	50
3	44	55	16	12
3	45	NE	NE	NE
3	46	30	NE	33*
3	47	30	112	26
3	49	NE	16*	16
3	50	NE	NE	NE
3	50 extra	38	66	NE
3	51	34	92	58
3	52	44	50	20
3	54	NE	112*	52
3	55	6	15	NE
3	56	8	9	14

Tabela 3 - Distância de deslocamento (cm) de indivíduos de *Hypselartemon contusulus* (Férussac, 1827) que participaram dos experimentos de captura-marcação-recaptura na Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, RJ. (conclusão)

3	59	9	NE	NE
4	62	35	50	57
4	63	NE	NE	NE
4	64	36	31	80
4	66	NE	38*	4
4	66 extra	6	NE	NE
4	69	NE	NE	NE
4	71	NE	NE	NE
4	72	15	38	7
4	73	28	10	NE
4	76	48	31	NE
4	79	4	4	11
4	80	19	15	8
4	81	42	36	6
4	84	7	4	NE
4	85	29	15	10
4	87	44	6	7
4	88	21	48	14
4	89	NE	79*	19
4	90	56	20	47
5	93	17	4	NE
5	94	11	65	16
5	96	NE	8*	23
5	97	31	53	12
5	98	46	46	NE
5	100	44	64	NE
5	101	23	6	60
5	103	24	53	NE
5	105	28	11	3
5	114	16	7	4
5	119	12	33	NE

Nota: NE: não encontrado. \*recaptura após intervalo de 48 h. Distâncias estão em cm. Campanha 1: Janeiro/09; Campanha 2: Maio/09; Campanha 3: Agosto/09; Campanha 4: Outubro/09; Campanha 5: Dezembro/09.

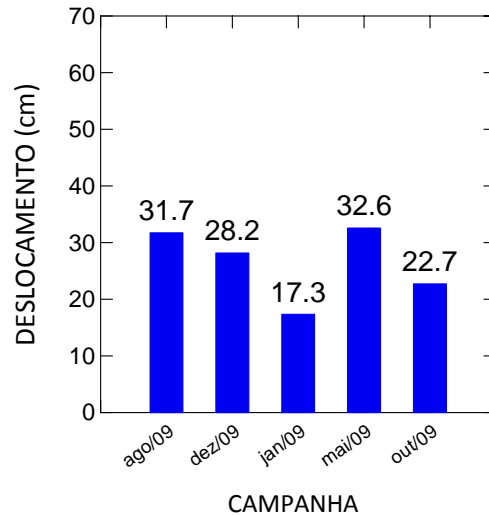


Figura 11 - Gráfico de barras mostrando as médias dos deslocamentos em 24 h (em cm) de *Hypselartemon contusulus* (Férussac, 1827) em cada experimento de captura-recaptura.

#### 4.5 Deslocamento a médio prazo e área utilizada por *Hypselartemon contusulus*

Oito animais marcados foram recapturados em campanhas diferentes daquelas em que foram marcados, em intervalos que variaram de 54 a 132 dias. A tabela 4 resume os resultados das recapturas realizadas em média prazo. O maior deslocamento foi de 10,04 m em 79 dias.

A área utilizada pelos moluscos em intervalos de 72 h variou de 0,004 m<sup>2</sup> a 0,4833 m<sup>2</sup> (de 0,0004 m<sup>2</sup> a 0,0678 m<sup>2</sup> em janeiro/09; de 0,0014 m<sup>2</sup> a 0,2964 m<sup>2</sup> em maio/09; de 0,0021 m<sup>2</sup> a 0,382 m<sup>2</sup> em agosto/09; de 0,0009 m<sup>2</sup> a 0,4833 m<sup>2</sup> em outubro/09; e, de 0,0022 m<sup>2</sup> a 0,1436 m<sup>2</sup> em dezembro/09). A área utilizada por *H. contusulus* em intervalos maiores variou de 0,1467 m<sup>2</sup> a 3,6389 m<sup>2</sup>. A área utilizada por *H. contusulus* é pequena, não ultrapassando a medida de 0,48 m<sup>2</sup> em três dias e de 3,64 m<sup>2</sup> em 79 dias (Figura 12).

Os maiores intervalos de recaptura foram de sete meses (indivíduo AI, marcado em janeiro/09 e recapturado em agosto/09) e nove meses (indivíduo AP, marcado em janeiro/09 e recapturado em outubro/09). A marcação estava perfeitamente legível nos dois casos, o que demonstra a boa durabilidade da marcação. Os animais supracitados foram recapturados mortos.

Tabela 4 - Eventos de recapturas em médio prazo com deslocamentos e áreas utilizadas por *Hypselartemon contusus* (Férussac, 1827) da Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, RJ.

Código do Animal	Intervalo entre capturas	Deslocamento	Área utilizada
AB	112 dias	4,24 m	1,0694 m <sup>2</sup>
26	75 dias	4,1153 m	1,2292 m <sup>2</sup>
27	72 dias	2,884 m	2,2199 m <sup>2</sup>
30	74 dias	4,7427 m	1,7623 m <sup>2</sup>
31	81 dias	5,0417 m	0,1467 m <sup>2</sup>
35	79 dias	10,0371 m	3,6389 m <sup>2</sup>
49	132 dias	4,7313 m	0,7667 m <sup>2</sup>
71	54 dias	1,1734 m	0,1683 m <sup>2</sup>

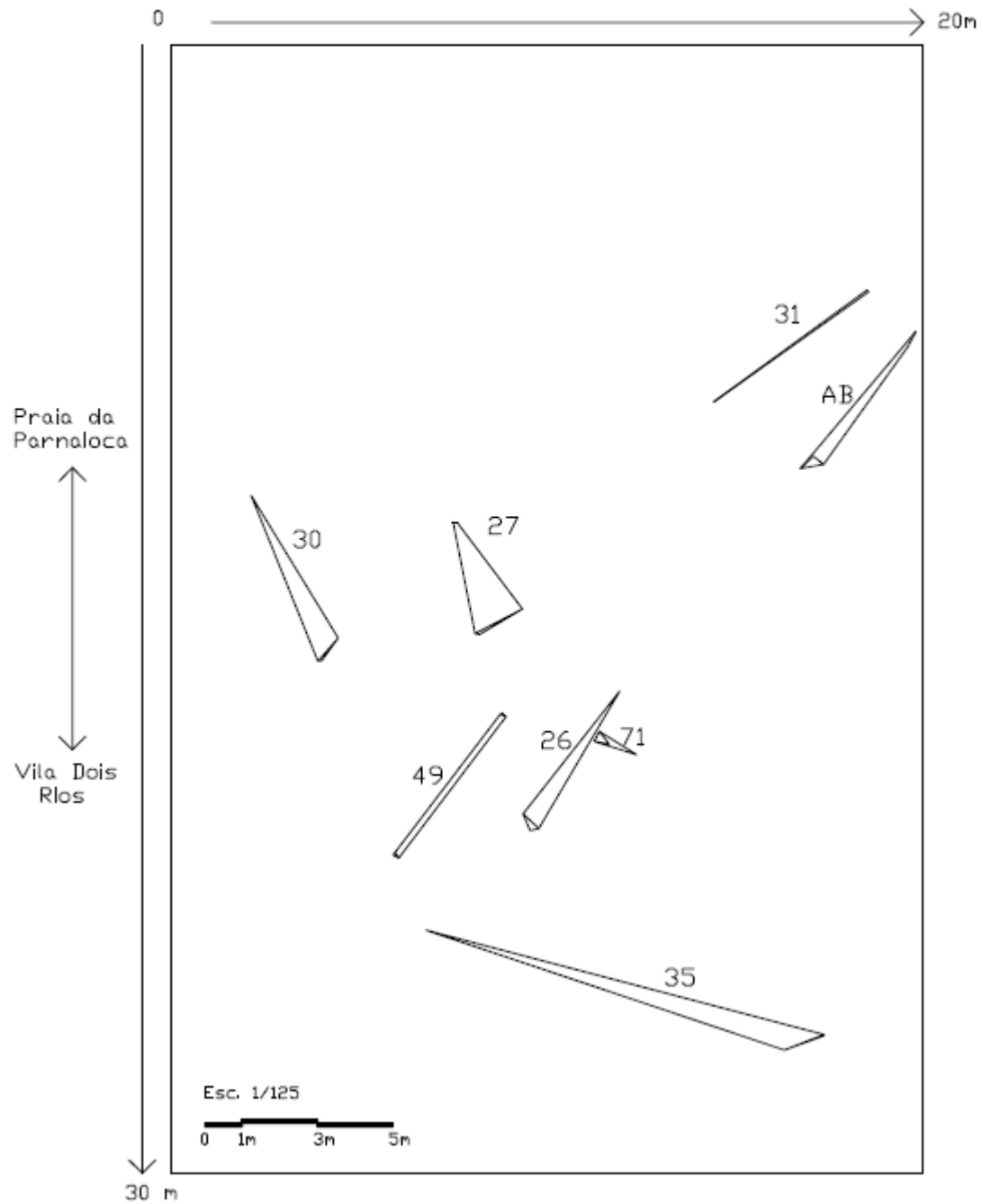


Figura 12 - Desenho esquemático das áreas utilizadas por oito indivíduos marcados de *Hypselartemon contusulus* (Férussac, 1827) em intervalos de médio prazo (54 a 132 dias) na Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, RJ.

Nota: Os números ao lado dos polígonos de área são os códigos dos animais. Conferir medidas das áreas na Tabela 3.

#### 4.6 Efeito de fatores microclimáticos, profundidade do folhicho, tamanho e densidade de coespecíficos e presas sobre deslocamento de *Hypselartemon contusus* – buscando por padrões

A estatística descritiva dos dados está resumida na Tabela 5. Os dados microclimáticos são a média das quatro campanhas. Os valores de S/EPS e K/EPK mostram que as variáveis profundidade do folhicho (PF) e deslocamento (D) apresentam distribuição normal, e as variáveis temperatura do solo (TS), temperatura ambiente (TA) e umidade do ar (UA) são marginalmente normais. A figura 13 mostra o histograma da distribuição de cada variável sobreposto à distribuição normal hipotética. As variáveis ambientais temperatura do solo, temperatura ambiente, umidade do ar e profundidade do folhicho apresentam baixos valores de desvio-padrão (1,19; 0,86; 4,66; e 0,76; respectivamente) e variância (1,41; 0,74; 21,71; e 0,58; respectivamente), o que indica gradientes ambientais extremamente suaves. Luminosidade (L), por outro lado, apresenta grande amplitude de dados (mínimo = 70,25 Lux, máximo = 699,13 Lux) e pode determinar um gradiente mais pronunciado.

Tabela 5 - Estatística descritiva básica com 63 indivíduos de *Hypselartemon contusus* (Férussac, 1827) marcados na Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, RJ.

	TS (°C)	TA (°C)	UA (%)	L (Lux)	PF (cm)	DH	DB	A (mm)	La (mm)	D (cm)
Mínimo	19,13	23,50	63,00	70,25	0,80	1,0	0,0	2,60	3,62	0,70
Média	20,77	25,18	70,31	214,33	2,68	1,5	0,4	6,12	5,49	29,06
Máximo	22,69	27,25	77,13	699,13	4,20	6,0	5,0	7,20	6,08	65,00
Desv Pad	1,19	0,86	4,66	144,10	0,76	0,9	0,9	0,97	0,45	17,49
Variância	1,41	0,74	21,71	20765,83	0,58	0,9	0,7	0,93	0,20	305,83
<i>Skewness</i>	0,09	0,90	-0,60	1,99	0,11	2,47	3,39	-2,15	-1,78	0,32
EPS	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
S/EPS	0,29	2,98	1,98	6,59	0,37	8,17	11,23	7,12	5,90	1,07
<i>Kurtosis</i>	-1,29	0,10	-1,28	3,97	-0,51	7,69	14,46	3,94	4,44	-1,03
EPK	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
K/EPK	2,17	0,18	2,15	6,68	0,87	12,92	24,30	6,63	7,46	1,73

Legenda: TS: temperatura do solo; TA: temperatura ambiente; UA: umidade do ar; L: luminosidade; PF: profundidade do folhicho; DH: densidade de *H. contusus*; DB: densidade de *Beckianum beckianum*; A: altura da concha; La: largura da concha; D: média dos deslocamentos de 24h, considerando que cada indivíduo teve um, dois ou três registros de deslocamento por campanha; Desv Pad: desvio-padrão; S/EPS: *Skewness*/Erro Padrão de *Skewness*; K/EPK: *Kurtosis*/Erro Padrão de *Kurtosis*.

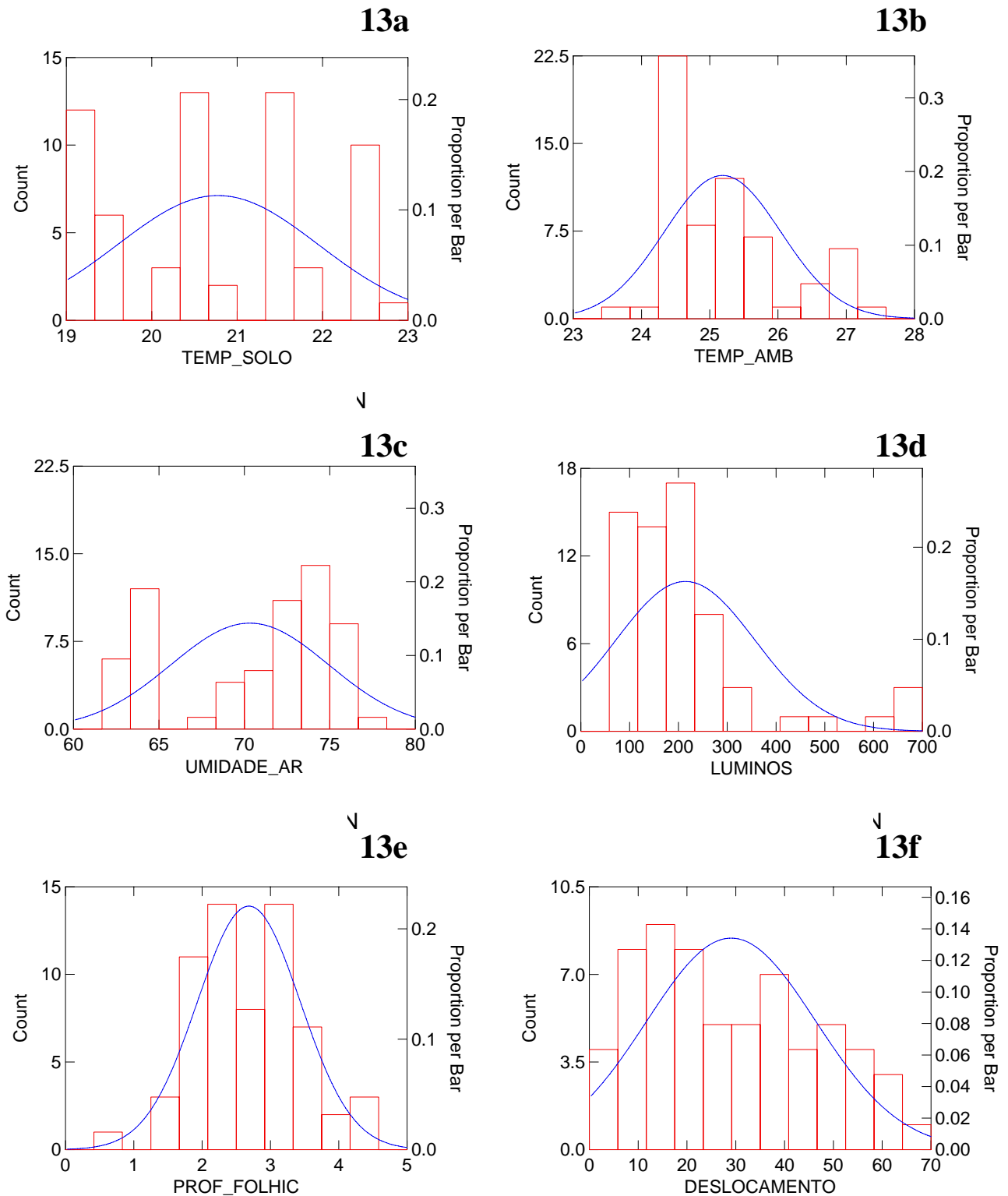


Figura 13 - Gráficos dos histogramas das distribuições das variáveis sobrepostos à distribuição normal hipotética (linha) de *Hypselartemon contusulus* (Férussac, 1827) na Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, RJ.(continua)

Legenda: 13a. Histograma da temperatura do solo, em °C; 13b. Histograma da temperatura ambiente, em °C; 13c. Histograma da umidade do ar, em %; 13d. Histograma da luminosidade, em Lux; 13e. Histograma da profundidade do folhicho, em cm; 13f. Histograma do deslocamento, em cm.



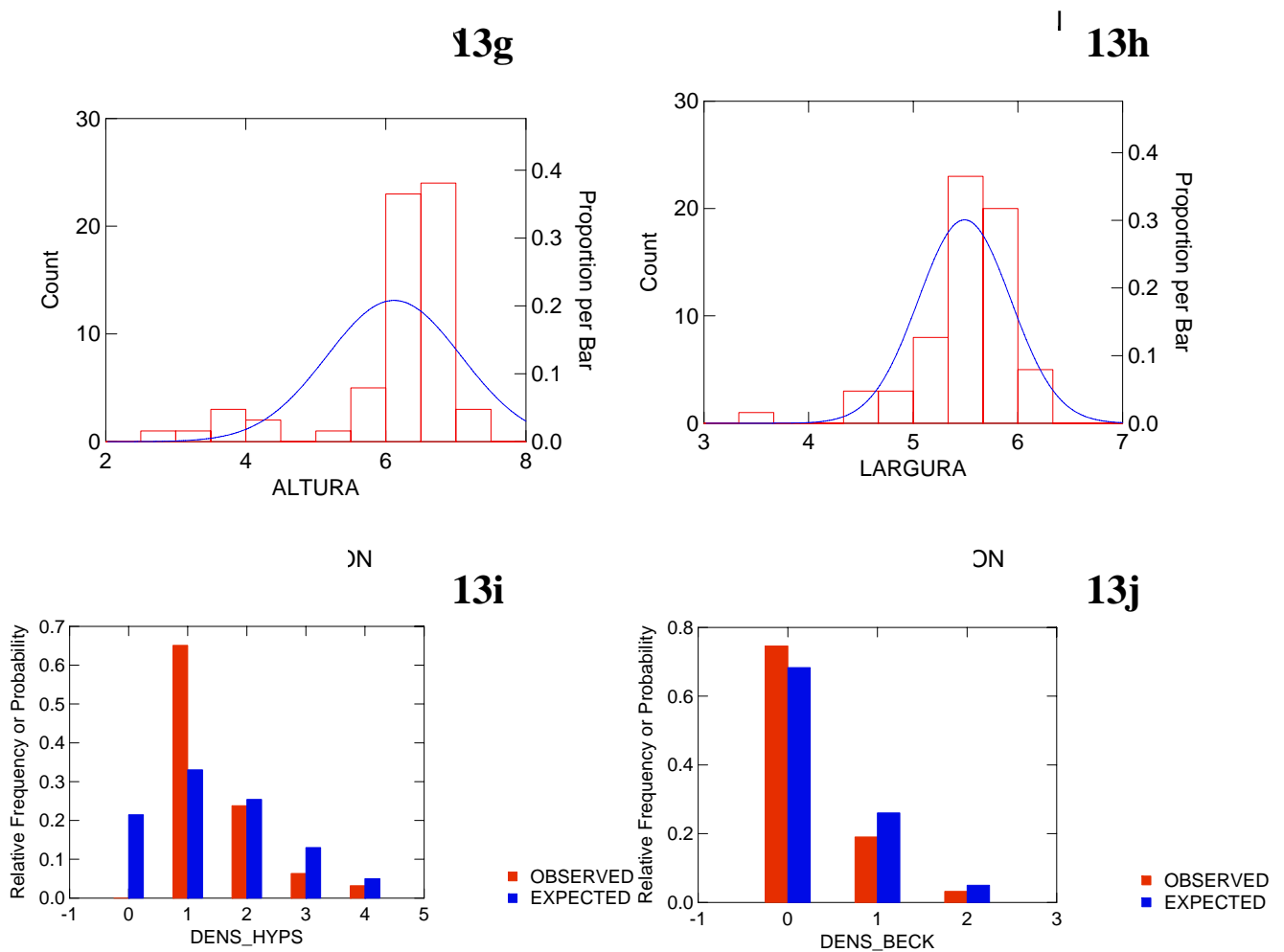


Figura 13 - Gráficos dos histogramas das distribuições das variáveis sobrepostos à distribuição normal hipotética (linha) de *Hypselartemon contusulus* (Férussac, 1827) na Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, RJ. (conclusão)

Legenda: 13g. Histograma da altura da concha, em mm; 13h. Histograma da largura da concha, em mm; 13i. Histograma da densidade de *Hypselartemon contusulus*; 13j. Histograma da densidade de *Beckianum beckianum*.

A figura 14 apresenta o resultado da análise multivariada de Escalonamento Multidimensional (MDS) com as variáveis temperatura do solo, temperatura ambiente, umidade do ar, luminosidade, profundidade do folhíço, altura da concha, largura da concha, densidade de *H. contusulus*, densidade de *B. beckianum* e deslocamento em 24 h. O gráfico mostrou expressiva diferenciação das amostras ao longo da dimensão 1 e ao longo da dimensão 2. A primeira dimensão foi dominada pela luminosidade, visto que a maioria dos indivíduos expostos à luminosidade alta estão no extremo esquerdo do gráfico e a maioria dos indivíduos expostos a baixa luminosidade no

extremo direito. O indivíduo mais à esquerda no gráfico (O90) estava exposto à alta luminosidade (670 Lux), profundidade do folheto relativamente alta (3,4 cm) e apresentou deslocamento relativamente alto (41 cm). Isto indica que a luminosidade criou um gradiente nos dados mas não há um padrão pronunciado.

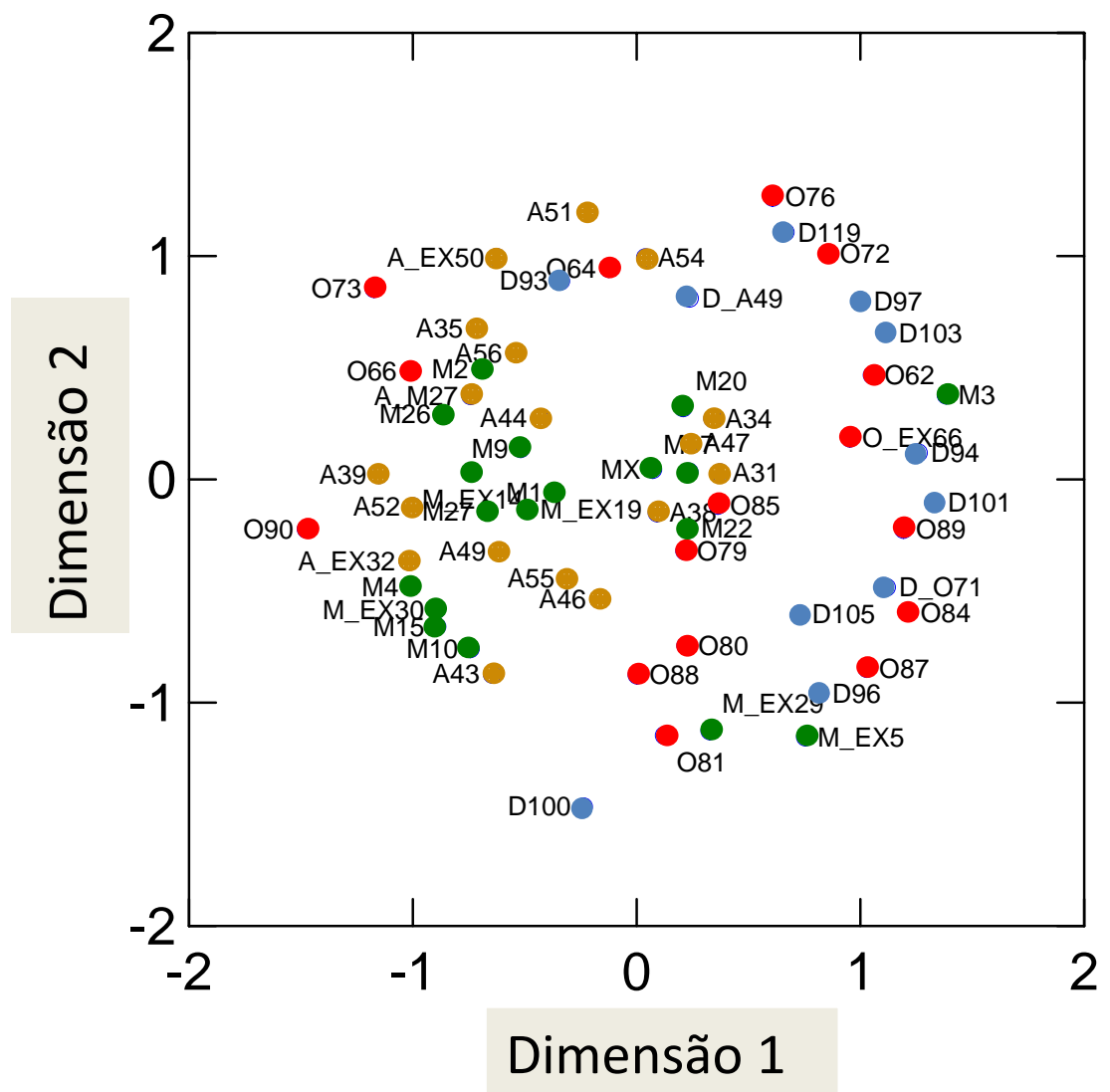


Figura 14 - Resultado do Escalonamento Multidimensional (MDS) com 63 exemplares de *Hypselartemon contusulus* (Férussac, 1827) na Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, RJ.

Legenda: Círculo verde: indivíduo de maio/09; Círculo marrom: ind. de agosto/09; Círculo vermelho: ind. de outubro/09; Círculo azul: ind. de dezembro/09; EX: ind. extra. Exemplo: A51: ind. de agosto/09, código 51.

A análise preliminar dos dados através dos gráficos de dispersão mostrou que as variáveis não têm um efeito forte sobre deslocamento (Figura 15a - 15i). Entretanto, o gráfico de dispersão de deslocamento x densidade de *Beckianum* (Figura 15i) mostra que a relação entre essas variáveis pode seguir um modelo de limiar, em que a relação se torna fortemente positiva ou negativa a partir de um determinado valor (COOK, 2001). Em nosso caso, parece haver uma tendência para uma relação negativa com o aumento da densidade de presas (Figura 16). Quando não há presas, o deslocamento assume valores de 0,7 a 61,5 cm, e quando o número de presas é igual a um, o deslocamento assume valores de 4 a 65 cm. A partir de dois indivíduos da presa, entretanto, parece haver uma tendência para diminuição no deslocamento. Com número de presas igual a dois, os deslocamentos são de 49 cm em maio (+) e 20 cm em outubro ( $\Delta$ ). Com três presas, o deslocamento foi de 13 cm e com cinco, 19 cm.

A dispersão dos dados sugere que há dois grupos de variáveis: (1) aquelas que variam entre as campanhas e (2) aquelas que variam dentro das campanhas. As variáveis cuja variação se encontra entre as campanhas, como temperatura ambiente, temperatura do solo, umidade do ar e luminosidade (Figuras 15a, 15b, 15c e 15d), apresentam praticamente as mesmas medidas dentro de uma mesma campanha. Estas variáveis, potencialmente, afetarão o deslocamento causando diferenças entre campanhas. Por sua vez, as variáveis cuja variação se encontra dentro das campanhas, como profundidade do folheto, largura da concha, altura da concha, densidade de *H. contusulus* e densidade de *B. beckianum* (Figuras 15e, 15f, 15g, 15h e 15i), apresentam medidas bem diferentes em uma mesma campanha e, potencialmente, afetarão o deslocamento causando diferenças individuais em *H. contusulus*. Assim, os dois grupos de variáveis foram analisados separadamente.

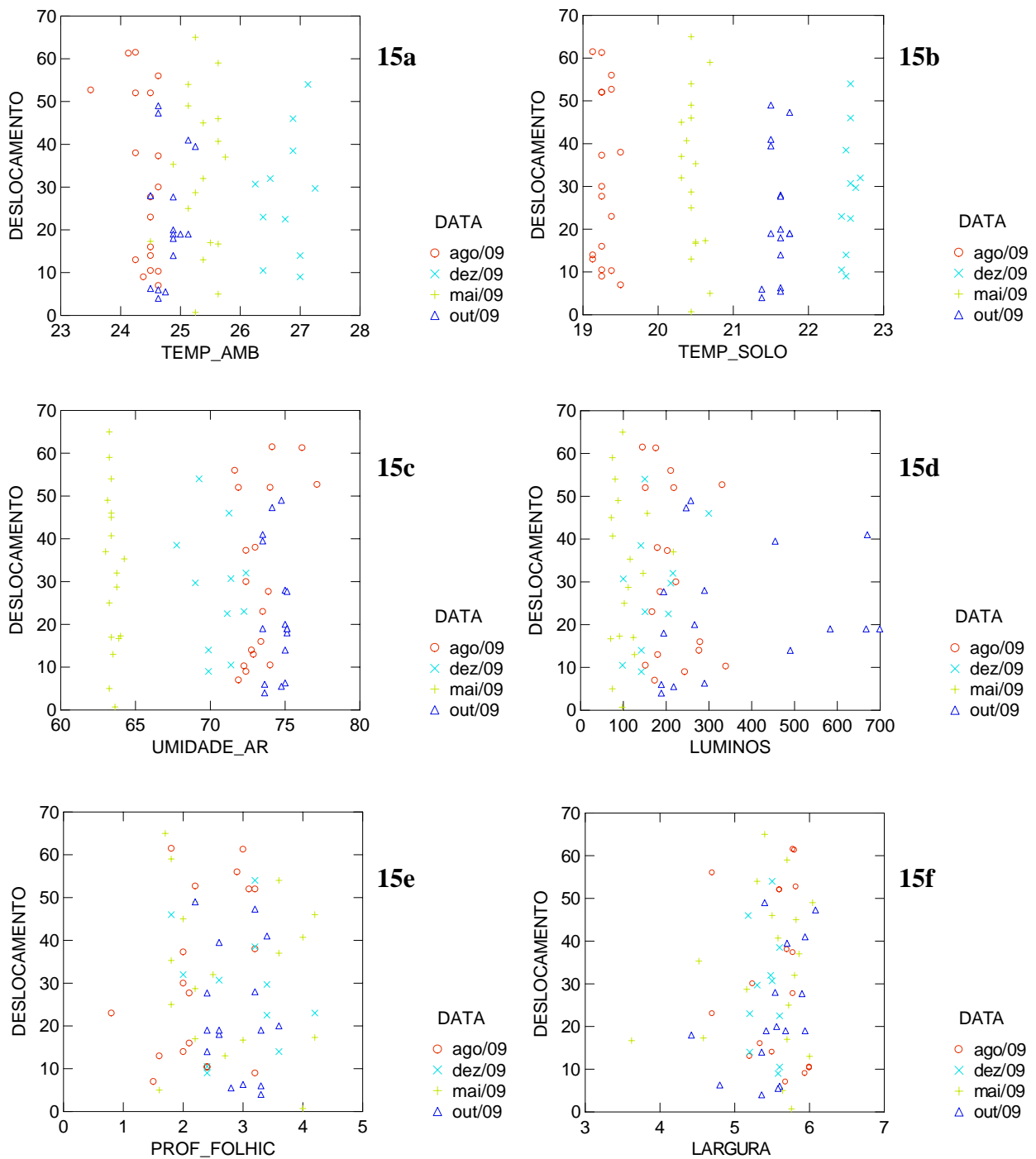


Figura 15 - Gráficos de dispersão de *Hypselartemon contusulus* (Férussac, 1827) na Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, RJ, mostrando comportamento das variáveis nas campanhas. (continua)

Legenda: 15a. Deslocamento x temperatura ambiente; 15b. Deslocamento x temperatura do solo; 15c. Deslocamento x umidade do ar; 15d. Deslocamento x luminosidade; 15e. Deslocamento x profundidade do folhicho; 15f. Deslocamento x altura da concha.

Nota: mai: maio. ago: agosto. out: outubro. dez: dezembro.

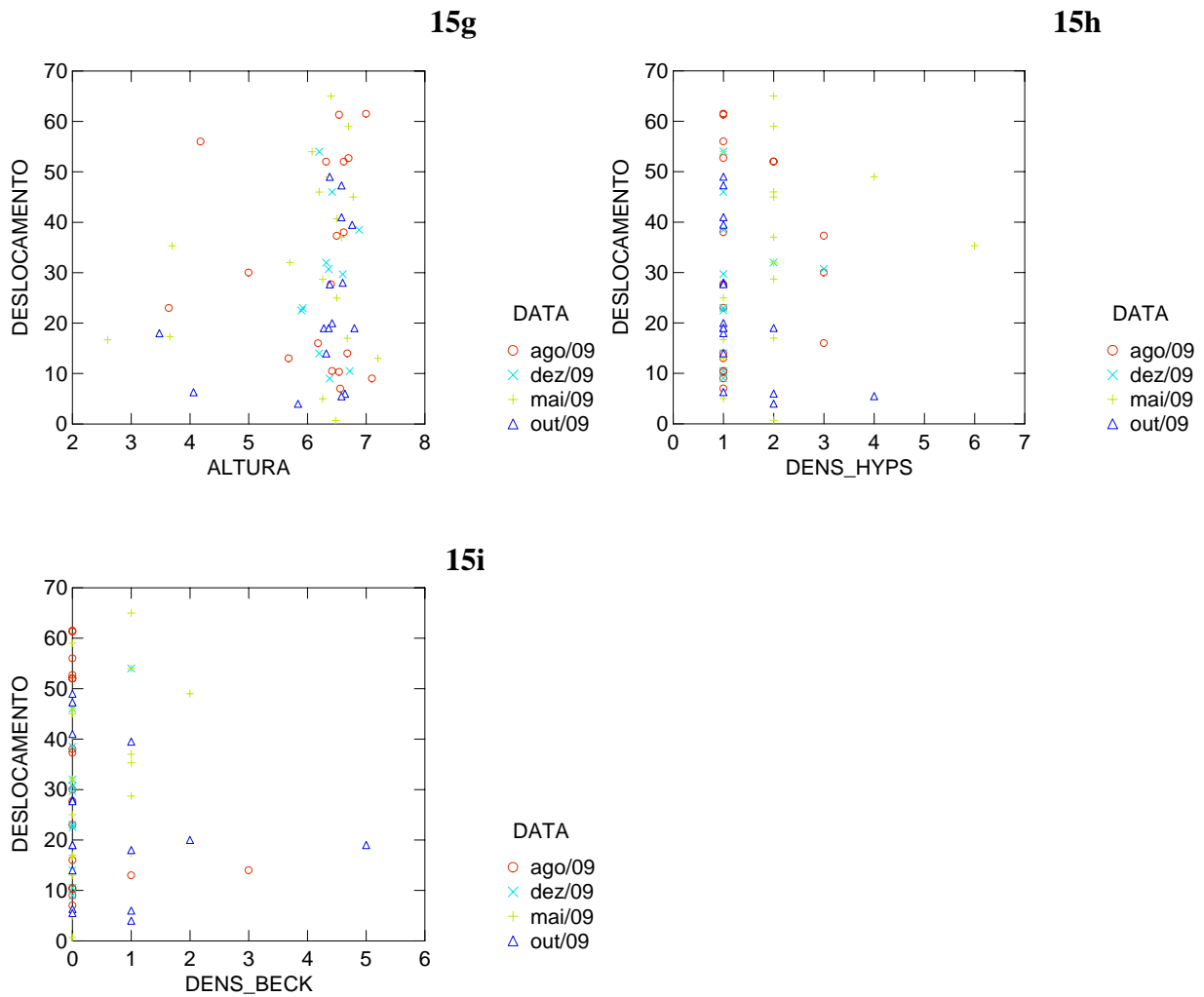


Figura 15 - Gráficos de dispersão de *Hypselartemon contusulus* (Férussac, 1827) na Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, RJ, mostrando comportamento das variáveis nas campanhas. (conclusão)

Legenda: 15g. Deslocamento x largura da concha; 15h. Deslocamento x densidade de *H. contusulus*; 15i. Deslocamento x densidade de *B. beckianum*.

Nota: mai: maio. ago: agosto. out: outubro. dez: dezembro

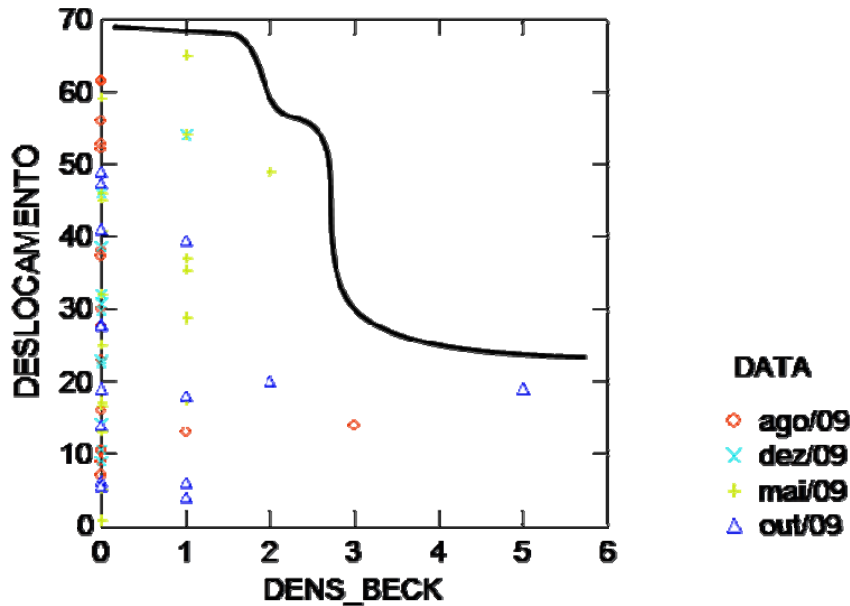


Figura 16 - Gráfico de dispersão com deslocamento (cm) de *Hypselartemon contusulus* (Férussac, 1827) versus densidade de *Beckianum beckianum* (Pfeiffer, 1846) na Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, RJ.

Nota: A linha preta mostra a tendência de diminuição do deslocamento a partir de duas presas, seguindo um modelo de limiar.

A tabela 6 mostra a Matriz de Correlação de Spearman com as dez variáveis medidas. A matriz mostrou a existência de pares de variáveis altamente correlacionadas. Temperatura ambiente e temperatura do solo são positivamente correlacionadas ( $r = 0,672$ ), assim como largura da concha e altura da concha ( $r = 0,681$ ). Por causa da alta correlação entre esses pares, temperatura do solo e largura da concha não serão utilizadas na análise de Regressão Múltipla. A matriz mostrou que densidade de *H. contusulus* e densidade de *B. beckianum* não estão correlacionadas ( $r = 0,098$ ). A correlação entre profundidade do folhicho e densidade de *H. contusulus* e entre profundidade do folhicho e densidade de *B. beckianum* é muito baixa ( $r = -0,159$  e  $0,098$ , respectivamente), indicando que estes animais não são afetados por pequenas variações na quantidade de serrapilheira.

#### 4.6.1 Variações do deslocamento entre campanhas

O deslocamento em 24 h de *H. contusulus* foi diferente entre as campanhas (ANOVA, gl : 4; F : 2,645; p : 0,040; Figura 12). As tabelas 7 e 8 resumem os resultados da ANOVA e do pós-teste de Tukey, respectivamente.

Tabela 6 - Matriz de correlação de Spearman de 63 exemplares de *Hypselartemon contusus* (Férussac, 1827) na Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, RJ

	T_Solo	T_Amb	Umid	Lumin	P_Fol	D_Hyp	D_Bec	Alt	Larg	Desloc
T_Solo	1,000									
T_Amb	0,672	1,000								
Umid	0,021	-0,598	1,000							
Lumin	0,078	-0,354	0,699	1,000						
P_Fol	0,306	0,173	0,018	0,071	1,000					
D_Hyp	0,142	0,061	-0,260	-0,173	-0,159	1,000				
D_Bec	0,003	-0,042	-0,062	-0,022	0,098	0,098	1,000			
Alt	-0,076	-0,053	0,045	0,126	-0,000	-0,094	-0,114	1,000		
Larg	-0,225	-0,122	0,042	0,070	-0,004	0,006	-0,174	0,681	1,000	
Desloc	-0,117	0,019	-0,118	-0,073	-0,036	0,098	0,008	0,102	0,078	1,000

Legenda: T\_Solo: temperatura do solo; T\_Amb: temperatura ambiente; Lumin: luminosidade; P\_Fol: profundidade do folh o; D\_Hyp: densidade de *Hypselartemon contusus*; D\_Bec: densidade de *Beckianum beckianum*; Desloc: deslocamento em 24 h.

Tabela 7 - Resultados da ANOVA com dados de deslocamento em 24 h de 80 exemplares de *Hypselartemon contusulus* (Férussac, 1827) de cinco campanhas de amostragem na Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, RJ.

Fonte	Soma dos Quadrados	gl	F	p
Dados	2845,618	4	2,645	0,040
Erro	20172,346	75		

Legenda: gl= graus de liberdade.

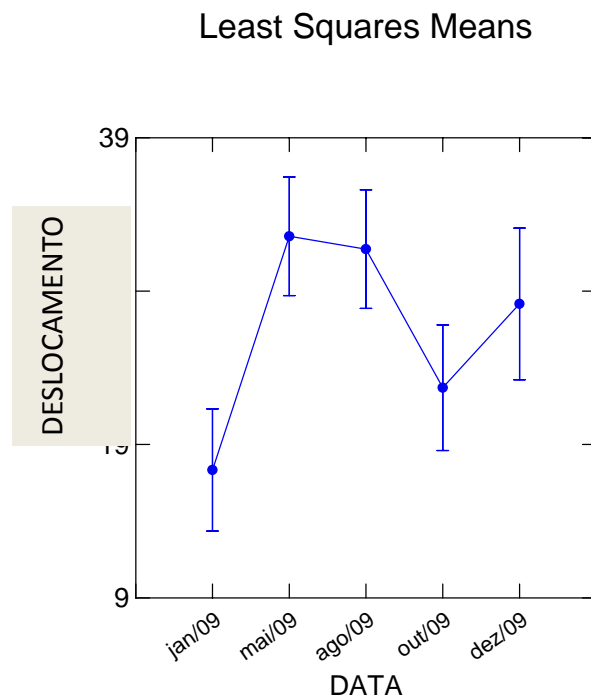


Figura 17 - Resultado da ANOVA com dados de deslocamento em 24 h de 80 exemplares de *Hypselartemon contusulus* (Férussac, 1827) dos cinco experimentos de captura-recptura da Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, RJ.

A tabela 8 mostra o resultado do pós-teste de Tukey, que indicou que a diferença entre os experimentos reside nos meses de janeiro/09 e agosto/09 ( $p = 0,081$ ) e nos meses de agosto/09 e outubro/09 ( $p = 0,056$ ).



Tabela 8 - Matriz de comparação de probabilidades do teste de Tukey com dados de deslocamento em 24 h de 80 exemplares de *Hypselartemon contusulus* (Férussac, 1827) na Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, RJ.

	Janeiro/09	Maiio/09	Agosto/09	Outubro/09	Dezembro/09
Janeiro/09	1,000				
Maiio/09	0,979	1,000			
Agosto/09	**0,081	0,436	1,000		
Outubro/09	1,000	0,955	*0,056	1,000	
Dezembro/09	0,500	0,914	0,881	0,409	1,000

Nota: \*diferença estatisticamente significativa; \*\*diferença marginalmente significativa.

A figura 18 mostra o resultado do MDS com as variáveis temperatura do solo, temperatura ambiente, umidade do ar e luminosidade. O gráfico mostrou uma diferenciação das amostras ao longo da dimensão 1, e pouca diferenciação ao longo da dimensão 2. Os indivíduos à esquerda do gráfico (O73, O87, O89 e O90) estavam expostos a altas luminosidades (em torno de 650 Lux). Estes indivíduos são da campanha de outubro (círculo vermelho na figura 18). Os indivíduos mais à direita do gráfico (MX, M4 e M26) estavam expostos a baixas luminosidades (em torno de 70 Lux) e são todos da campanha de maio (círculo azul na figura 18). Os outros exemplares estão muito próximos entre si e pertencem a todas as campanhas (círculo verde). A primeira dimensão, portanto, representa a luminosidade. A segunda dimensão representa as outras variáveis (temperatura do solo, temperatura ambiente e umidade do ar), que não determinam um gradiente identificável aos dados. Não houve agrupamento das amostras segundo suas campanhas, de maneira que as amostras dos cinco experimentos estão misturadas no plano. Isso indica que a diferença entre as campanhas, percebida pela ANOVA, não pode ser explicada satisfatoriamente pelas variáveis microclimáticas estudadas.



#### 4.6.2 Variações individuais no deslocamento (dentro das campanhas)

A análise de Regressão Múltipla pelo Método Linear Geral (GLM – General Linear Model) usando as variáveis profundidade do folhicho, altura da concha, densidade de *H. contusulus* (coespecíficos) e densidade de *B. beckianum* (presas) não teve resultado significativo ( $R^2 = 0,029$ ). Isto indica que o modelo que tenta explicar a variação no deslocamento de *H. contusulus* pelas variáveis supracitadas não é satisfatório, explicando menos de 3 % da variação nos dados. Essas variáveis não são, portanto, boas preditoras do deslocamento de *H. contusulus*. Os resultados da Regressão Múltipla estão resumidos na Tabela 9. A análise de variância, realizada em paralelo com a Regressão Múltipla gerou um valor de  $F = 0,432$  e valor de  $p = 0,785$ . Isto confirma que o modelo de regressão não é satisfatório.

Tabela 9 - Resultado da Regressão Múltipla de 63 exemplares de *Hypselartemon contusulus* (Férussac, 1827) na Trilha da Parnaioca, Ilha Grande, RJ.

Efeito	Coefficiente	t	p
Constante	15,262	0,917	0,363
Profundidade do folhicho	-0,642	-0,213	0,832
Densidade de <i>H. contusulus</i>	3,645	0,762	0,449
Densidade de <i>B. beckianum</i>	1,229	0,232	0,817
Altura da concha	2,279	0,954	0,334

O menor animal (2,60 mm de altura e 3,62 mm de largura) teve três eventos de deslocamento de 24 h: 6 cm, 35 cm e 9 cm. O maior animal (7,2 mm de altura e 6,00 mm de largura) teve apenas um evento de deslocamento em 24 h: 13 cm. Os deslocamentos de animais maiores ou menores não podem ser diferenciáveis.

Densidade de co-específicos não afetou deslocamento ( $p = 0,449$ ), ao contrário do que era esperado. Esperava-se uma relação negativa entre deslocamento e densidade, pois maior densidade representa maior disponibilidade de pares para cópula, considerando que *H. contusulus* não apresentou comportamento agonístico durante nossas observações.

Deslocamento de *H. contusulus* é um comportamento naturalmente plástico em escala individual e é fracamente afetado por pequenas variações nas condições ambientais e por pequenas variações na quantidade de presas e de co-específicos.

## 5 DISCUSSÃO

### 5.1 Uso do habitat e outras observações em *Hypselartemon contusulus*

*Hypselartemon contusulus* não foi visto sobre arbustos, árvores, troncos, pedras ou mesmo subindo pelos marcadores de bambu usados neste estudo. Isto sugere que esta espécie ocupa unicamente a serrapilheira e a interface entre esta e o solo, não utilizando qualquer estrato superior da floresta. Não há estudos sobre o comportamento da espécie ou do gênero. Estas observações corroboram com o que foi visto durante 20 dias de observação de campo em maio, agosto e outubro de 2006, janeiro de 2007 e janeiro de 2008 (dados ainda não publicados).

As observações indicam que *H. contusulus* não se enterra no substrato, o que está, provavelmente, relacionado com o fato de sua massa cefalopediosa ser delgada e ter pequeno volume em relação à sua concha esférico-piramidal. Assim, seu pé muscular não consegue fazer penetrar no solo sua concha. Não há informações na literatura sobre o comportamento de enterrar-se na família Streptaxidae. Na família Acavidae, em Madagascar, Emberton (1994) mostrou que as espécies que se enterram têm conchas maiores e mais espessas, pés mais largos e “focinhos” mais longos que aquelas que não se enterram. *Mastus cretensis* (Pfeiffer, 1846) e *Mastus olivaceus* (Pfeiffer, 1846), com 15 a 20 mm de altura da concha, enterram-se a uma profundidade de 5 a 10 cm (Parmakelis; Mylonas 2002).

Os resultados de distâncias dos indivíduos para seus vizinhos indicam que esta espécie não mantém uma distância mínima de seus co-específicos. Isto aponta para uma não manutenção de territórios definidos, com sobreposição das áreas de vidas destes indivíduos. Isto ocorre porque, provavelmente, a oferta de alimento não é um fator limitante para a manutenção da população de predadores. Não foram observados comportamentos agonísticos entre os indivíduos de *H. contusulus* em qualquer das campanhas, o que também é interessante para espécies carnívoras.

Não foram observados locais de atividade em oposição a lugares de repouso/abrigo. como ocorre com espécies de ambientes heterogêneos (Burla; Gosteli 1993). Isto se deu, provavelmente, porque a área estudada é homogênea quanto à oferta de microhabitats, pois é inteiramente recoberta por serrapilheira, exceto por poucas pedras e poucos troncos caídos, que somados representam menos de 1% da área, e pequenos trechos em que se desenvolve uma vegetação herbácea. A serrapilheira como um todo e sua própria concha representam o local de abrigo destes organismos. Assim, provavelmente, não há comportamento de *homing*.

*Hypselartemon contusulus* foi ativo ao longo de todo ano, diferentemente das espécies de áreas temperadas e boreais que hibernam e/ou estivam durante parte do ano (Iglesias *et al.* 1996).

Vários indivíduos de *H. contusulus* foram vistos deslocando-se durante o dia, o que difere das espécies de áreas temperadas e boreais, cuja atividade locomotora geralmente ocorre durante a noite quando a temperatura cai e a umidade aumenta. Nestas regiões, a atividade locomotora durante o dia é restrita a períodos de chuva (Biannic *et al.* 1995). Não há informações sobre comportamento espacial ou qualquer aspecto comportamental de *H. contusulus* na literatura.

## 5.2 Comportamento alimentar e dieta de *Hypselartemon contusulus*

*Hypselartemon contusulus* predou *Beckianum beckianum* em 88% das observações. *B. beckianum*, é um molusco exótico, muito comum em áreas urbanizadas e jardins. Não são conhecidas as espécies nativas usadas como presa. *Beckianum beckianum* não esboçou reações de defesa quando atacado por *H. contusulus* em observações feitas em laboratório em 21/08/06, 26/09/06, 27/09/06, 02/10/06 e 03/10/06, enquanto outras espécies de subulinídeos, como *Subulina octona* (Bruguière, 1798) e *Leptinaria unilamellata* (d'Orbigny, 1835) apresentaram comportamentos defensivos, como movimentos bruscos da massa cefalopédica e liberação de grande quantidade de muco, respectivamente (dados ainda não publicados). Este comportamento facilita o estabelecimento desta espécie como presa preferencial na Trilha da Parnaioca. O pequeno tamanho de *H. contusulus* também restringe o número e o tamanho das espécies usadas como presa. Somado a isto está o fato de estreptaxídeos serem mais seletivos em sua dieta, comparando com outros gastrópodes predadores, como oleacínídeos, por exemplo (Gerlach 1999).

Se moluscos são a única presa de *H. contusulus* e *B. beckianum* é sua presa preferencial, então parte expressiva do comportamento espacial de *H. contusulus* está baseada na relação com este último. Assim, a distribuição espacial e deslocamento de *H. contusulus* são determinados, preponderantemente, pela distribuição espacial e deslocamento de *B. beckianum*.

## 5.3 Densidade populacional e medidas morfométricas de *Hypselartemon contusulus*

A densidade populacional variou de 0,57 a 1,2 indivíduos/m<sup>2</sup> entre as campanhas. Em maio/09 foi observada a densidade máxima (estimativa de 720 indivíduos em 600 m<sup>2</sup>) e em dezembro/09, a mínima (estimativa de 342 indivíduos em 600 m<sup>2</sup>). Assim, a densidade é possivelmente maior em meses mais frios e menor em meses mais quentes. Isto pode indicar um padrão de flutuação sazonal da população que precisa ser melhor investigado.

Os jovens são uma porcentagem muito baixa nas amostragens (em torno de 10%), o que poderia indicar uma baixa taxa de recrutamento da espécie.

#### 5.4 Eficiência do método de marcação-recaptura

A marcação com corretor ortográfico líquido e caneta nanquim pode ser usada com confiança por pelo menos nove meses, conservando boa legibilidade e é adequada para conduzir estudos de comportamento espacial em curtos ou médios intervalos de tempo com gastrópodes terrestres com concha.

O uso de corretor ortográfico e tinta nanquim para pintar conchas de caracóis é um método barato, fácil e eficaz para marcar individualmente *H. contusulus*. A marcação é simples e não necessita que animais sejam levados ao laboratório ou anestesiados. Em dias muito úmidos, entretanto, o tempo de secagem do corretor ortográfico líquido pode ser maior, mas não ultrapassou os 20 minutos. Segundo Henry e Jarne (2007) a perda da marcação e o impacto nas características da história de vida são duas características fundamentais para a avaliação de uma técnica de marcação. A marcação com corretor ortográfico e tinta nanquim, aparentemente, não apresenta qualquer impacto nas características da história de vida dos indivíduos marcados. O grande número de códigos diferentes possíveis e o baixo custo são algumas vantagens em relação a outros métodos correntes em ecologia de moluscos. O preço dos produtos usados na marcação foi muito baixo (corretor ortográfico líquido - R\$ 2,00; caneta nanquim – R\$ 5,00), mesmo que cada um dos coletores tenha recebido um kit com os dois itens.

Outras espécies também podem ser marcadas, com a única ressalva de que o perióstraco da espécie seja resistente e não seja do tipo que “descasca” ao longo da vida do animal. O método também não seria tão eficaz para conchas de espira alta e delgada, como a maioria dos subulinídeos. Pode ser usado para conchas a partir de quatro mm de altura ou largura. Sugerimos, portanto, o uso deste método de marcação para estudos de médio prazo (até nove meses) com gastrópodes terrestres ameaçados de extinção no Brasil, como algumas espécies das famílias Bulimulidae, Megalobulimidae, Streptaxidae e Strophocheilidae visando à estudos sobre deslocamento e área de vida, subsidiando estratégias de conservação e manejo destas espécies.

Algumas hipóteses podem ser sugeridas para explicar os insucessos na recaptura: (1) falha humana, ou seja, os coletores não perceberam o animal, (2) predação, pois vários vertebrados e invertebrados são potenciais predadores de gastrópodes terrestres (Bauman 1996, Quensen III e Woodruff 1997), (3) alguns animais podem ter se deslocado para fora dos limites da área de estudo, e

(4) a atividade de enterrar-se, que não é conhecida em *H. contusulus* ou em outras espécies da família Streptaxidae, mas não pode ser descartada.

### 5.5 Deslocamento de *Hypselartemon contusulus*

*Hypselartemon contusulus* deslocou-se, em média,  $26,57 \pm 17,07$  cm/24h. *Xeropicta derbentina* (Krynicky, 1836) e *Xeropicta krynickii* (Krynicky, 1833) deslocaram-se um máximo de 300 cm por dia (Popov; Kramarenko, 2004) e *Achatina fulica* (Férussac, 1821) deslocou-se 1,5 m em média (Tomiya; Nakane 1993). Estas espécies, entretanto, são maiores que *H. contusulus*.

O caminho ou trilha percorrida por *H. contusulus* ao longo das 24 horas não foi registrado. Considerando que o folhiço é um microhabitat complexo, com várias camadas de folhas sobrepostas, é provável que o animal se desloque mais do que a distância registrada entre os pontos de captura e recaptura, fazendo um percurso sinuoso de um ponto ao outro. Assim, a capacidade locomotora de *H. contusulus* pode ser bem maior do que as medidas observadas no deslocamento, o que pode ser comprovado, futuramente, em experimentos de laboratório.

As distâncias percorridas por *H. contusulus* parecem ser pequenas, mas são, provavelmente, maiores que aquelas de gastrópodes terrestres herbívoros generalistas e micrófagos de tamanho similar. Segundo Cook (2001), é provável que carnívoros desloquem-se mais do que herbívoros para encontrar recursos alimentares, considerando que herbívoros generalistas e micrófagos alimentam-se em “manchas” de recursos (tendo menor necessidade de locomoção), e carnívoros alimentam-se de indivíduos móveis.

Estreptaxídeos estudados por Gerlach (1999) não apresentam comportamento de “trail following”. Assim, o modo primário de predação em estreptaxídeos parece ser, essencialmente, o de procura aleatória. O deslocamento de *H. contusulus* também é, provavelmente, maior que a de outros carnívoros de tamanho similar, que utilizam comportamento de “trail following”.

O deslocamento de médio/longo prazo pode ser da ordem de 10 m em aproximadamente três meses (10,04 m em 79 dias). A capacidade de dispersão de *H. contusulus* é, portanto, muito baixa. *Achatinella mustelina* Mighels, 1845 e *Achatinella sowerbyana* Pfeiffer, 1855 apresentaram distância média de deslocamento de 4,94 m em um mês (Hall *et al.* 2010). A área utilizada por *H. contusulus* não ultrapassa a medida de 0,48 m<sup>2</sup> em três dias e de 3,64 m<sup>2</sup> em 79 dias. Esta medida é muito pequena, comparando com caracóis como *A. fulica*, capazes de deslocar-se até 500 m em aproximadamente 120 dias (Tomiya; Nakane 1993). Isto mostra que uma pequena área é capaz de sustentar a população de predadores sem a necessidade de grandes deslocamentos para obtenção de

alimento, demonstrando a riqueza de oferta alimentar presente no folhíço de florestas secundárias em regeneração.

### 5.6 Efeito de fatores microclimáticos, profundidade do folhíço, tamanho e densidade de coespecíficos e presas sobre deslocamento de *Hypselartemon contusulus* – buscando por padrões

Temperatura ambiente, temperatura do ar, umidade do ar, luminosidade, profundidade do folhíço, altura da concha, largura da concha, densidade de coespecíficos e densidade de presas, globalmente, têm um fraco efeito sobre o deslocamento de *H. contusulus* (diferenciação das amostras ao longo da dimensão 1 e ao longo da dimensão 2 do MDS). O desvio padrão e a variância dos dados de temperatura do solo, temperatura ambiente, umidade do ar e profundidade do folhíço foram baixos (1,19 e 1,41; 0,86 e 0,74; 4,66 e 21,71; e, 0,76 e 0,58, respectivamente). Isto indica gradientes ambientais muito suaves, o que contribui para amenizar o efeito das condições ambientais sobre o deslocamento de *H. contusulus* na análise global. O desvio padrão e variância dos dados de luminosidade foram altos (144,1 e 20765,8), o que revela um gradiente de luminosidade bem marcado. A importância da luminosidade para o deslocamento de *H. contusulus*, entretanto, não pode ser superestimada.

Existe uma tendência de diminuição no deslocamento de *H. contusulus* a partir de duas presas por *quadrat* de 1m<sup>2</sup> (modelo de limiar mostrado pela linha de tendência no gráfico de dispersão de deslocamento X densidade de *B. beckianum*). É provável que o deslocamento de *H. contusulus* reflita a densidade e o deslocamento *B. beckianum*, sua principal presa. Em maiores densidades de presas, *H. contusulus* desloca-se menos, e em casos de menor disponibilidade de alimentos, *H. contusulus* necessita deslocar-se mais.

A correlação entre temperatura ambiente e temperatura do solo é esperada, visto que ambientes mais quentes terão solos mais quentes. A alta correlação positiva entre altura e largura da concha também é esperada, visto que indivíduos maiores terão ambas as variáveis maiores.

A matriz mostrou que densidade de *H. contusulus* e densidade de *B. beckianum* não estão correlacionadas ( $r = 0,098$ ). Considerando-se a relação de predação de *H. contusulus* sobre *B. beckianum*, isto seria inesperado. Espera-se que a covariância entre pares de espécies seja negativa para predação e competição, positiva para mutualismo e zero para interações fracas ou neutras (Gotelli; Ellison 2011). A relação entre densidade de presa e predador, neste caso, é mais sutil, criando padrões de distribuição aparentemente aleatórios entre as espécies. A correlação entre



profundidade do folhigo e densidade de *H. contusulus* e entre profundidade do folhigo e densidade de *B. beckianum* é muito baixa ( $r = -0.159$  e  $0.098$ , respetivamente), indicando que estes animais não são afetados por pequenas variações na quantidade de serrapilheira.

#### 5.6.1 Variações do deslocamento entre campanhas

O deslocamento em 24h de *H. contusulus* foi diferente ao longo do ano (ANOVA, gl: 4; F: 2,645; p: 0,040). Este tipo de diferença ao longo do ano também foi observado em *Albinaria coerulea* (Rossmassler, 1835) (Clausiliidae) (Giokas; Mylonas 2004) e em *Arion ater* (Linnaeus, 1758) (Hamilton; Wellington 1981).

Não houve agrupamento das amostras segundo suas campanhas, de maneira que as amostras dos cinco experimentos estão misturadas no plano. Isso indica que a diferença entre as campanhas, percebida pela ANOVA, não pode ser explicada satisfatoriamente pelas variáveis microclimáticas estudadas.

Isto ocorre, possivelmente, porque, no campo, fatores ambientais agem conjuntamente e interagem com elementos endógenos como hidratação, *status* nutricional e ritmos de atividade para determinar os padrões de atividade locomotora de gastrópodes terrestres (Rollo *et al.* 1983). Embora a relação entre atividade e clima seja um aspecto importante do controle do comportamento, este não é um aspecto simples (Cook 2001). Em alguns estudos medindo a proporção de indivíduos ativos dentro da população, a intensidade da luz e o comprimento do dia estão entre os fatores dominantes nos modelos explicativos (Ford 1986 *apud* Cook 2001). A atividade/dormência de *Helix lucorum* Linnæus, 1758, por outro lado, não foi afetada pelo fotoperíodo e nem pela temperatura (Lazaridou-Dimitriadou; Saunders 1986). Ford (1986) demonstrou que a importância das variáveis climáticas aumenta e diminui ao longo do ano. Umidade é considerada por Lazaridou-Dimitriadou e Saunders (1986) o fator ambiental mais importante no controle da atividade/dormência de gastrópodes terrestres, mas não sabemos qual seu efeito sobre atividade de deslocamento, especificamente.

#### 5.6.2 Variações individuais no deslocamento (dentro das campanhas)

Os deslocamentos de animais maiores ou menores não puderam ser diferenciados. Em algumas espécies, por outro lado, indivíduos maiores (ou mais pesados) deslocam-se por maiores distâncias que os menores, como na lesma *Arion ater*. Na lesma *Ariolimax columbianus*, por outro

lado, tamanho do animal não afetou deslocamento significativamente (Hamilton; Wellington 1981). No caso de *Achatina fulica*, indivíduos maiores deslocam-se menos (Tomiyama; Nakane 1993).

Espera-se que maior número de presas favoreça o repouso ou menor deslocamento e menor número de presas obrigue os predadores a se deslocarem mais (Cook 2001). Nossos resultados, entretanto indicaram que o número de presas (recurso alimentar) não afetou o deslocamento de *H. contusulus* ( $p = 0,817$ ), contrariando a relação negativa esperada. Esta relação tem sido abordada em estudos com espécies vegetarianas (Hamilton; Wellington 1981), mas há carência de estudos com espécies carnívoras. Lesmas se deslocaram mais com menos alimento em *Arion ater*, mas deslocamento não foi afetado por quantidade de alimento em *Ariolimax columbianus* (Hamilton; Wellington 1981). A relação entre disponibilidade de alimento (presas) parece seguir um modelo de limiar, mostrando uma tendência de relação negativa a partir de certo valor de densidade (Figura 9i), sendo este um aspecto que merece ser investigado com mais atenção em estudos futuros. Cook (2001) afirma que alimentação é o evento mais significativo durante a maioria das excursões de gastrópodes, o que indica a importância desta variável para o entendimento do deslocamento de *H. contusulus*.

Os resultados apontam que população de presas são importantes para a atividade de *H. contusulus*, que é possivelmente estruturada espacialmente, de acordo com o suprimento alimentar (população de presas).

Densidade de co-específicos não afetou deslocamento ( $p = 0,449$ ), ao contrário do que era esperado. Esperava-se uma relação negativa entre deslocamento e densidade, pois maior densidade representa maior disponibilidade de pares para cópula, considerando que *H. contusulus* não apresentou comportamento agonístico durante nossas observações. Deslocamento de lesmas foi maior em maiores densidades em *Arion ater* e não foi afetado pela densidade em *Ariolimax columbianus*. Deslocamento de *Albinaria coerulea* (Rossmassler, 1835) também não foi correlacionado com a densidade (Giokas; Mylonas 2004).

## 5.7 Considerações finais

Kerkut e Taylor (1956) afirmam que o comportamento de locomoção serve, potencialmente, a três funções: (1) orientação até recursos como comida, parceiros sexuais, água etc.; (2) orientação de volta a um refúgio e (3) perda do excesso de água. Entretanto, o tempo gasto em deslocamento em experimentos de laboratório excede em muito o requerido na obtenção de recursos e abrigo e boa parte deste tempo não está associada diretamente à obtenção de alimento e de água. No campo, por

outro lado, Cook (1980) afirma que as excursões são, geralmente, mais do que simples jornadas até o alimento, mesmo quando fora da estação reprodutiva e quando disponibilidade de água não é um problema. Não há estudos experimentais que elucidem estes aspectos.

Do mesmo modo, não há estudos com variáveis microclimáticas, profundidade do folhiço, tamanho do animal e densidade de co-específicos e presas afetando deslocamento ou atividade de caracóis terrestres em condições de campo. Os estudos citados nesta discussão focaram em, no máximo, três ou quatro fatores ecológicos e alguns foram baseados em experimentos controlados, em que é mais fácil enxergar os efeitos das variáveis que se pretende estudar. Tentativas de relacionar atividade de caracóis a variáveis ambientais simples em condições de laboratório são quase certas de serem bem sucedidas (Cook 2001), mas o mesmo não é tão fácil de ser demonstrado em campo. Assim, este trabalho abre as portas para estudos mais complexos de ecologia de caracóis terrestres em ambientes naturais.

Além dos fatores ecológicos, fatores internos como fome e sede também podem influenciar o deslocamento de moluscos terrestres. Assim, na escolha entre locomover-se ou abrigar-se dentro da concha, o animal enfrenta imperativos nutricionais e reprodutivos e a necessidade da manutenção do conteúdo hídrico. Esta escolha comportamental está baseada em causas fisiológicas ou ecológicas (Cook 2001). Outro fator que pode afetar deslocamento é a época reprodutiva, que pode tornar os indivíduos mais propensos a deslocarem-se maiores distâncias. Entretanto, não há esta informação na literatura. Velocidade do vento também pode afetar deslocamento (Hall *et al.* 2010).

Segundo Cook (2001), os fatores que controlam atividade de locomoção em campo são fatores ambientais, como luz, temperatura, evaporação (afetada por chuvas e vento) e disponibilidade de alimento, e fatores internos, como ritmo endógeno, osmolaridade da hemolinfa e fome, que também podem ser afetados pelos fatores ambientais. Os resultados apresentados indicam que, provavelmente, fatores endógenos como fome, necessidades reprodutivas e *status* hídrico são predominantes sobre fatores ecológicos externos em *H. contusulus* no controle do deslocamento. Estudos adicionais de laboratório e de campo são necessários para esclarecer os aspectos que regulam a atividade locomotora de *H. contusulus*.

Deslocamento de *H. contusulus* é um comportamento naturalmente plástico em escala individual e não é afetado por pequenas variações nas condições ambientais, nem por pequenas variações na quantidade de presas e de co-específicos.

Finalmente, os resultados encontrados confirmam que *H. contusulus* serve como modelo no estudo do comportamento espacial de outras espécies de moluscos terrestres, lançando luz sobre a ecologia de outras espécies carnívoras de serrapilheira e fornecendo subsídios para o manejo de outras espécies do filo que ocorrem em áreas alteradas ou nativas, auxiliando a entender as

necessidades destes organismos quanto à área de vida, potencial de dispersão e deslocamento em diferentes estações do ano.

É importante ressaltar que as próximas etapas deste estudo exigem estudos laboratoriais complementares, para contribuir na compreensão dos mecanismos comportamentais de gastrópodes terrestres.

## 6 CONCLUSÕES

Corretor ortográfico e tinta nanquim são um método eficaz para marcar individualmente *Hypselartemon contusulus* em estudos de médio prazo (até nove meses) e pode ser usado para estudos com gastrópodes terrestres ameaçados de extinção, como algumas espécies das famílias Bulimulidae, Megalobulimidae, Streptaxidae e Strophocheilidae.

*Hypselartemon contusulus* não mantém uma distância mínima de seus vizinhos, é ativo ao longo de todo o ano e ao longo do dia, demonstrando atividade de locomoção e predação.

*Beckianum beckianum* é a presa preferencial de *H. contusulus* na Trilha da Parnaioca.

A densidade populacional de *H. contusulus* varia de 0,57 a 1,2 indivíduos/m<sup>2</sup> ao longo do ano, na Trilha da Parnaioca.

*Hypselartemon contusulus* apresenta baixa capacidade de dispersão ativa, deslocando-se, em média,  $26,57 \pm 17,07$  cm/24h, na Trilha da Parnaioca, Ilha Grande. Seu potencial de dispersão, revelado pelo máximo deslocamento em médio prazo, é de 10,04 m em aproximadamente três meses.

A área de vida de *H. contusulus* é pequena, sendo de, no máximo, 0,48 m<sup>2</sup> em três dias e 3,64 m<sup>2</sup> em 79 dias.

As variáveis estudadas atuam em sinergia sobre a quantidade de deslocamento de *H. contusulus*, causando diferenças entre as estações do ano. Densidade de coespecíficos (*H. contusulus* e *B. beckianum*) e presas são especialmente importantes visto que as relações destas variáveis com deslocamento parece seguir um modelo de limiar, havendo a tendência para uma relação negativa com o aumento da densidade de coespecíficos e presas.

O deslocamento é um comportamento plástico em *H. contusulus* e, provavelmente, controlado por fatores endógenos.

## REFERÊNCIAS

- Archard G A, Bohan D A, Hughes L, Wiltshire C W. 2004. Spatial sampling to detect slug abundance in an arable field. *Annual Applied Biology*. 145: 165-173.
- Aubry S, Labaune C, Magnin F, Roche P, Kiss L. 2006. Active and passive dispersal of an invading land snail in Mediterranean France. *Journal of Animal Ecology*. 7: 802-813.
- Airey W J. 1987. The influence of food deprivation on the locomotor activity of slugs. *Journal of Molluscan Studies*. 53 (1): 37-45.
- Barbosa A F, Salgado N C, Coelho A C S. 2008. Taxonomy, comparative morphology and geographical distribution of the neotropical genus *Hypselartemon* (Gastropoda: Pulmonata: Streptaxidae). *Malacologia*, 50(1):1-12.
- Barbosa A F, Salgado N C, Coelho A C S. 2008. Taxonomic status and redescription of *Helix contusula* Férussac, 1827 as Brazilian streptaxidae species (Mollusca, Gastropoda, Pulmonata). *Boletim do Museu Nacional*. 482: 1-10.
- Barnes H F, Stokes B M. 1951. Marking and breeding *Testacella* slugs. *The Annals of Applied Biology*. 38: 540-545.
- Bauman S. 1996. Diversity and decline of land snails on Rota, Mariana Islands. *American Malacological Bulletin*. 12(1-2): 13-27.
- Baur A, Baur B. 1990. Are road barriers to dispersal in the land snail *Arianta arbustorum*? *Canadian Journal of Zoology*. 68: 613-617.
- Baur A, Baur B. 1993. Daily movement patterns and dispersal in the land snail *Arianta arbustorum*. *Malacologia*. 35 (1): 89-98.
- Baur B. 1984. Dispersion, Bestandesdichte und Diffusion bei *Arianta arbustorum* (L.) (Mollusca, Pulmonata). [Thesis] Zurich: Univ. of Zurich.
- Baur B. 1986. Patterns of dispersion, density and dispersal in alpine populations of the land snail *Arianta arbustorum* (L.) (Helicidae). *Holarctic Ecology*. 9: 117-125.
- Baur B. 1993. Population structure, density, dispersal and neighbourhood size in *Arianta arbustorum* (Linnaeus, 1758) (Pulmonata : Helicidae). *Ann. Naturhist. Mus. Wien*. 94, 95B: 307-321.
- Bergman C M, SCHAEFER J A, Luttich S N. 2000. Caribou movement as a correlated random walk. *Oecologia*, 123: 364-374.
- Biannic M, Coillot J P, Daguzan J. 1995. Circadian cardiac rhythm in relation to environmental variables in the snail *Helix aspersa* Müller. *Journal of Molluscan Studies*. 61: 289-292.
- Blanford W T, Godwin-Austen H H. 1908. Mollusca: Testacellidae and Zonitidae. p.1-24. In: Bingham C T, editor. *The fauna of British India including Ceylon and Burma*.
- Bruggen A C. 1967. Streptaxidae (Mollusca, Gastropoda: Pulmonata) from Aldabra Island, western Indian Ocean. *Bulletin of the British Museum (Natural History) Zoology*. 28(5):157-175.

- Burla H, Gosteli M. 1993. Thermal advantage of pale colored morphs of the snail *Ariantha arbustorum* (Helicidae, Pulmonata) in Alpine habitats. *Ecography*. 16: 345-350.
- Cameron R A D. 1970. The survival, weight-loss and behavior of three species of land snail in condition of low humidity. *Journal of Zoology*. 160: 143-157.
- Cook A. 2001. Behavioural ecology: on doing the right thing, in the right place at the right time. 447-487. In: Barker G M. 2001. *The biology of terrestrial mollusks*. Reino Unido: CABI Publishing.
- Emberton KC. 1994. Morphology and aestivation behavior in some Madagascan acavid land snails. *Biological Journal of the Linnean Society*. 53: 175-187.
- Foltan P, Konvicka M. 2008. A new method for marking slugs by ultraviolet-fluorescent dye. *Journal of Molluscan Studies*. 74: 293-297.
- Ford D J G. 1986. Rhythmic activity of the pulmonate slug *Limax pseudoflavus* (Evans). PhD thesis. University of Ustler, Northern Ireland.
- Gerlach J. 1999. The ecology of western Indian Ocean carnivorous land snails. *Phelsuma*. 7: 14-24.
- Giokas S, Mylonas M. 2004. Dispersal patterns and population structure of the land snail *Albinaria coerulea* (Pulmonata: Clausiliidae). *Molluscan Studies*. 70: 107-116.
- Gotelli N J, Ellison A M. 2011. *Princípios de estatística em ecologia*. Porto Alegre: Editora Artmed. 528p.
- Grimm B, Paill W. 2001. Spatial distribution and home-range of the pest slug *Arion lusitanicus* (Mollusca: Pulmonata). *Acta Oecologica*, 22: 219-227.
- Grimm B, 1996. A new method for individually marking slugs (*Arion lusitanicus* (Mabille)) by magnetic transponders. *Journal of Molluscan Studies*. 62: 477-482.
- Grimm B, Paill W, Kaiser H. 2000. Daily activity of the pest slug *Arion lusitanicus* Mabille. *Journal of Molluscan Studies*, 66: 125-130.
- Hall K T, Hadfield M G. 2009. Application of harmonic radar technology to monitor tree snail dispersal. *Invertebrate Biology*, 128 (1): 9-15.
- Hall K T, Baker M B, Hadfield M G. 2010. Using dispersal rates to guide translocation across impermeable wildlife reserve boundaries: Hawaiian tree snails as a practical example. *Malacologia*, 52(1): 67-80.
- Hamilton P A, Wellington W G. 1981. The effects of food and density on the movement of *Arion ater* and *Ariolimax columbianus* (Pulmonata: Stylommatophora) between habitats. *Researches on Population Ecology*, 23: 299-308.
- Heller J, Ittiel H. 1990. Natural history and population dynamics of the land snail *Helix texta* in Israel (Pulmonata: Helicidae). *Journal of Molluscan Studies*, 56: 189-204.

- Henry P, JARNE P. 2007. Marking hard-shelled gastropods: tag loss, impact on life history traits, and perspective in biology. *Invertebrate Biology*, 126(2): 138-153.
- Hogan J M, Steele G.R. 1986. Dye-marking slugs. *Journal of Molluscan Studies*. 52: 138-143.
- Iglesias J, Santos M, Castillejo J. 1996. Annual activity cycles of the land snail *Helix aspersa* Müller in natural populations in North-Western Spain. *Journal of Molluscan Studies*, 62: 495-505.
- Karlin E J. 1961. Temperature and light as factors affecting the locomotor activity of slugs. *Nautilus*, 74: 125-130.
- Kasigwa P F. 1999. Dispersian factors in the arboreal snail *Sytala jenyinsi* (Gastropoda: Ariophantidae). *South African Journal of Zoology*, 34: 145-153.
- Kerkut G A, Taylor B J R. 1956. Effect of temperature on the spontaneous activity from the isolated ganglia of the slug, cockroach and crayfish. *Nature*, 178(4530):426.
- Kleewein, D. 1999. Population size, density, spatial distribution and dispersal in Austria population of the land snail *Arianta arbustorum styriaca* (Gastropoda: Helicidae). *Journal of Molluscan Studies*, 65: 303-315.
- Lazaridou-Dimitriadou M & SAUNDERS, D.S., 1986. The influence of humidity, photoperiod, and temperature on the dormancy and activity of *Helix lucorum* L. (Gastropoda, Pulmonata). *Journal of Molluscan Studies*, 52(3): 180-189.
- Lövei G L, Stringer I A N, Devine C D, Cartellieri M. 1997. Harmonic radar – a method using inexpensive tags to study invertebrate movement on land. *New Zealand Journal of Ecology*, 21(2): 187-193.
- Magnusson W E, Mourão G. 2005. Estatística sem Matemática: a ligação entre as questões e a análise. Londrina. Editora Planta. 2005. X, 138p.
- Monteiro D P. 2005. Morfologia da concha de *Neocyclotus prominulus* (d'Orbigny, 1835) de três áreas de floresta na Ilha Grande (RJ) [Dissertação]. Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro. 97 p.
- Murray J, Clarke B. 1984. Movement and gene flow in *Partula taeniata*. *Malacologia*, 25: 343-348.
- Parmakelis A, Mylonas M. 2002. Aspects of the reproduction and activity of two sympatric *Mastus* (Beck, 1837) species in Crete (Gastropoda: Pulmonata: Buliminidae). *Journal of Molluscan Studies*, 68: 225-233.
- Parmakelis A, Mylonas M. 2004. Dispersal and population structure of two sympatric species of the Mediterranean land snail genus *Mastus* (Gastropoda, Pulmonata, Enidae). *Biological Journal of the Linnean Society*, 83: 131-144.
- Parmakelis A, Pfenninger M, Spanos L, Papagiannakis G, Louis C, Mylonas M. 2005. Inference of a radiation in *Mastus* (Gastropoda, Pulmonata, Enidae) on the Island of Crete. *Evolution*, 59(5): 991-1005.



- Parkinson B, Hemmen J, Groh K. 1987. Tropical landshells of the world. Wiesbaden, Western Germany, Verlag Christa Hemmen, 279p.
- Picoral M, Lopes-Pitoni V L. 1998. Microescultura da concha de *Rectartemon (Rectartemon) depressus* (Heynemann) (Gastropoda, Stylommatophora, Streptaxidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 15(1): 117-124.
- Popov V N, Kramarenko S S. 2004. Dispersal of the land snails of the genus *Xeropicta* Monterosato, 1892 (Gastropoda, Pulmonata, Hygromiidae). *Russian Journal of Ecology*, 35(4): 263-266.
- Quensen III J F, Woodruff D S. 1997. Associations between shell morphology and land crab predation in the land snail *Cerion*. *Functional Ecology*, 11(4): 464-471.
- Richter K O. 1976. A method for individually marking slugs. *Journal of Molluscan Studies*, 42: 146-151.
- Ricklefs R E. 2003. *A Economia da Natureza*. Guanabara Koogan, 5ª edição, Rio de Janeiro.
- Rocha C F D, Van Sluys M, Alves M A S, Bergallo H G, Vrcibradic D. 2001. Estimates of forest floor litter frog communities: a comparison of two methods. *Austral Ecology*, 26: 14-21.
- Rogers L L. 1992. Homing tendencies of large mammals: a review. Disponível em: <<http://www.bearstudy.org/website/images/stories/publications>>. Acesso em: 08 jul. 2011.
- Rollo C D, Vertinsky I B, Wellington W G, Kenetkar V K. 1983. Alternative risk-taking styles: the case of time budgeting strategies of terrestrial gastropods. *Researches on Population Ecology*, 25:321-335.
- Santos S B, Monteiro D P. 2001. Composição de gastrópodes terrestres em duas áreas do Centro de Estudos Ambientais e Desenvolvimento Sustentável (CEADS), Vila Dois Rios, Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil – um estudo-piloto. *Revista Brasileira de Zoologia*. 18 (Supl. 1): 181-190.
- Schilthuizen M, Scott B J, Cabanban A S, Craze P G. 2005. Population structure and coil dimorphism in a tropical land snail. *Heredity*, 95:218-220.
- Schwarz C J, Seber G A F. 1999. Estimating animal abundance: review. *Statistical Science*, 14(4): 427-456.
- Severns P M. 2009. A conspicuous, water-resistant ink for marking terrestrial snails. *Journal of Molluscan Studies*, 75: 93-94.
- South A. 1965. Biology and ecology of *Agriolimax reticulatus* (Müll.) and other slugs: spatial distribution. *The Journal of Animal Ecology*, 34(2): 403-417.
- Tomiyama K, Nakane M. 1993. Dispersal patterns of the giant African snail, *Achatina fulica* (Férussac) (Stylommatophora, Achatinidae), equipped with a radio-transmitter. *Journal of Molluscan Studies*, 59(3): 315-322.
- Turchin P. 1991. Translating foraging movements in heterogeneous environments into the spatial distribution of foragers. *Ecology*, 72(4): 1253-1266.

- Ungfors A, Hallbäck H, Nilsson P. 2007. Movement of adult edible crab (*Cancer pagurus* L.) at the Swedish West Coast by mark-recapture and acoustic tracking. *Fisheries Research*, 84: 345-357.
- Viana T A , Santos S B. Deslocamento de *Hypselartemon contusulus* (Férussac, 1827) da Ilha Grande, RJ: um estudo piloto utilizando marcação-recaptura. 16ª Semana de Iniciação Científica da Uerj - Resumos; 2007; Rio de Janeiro.
- Viana T A, Santos S B. Deslocamento de *Hypselartemon contusulus* (Férussac, 1827) da Ilha Grande, RJ: um estudo piloto utilizando marcação-recaptura. Livro de resumos do XX Encontro Brasileiro de Malacologia; 2007; Rio de Janeiro.
- Valentin J L. 2000. Ecologia numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos. Editora Interciência, Rio de Janeiro. 117pp.
- Yamaguchi Y, Maldonado A I L, Nakaji K. 2009. Development of an intelligent robot for an agricultural production ecosystem (VII) – image processing and analysis of the activity of snail in paddy. *Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University*, 54(1): 247-250.
- Wallin K F, Latty T M. 2008. Novel intermediate-term individual marking technique for slugs. *Journal of Molluscan Studies*, 74: 299-300.
- Wareing D R, Bailey S E R. 1985. The effects of steady and cycling temperatures on the activity of the slug *Deroceras reticulatum*. *Journal of Molluscan Studies*, 51(3): 257-266.
- Wilson D M. 1966. Insect walking. *Annual Review of Entomology*, 11: 103-122.
- Wilkinson L, Coward M. 2002. Systat 10.2. Chicago, SPSS Inc Press, 421p.
- Williamson P, Cameron R A D, Carter M A. 1977. Population dynamics of the land snail *Cepaea nemoralis* L.: a six-year study. *The Journal of Animal Ecology*, 46: 181-194.
- Zar J H, 1999. Biostatistical analysis – 4<sup>th</sup> edition. Prentice Hall, New Jersey.